№4
2017

ЛОКОМОТИВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

РЖД

Первая «Ласточка» инновационной диагностики

Муромской технической школе — 75 лет!

Анализ действий машиниста при транспортном событии

Электрическая схема тепловоза 2ТЭ116У

Изменения в цепях электровозов ЭП1

Особенности тележек электровозов ЧС

Схема пневматического оборудования электровоза 2ЭС6

Устройство и обслуживание аккумуляторных батарей

Тепловоз 2ТЭ25КМ: цепи приведения в движение

Цепи управления электропоезда ЭД4М

Школа молодого машиниста



«ИВОЛГА» ЭГ2Тв ГОТОВА К ПОЛЕТАМ

ISSN 0869-8147

МУРОМСКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ — 75 ЛЕТ!

Муромское подразделение Горьковского учебного центра профессиональных квалификаций в этом году отмечает свой юбилей! История учебного заведения началась в военном 1942 г., когда была создана Муромская школа паровозных машинистов. За прошедшие годы учебное заведение преодолело трудные и славные этапы становления, непрерывного качественного развития учебного процесса, совершенствования материально-технической базы.

Новой вехой в укреплении материальной базы, увеличении объемов обучения стала реализация инвестиционного проекта ОАО «РЖД» «Реконструкция Муромской технической школы на станции Муром», ввод в действие в 2015 г. нового четырехэтажного учебного корпуса с тренажерным залом, компьютерным классом, библиотекой и актовым залом.

В результате реконструкции в новом корпусе появился ряд учебных кабинетов, в которых, в частности, располагаются четыре тренажерных комплекса для локомотивных бригад: тепловозов 2ТЭ10М, ТЭП70БС, электровозов ВЛ80С, ЭП1М. Дополнительно введенные учебные площади дают возможность повысить уровень изучения материала и добиться максимального усвоения знаний учащимися, впервые получающими профессию.

Коллектив школы продолжает обеспечивать качественную подготовку рабочих кадров для ОАО «РЖД». Подробнее о школе рассказывается на с. 2 — 3 журнала.



На учебном полигоне будущие специалисты Компании получают практические навыки работы



Занятия на тренажере электровоза ЭП1М способствуют обретению машинистами уверенности в своих силах



Отработка действий в нестандартных ситуациях на тренажерном комплексе ТЭП70БС



Преподаватель А.Е. Раевский объясняет учащимся алгоритм работы аппаратуры КЛУБ-У



Слушатели школы изучают на тренажерном комплексе по автотормозам работу воздухораспределителя № 483-000



Преподаватель В.В. Алексеев проводит индивидуальные занятия на тренажере 2ТЭ10М



Макет устройства водяной системы тепловоза ТЭ10М



Преподаватель В.Ю. Дмитриев объясняет устройство редуктора

В номере:

Приоритет — качественная подготовка кадров! 2

Курсом инновационного развития

Первая «Ласточка» инновационной диагностики 4

На контроле — безопасность движения

Анализ действий машиниста при транспортном событии 5
ИСАЕВ А.В., ВЕРШИНИН С.Л.

Советы психолога

Социально-психологические аспекты выбора профессии 6
ЯКОЦУЦ О.Л.

В помощь машинисту и ремонтнику

Электрическая схема тепловоза 2ТЭ116У 8
СЕРГЕЕВ С.В., ПАРХОНИН А.В. и др.

Некоторые изменения в цепях электровозов серии ЭП1 11
КАБАНЦЕВ А.А.

Особенности конструкции тележек электровозов серии ЧС 15
ЕРМИШКИН И.А.

Тепловоз 2ТЭ25КМ: цепи приведения в движение 20
ТИМОФЕЕВ С.В.

Некоторые цепи управления электропоезда ЭД4М 22
ГОРЯЧЕВ В.Е.

Аккумуляторные батареи тепловозов: устройство и техническое обслуживание .24
АНИКИЕВ И.П.

Продукция ЗАО «МЫС»: композиты и не только 28
ЕРОХИН С.В., ЛОБОВ М.А., БОНДАРЕНКО Л.М.

Автотормоза

Схема пневматического тормозного оборудования электровоза 2ЭС6 «Синара» .32
ТИТОВ М.В.

Школа молодого машиниста

Принципы работы основных узлов и агрегатов тепловоза. Тележки и рессорное подвешивание тепловозов 36
РУДНЕВ В.С.

На научно-технические темы

Влияние параметрических отказов оборудования тепловоза на его энергоэффективность в эксплуатации 40
КЛИМЕНКО Ю.И., ПЕРМИНОВ В.А. и др.

Перспективный тепловоз для БАМа 42
ЗАХАРОВ А.О., КУЛАБУХОВ А.С. и др.

Электроснабжение

Улучшить тяговое электроснабжение 44

За рубежом

Сервисное обслуживание подвижного состава 45
МИШИН И.М.

Новости стальных магистралей 47

На 1-й с. обложки: **на линии Москва — Новопеределкино начинается регулярная эксплуатация электропоездов ЭГ2Тв Тверского вагоностроительного завода.** Фото А.В. МОЛЧАНОВА

ДОРОЖНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
Куйбышевская железная дорога
- филиал ОАО «РЖД»

ЛОКОМОТИВ

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

№4 (724), апрель 2017 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ:
ОАО «Российские железные дороги»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
БЖИЦКИЙ В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
ВАЛИНСКИЙ О.С.
ГАПАНОВИЧ В.А.
КАРЯНИН В.И.
(редактор отдела тепловозной тяги)
КИРЖНЕР Д.Л.
КОССОВ В.С.
МИХАЛЬЧУК Н.Л.
НАЗАРОВ О.Н.
НИКИФОРОВ Б.Д.
ОСТУДИН В.А.
(зам. главного редактора)
ОСЯЕВ А.Т.
ПОПОВ Ю.И.
РУДНЕВА Л.В.
(ответственный секретарь)
СЕРГЕЕВ Н.А.
(редактор отдела электрической тяги)
ЧАПЛИНСКИЙ С.И.
ШКОЛЬНИКОВ Е.Н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:
Заручейский А.В. (Москва)
Иоффе А.Г. (Москва)
Ермишкин И.А. (Ожерелье)
Орлов Ю.А. (Новочеркасск)
Посмитюха А.А. (Киев)
Потанин А.А. (Воронеж)
Удальцов А.Б. (Санкт-Петербург)

РЕДАКЦИЯ:
КУДЕЛЬКИН И.Н.
(тепловозная тяга)
МОЛЧАНОВ А.В.
(орг. отдел)
ЛАЗАРЕНКО С.В.
(отдел ИТ)
КВАЧ В.В.
(ведущий программист)
СИВЕНКОВ Д.П.
(компьютерный набор)

КОНТАКТЫ:
129110, г. Москва,
ул. Пантелеевская, 26,
Тел./факс: **(499) 262-12-32;**
Тел.: **(499) 262-30-59, 262-44-03**
www.lokom.ru; e-mail: info@lokom.ru
E-mail СПД РЖД: **loko_msk@msk.rzd**
Электронная версия:
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8816

Подписано в печать 28.03.2017.
Офсетная печать. Усл.-печ. л. 5,62.
Усл. кр.-отт. 22,48.
Уч.-изд. л. 10,4. Формат 64×90/8.

Отпечатано в типографии ОАО КНПО ВТИ.
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36.
Тел.: +7 (843) 519-69-05.
E-mail: npovti.t@yandex.ru.
Тираж 3730 экз. Заказ 1138.

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

ПРИОРИТЕТ — КАЧЕСТВЕННАЯ ПОДГОТОВКА КАДРОВ!

В августе 2017 г. Муромское подразделение Горьковского учебного центра профессиональных квалификаций (Муромская техническая школа) отметит свой 75-летний юбилей!



Муромское подразделение Горьковского учебного центра профессиональных квалификаций

История учебного заведения началась в тяжелом военном 1942 г., когда в соответствии с приказом начальника Казанской железной дороги от 12.08.1942 № 625/У для подготовки и повышения квалификации кадров массовых профессий железнодорожного транспорта была создана Муромская школа паровозных машинистов.

Учебный корпус располагался на станции Муром II в двухэтажном деревянном здании, построенном в 1878 г. и рассчитанном на 200 мест. На первом этаже находились библиотека и 10 жилых комнат для проживания в каждой по 5 — 7 человек. На втором этаже располагались 8 учебных кабинетов.

Учащиеся школы того времени столкнулись со многими трудностями: голод, нехватка литературы и учебных пособий, жесткая дисциплина. Школа жила по законам военного времени — все приходилось делать самим и самостоятельно искать пути решения многих проблем. Так, при школе была создана кузница, где силами учащихся изготавливались не только первые наглядные пособия, но также кровати для общежития. Была налажена работа прачечной и сапожной мастерской. Несмотря на трудности, Муромская школа уже к концу 1942 г. подготовила в общей сложности 101 паровозного машиниста и помощника.

В 1943 г. школа стала готовить не только машинистов паровозов и их помощников, но и поездных вагонных мастеров, составителей поездов, осмотрщиков вагонов, машинистов углеподъемных кранов, дежурных по станции, диспетчеров и даже бухгалтеров.

В 1944 г. школе было передано здание мастерских постройки 1933 г. и бывший пересыльный пункт, который переоборудовали под общежитие. В этом здании открылась первая столовая школы. Весь ремонт этих зданий был проведен силами учащихся.

С 1956 г. школа начала переподготовку машинистов и помощников машинистов паровозов на машинистов и помощников машинистов тепловозов. Количество учащихся резко увеличилось, мест в общежитии не хватало. Поэтому было принято решение о строительстве нового общежития. В 1959 г. трехэтажное благоустроенное общежитие на 193 места было введено в эксплуатацию.

С 1961 г. при объединении Казанской и Горьковской дорог Муромская школа паровозных машинистов была переименована в Муромскую школу машинистов локомотивов Горьковской железной дороги. Она подчинялась отделу учебных заведений дороги. Преподавательский состав пополнялся молодыми, грамотными, энергичными специалистами, инженерами-тепловозниками. Совершенствовалась учебно-техническая база школы. Особое внимание было уделено кабинетам по изучению механического, электрического оборудования тепловоза и автотормозов. Развивалась материальная база.

С 1963 г. школа приступила к подготовке машинистов и помощников машинистов электровозов, а с 1968 г. стала готовить машинистов дизель-электрических, мостовых и козловых кранов. Занятия приходилось проводить в две смены, и руководством Горьковской дороги было принято своевременное решение о строительстве нового учебного корпуса. Светлое, просторное здание выросло рядом с красивейшим парком. В 1980 г. новый учебный корпус принял первых курсантов.

С 1995 г. Муромская школа машинистов локомотивов переименована в Муромскую техническую школу Горьковской железной дороги, которую с этого периода и до настоящего времени возглавляет Г.А. Морозов. Под руководством Григория Алексеевича школа из года в год совершенствует материально-техническую базу для улучшения профессиональной подготовки кадров массовых профессий.

В учебном корпусе расположены кабинеты, оснащенные необходимым оборудованием, наглядными пособиями, современными техническими средствами обучения, в том числе интерактивными досками, мультимедийными проекторами и видеосистемами. Методическое обеспечение кабинетов включает в себя компьютерные программы, видеопрезентации, учебные видеофильмы и ролики, методические разработки, карточки для тестов и контрольных заданий.

В учебном процессе приоритетными являются вопросы обеспечения безопасности движения. Для качественной профессиональной подготовки рабочих кадров кабинет оснащен персональным компьютером с аудиосистемой, настенными электронными стендами, макетами, печатными плакатами.

Для практического закрепления полученных теоретических знаний при подготовке машинистов локомотивов разработан и установлен тренажерный комплекс по автотормозам и ЭПТ с системами безопасности: АЛСН, КПД-3П, САУТ-ЦМ/485, КЛУБ-У, ТСКБМ. Занятия на тренажере позволяют максимально эффективно сочетать как теоретическое обучение, так и практическую отработку навыков по управлению и обслуживанию тормозного оборудования и приборов безопасности.

Комплекс состоит из трех тренажеров, объединенных между собой гибкими соединительными рукавами тормозной магистрали: тренажеров автотормозного оборудования электровоза ВЛ80С, пассажирского локомотива и вагона с ЭПТ. Кроме того, тренажер электровоза ВЛ80С содержит тренажер по АЛСН, а тренажер пассажирского локомотива объединен с тренажером маневрового локомотива, оборудованного системой дистанционного управления тормозом локомотива с переносного пульта.

Тренажерный комплекс охватывает вопросы всего курса по предмету «Автотормоза и приборы безопасности», начиная с общих понятий о составе приборов тормозного оборудования и заканчивая вопросами опробования и управления тормозами в одиночных, сдвоенных поездах, при двойной тяге.

В кабинете по изучению устройств и эксплуатации электровозов проходят подготовку и повышение квалификации машинисты электровозов, изучающие серии электровозов ВЛ80С и ЭП1М. Кабинет оснащен настенными и передвижными стендами, действующими образцами механического и электрического оборудования электровоза. Электронно-процессорная схема-тренажер с программным обеспечением применяется для изучения электрических цепей электровоза ВЛ80С и позволяет отрабатывать знания схемы.

Для изучения электрического оборудования тепловозов кабинет оснащен электронными схемами, комплектом подлинных образцов электрических аппаратов. Электронно-процессорная схема-тренажер с программным обеспечением применяется при подготовке и повышении квалификации машинистов тепловозов для изучения электрических цепей тепловоза 2ТЭ10М.

Механическое оборудование тепловозов изучается в кабинете, оснащенном передвижными и настенными стендами с деталировкой узлов, настоящими образцами деталей и узлов механического

оборудования тепловозов, макетами дизеля и его систем с реальным расположением кранов, фильтров, форсунок.

Один из учебных кабинетов оснащен компьютерами, подключенными к сети Интранет. В кабинете проводятся занятия для всех профессий по основам информатики и вычислительной техники, дистанционному обучению преподавателей и учащихся, тестированию машинистов локомотивов в системе АСПТ, выполнению тестовых заданий промежуточного и итогового контроля уровня знаний обучающихся. Методическое обеспечение кабинета составляют многочисленные компьютерные программы и учебные видеофильмы на CD и DVD-дисках. Плоттер и ламинатор позволяют печатать схемы, обновлять плакатную базу учебных кабинетов.

Особое место в кабинете, специально оборудованном для обучения машинистов железнодорожно-строительных машин и стропальщиков, занимают действующие макеты-тренажеры железнодорожного крана КЖ-461 и снегоочистительного поезда СМ-2М с электроприводом и пультом управления. Кроме того, этот кабинет оснащен электрифицированными схемами железнодорожно-строительной машины СМ-2 и железнодорожного крана КЖ-461, а также стендами, плакатами и натурными образцами грузозахватных приспособлений.

Для изучения вопросов правового регулирования охраны труда, гигиены труда и производственной санитарии, электро- и пожарной безопасности, обеспечения безопасного производства работ в кабинете охраны труда размещены электрифицированные стенды, на которых информационные панели оснащены световой индикацией. Мобильный модуль тестирования оснащен программным обеспечением «Виртуальный учитель», предназначенным для приобретения и закрепления базовых знаний. Чтобы получить практические навыки в изучении темы «Оказание первой доврачебной помощи», кабинет оснащен действующим реанимационным комплексом, на котором отрабатываются навыки проведения искусственного дыхания и наружного массажа сердца.

Кабинет по изучению вагонов предназначен для обучения профессии осмотрщик вагонов. Он оснащен макетами грузовых вагонов, тележками грузового вагона, восьмиосного полувагона, комплектом печатных и электронных плакатов. Кроме того, выставлены подлинные образцы автосцепки, буксового узла и колесной пары.

В октябре 2011 г. учебное заведение признано предприятием нормативного и образцового эстетического состояния. Комиссия под председательством начальника Горьковской дороги А.Ф. Лесуна присудила школе диплом как объекту эталонного содержания инфраструктуры и эталонных технологий производственной деятельности. С тех пор подразделение подтверждает статус эталонного предприятия.

С 1.07.2013 г. в результате создания Горьковского учебного центра школе присвоено наименование «Муромское подразделение Горьковского учебного центра профессиональных квалификаций».

Новой вехой в усовершенствовании материальной базы для увеличения объемов обучения стала реализация инвестиционного проекта ОАО «РЖД» «Реконструкция Муромской технической школы на станции Муром» и вводом в действие в 2015 г. нового четырехэтажного учебного корпуса с тренажерным залом, компьютерным классом, библиотекой и актовым залом.

В результате реконструкции в новом учебном корпусе общей площадью 1726 м^2 введены учебные кабинеты: «Конструкция электровозов», «Вагонное хозяйство», «Охрана труда».

Кроме того, открыт новый компьютерный кабинет на 15 учебных мест и тренажерный кабинет, в котором располагаются четыре тренажерных комплекса для локомотивных бригад: тепловозов 2ТЭ10М, ТЭП70БС, электровозов ВЛ80С, ЭП1М. На четвертом этаже разместился уютный, вместительный актовый зал на 124 места.

Дополнительно введенные учебные площади дают возможность закрепить кабинеты за определенными специальными дисциплинами, что позволило повысить уровень теоретического изучения учебного материала и добиться максимального усвоения знаний учащимися, впервые получающими профессию.

В 2016 г. благодаря инициативной группе во главе с начальником учебного заведения Г.А. Морозовым был создан небольшой музей Муромского подразделения ГУЦПК. Для создания экспозиции музея были использованы материалы, сохраненные предшествующими поколениями работников школы. Материалы собраны инициативной группой в Муромском историко-художественном музее и в структурных подразделениях. В нем размещены стенды, на которых представлены история форменной одежды железнодорожников, галерея руководителей, стенд, посвященный выпускникам школы, начинавшим свою профессиональную деятельность за партами школы и достигшим высоких результатов в труде. Найдены материалы о военном времени, материалы о создании бронепоезда «Илья Муромец», приказы и распоряжения, которые издавались в стенах школы, начиная с грозного 1942 г.

С учетом постоянно возрастающих требований к качеству профессионального обучения рабочих ОАО «РЖД» Муромское подразделение эффективно взаимодействует с дирекциями ОАО «РЖД» в вопросах организации профессионального обучения рабочих кадров, выполнения заданий по подготовке, переподготовке и повышению квалификации рабочих для структурных подразделений Горьковской дороги и других филиалов ОАО «РЖД».

Учебное заведение не только обеспечивает гарантированное удовлетворение потребностей в подготовке рабочих кадров, но и гибко, оперативно реагирует и учитывает изменения эксплуатационной ситуации.

Объем подготовки кадров рабочих профессий и повышения их квалификации постоянно растет. Сейчас он уже увеличен в два раза по сравнению с прошлыми годами. На долю обучения рабочих кадров для локомотивного комплекса приходится 30 %, а 70 % обучающихся готовится для Горьковских дирекций инфраструктуры и ремонта пути.

Особой гордостью центра является учебный полигон, оборудованный необходимой техникой для обучения учащихся профессиям локомотивного, вагонного и путевого хозяйств.

На открытом учебном полигоне школы установлены:

- секция электровоза ВЛ80С с действующими цепями управления и подключением компрессора к источнику 380 В;
- секция тепловоза 2ТЭ10М с действующими цепями управления;
- действующий тепловоз ЧМЭ3;
- платформа наливной цистерны с действующим тормозным оборудованием;
- тележки грузового и пассажирского вагонов, электровоза ВЛ80С, тепловоза 2ТЭ10Л;
- колесно-моторные блоки электровоза и тепловоза;
- портальный кран-рельсоподъемник;
- тележка с фрагментом хребтовой балки в сборе с поглощающим аппаратом, автосцепкой и расцепным приводом.

Кроме того, смонтирован участок контактной сети с жесткой поперечиной и воздушной стрелкой, участок бесстыкового пути и другое оборудование. Созданы уголки вагонного и путевого хозяйств.

На закрытом полигоне установлены двигатели ЯМЗ-238 и 1Д12, передвижная электрическая станция АД-4, рельсорезный станок РМК, сварочный аппарат АС-УИП, натурные образцы деталей и узлов для снегоуборочных машин и железнодорожных кранов.

Будущие машинисты имеют возможность на протяжении всего срока обучения изучать на учебном полигоне устройство тепловозов и электровозов, получать практические навыки технического обслуживания узлов и агрегатов, приведения локомотива в рабочее состояние, выполнения регламента переговоров и отработки действий в нестандартных ситуациях в случае отказа оборудования.

Учебный процесс был бы не совершенен и даже не возможен, если бы школа не обладала комфортабельным общежитием для полноценного проживания на 178 мест.

Коллектив школы продолжит обеспечивать качественную подготовку рабочих кадров с учетом меняющихся эксплуатационных условий дорог для стабильной и успешной работы ОАО «РЖД».

По материалам Муромского подразделения Горьковского учебного центра профессиональных квалификаций

ПЕРВАЯ «ЛАСТОЧКА» ИННОВАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ

На Московском центральном кольце прошла проверку инновационная информационно-измерительная система диагностики инфраструктуры

Недавно в депо Подмосковная Московской дороги состоялась презентация электропоезда ЭС2Г «Ласточка» № 052, которую провел старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович. Изюминкой данного поезда стала разработанная впервые в мире бортовая информационно-измерительная система, интегрированная в конструкцию подвижного состава. Это событие стало ярким примером внедрения прорывных инновационных технологий на рельсовом транспорте.



Фото А. Солдатова с сайта trainpix.org

На протяжении предшествующих десятилетий на сети дорог работала стандартная схема проверки объектов инфраструктуры с использованием автономных средств: на стальные магистрали выходили вагоны-дефектоскопы, путеизмерители, лаборатории контактной сети.

Используя установленную на них аппаратуру, специалисты оценивали состояние соответствующих устройств. Внедрение отечественных инновационных технологий позволило принципиально изменить систему мониторинга и полностью автоматизировать диагностику объектов железнодорожной инфраструктуры.

Так, в состав электропоезда «Ласточка» был введен вагон, оборудованный информационно-измерительной системой, в частности, устройствами видеоконтроля верхнего строения пути: на подвижной единице установлены камеры, способные «видеть» все, что находится в пределах габарита. Они также контролируют негабаритные участки, другие препятствия. На этом вагоне размещена лазерная установка, которая измеряет продольный профиль пути, длины неровностей в плане профиля, волнообразный, боковой, вертикальный износы рельсов.

Кроме того, на экспериментальном вагоне размещены комплекс для обследования контактной сети, видеокамера с тепловизором, которая регистрирует все параметры контактной сети, в том числе зигзаг, высоту, нагрев контактного провода. Имеется также антенна дистанционной передачи данных и позиционирования местонахождения поезда в текущий момент. Во время поездки эти данные в автоматизированном режиме регистрируются и передаются на сервер для последующей обработки и принятия (при необходимости) оперативных решений.

Рассмотрим подробнее некоторые составные части отечественной информационно-измерительной системы.

Система обзорного видеонаблюдения обеспечивает фиксацию состояния рельсов, элементов контактной сети, переездов, мостов, насыпи, пути в целом и прилегающей к нему территории с привязкой к железнодорожной координате и синхронизацией с информацией от других измерительных систем.

Система позволяет следующее:

- просматривать на мониторе состояние обустройств пути как в движении на скоростях до 120 км/ч, так и на стоянке;
- записывать видеоинформацию, архивировать ее для долговременного хранения в привязке к путевой координате с шагом по пути 3 м, объектам паспортных данных, стрелочным переводам, мостам и обнаруженным отступлениям;
- изучать на мониторе состояние обустройства пути синхронно с просмотром результатов оценки состояния пути;
- записывать речевые комментарии в реальном времени.

Бесконтактная (оптическая) система контроля геометрии пути предназначена для измерения параметров рельсовой колеи, в частности, продольного профиля, длинных неровностей в плане и профиле. Минимальные ограничения — видимость головки рельсов. Оснащается системами обогрева и обдува оптических элементов. Предусмотрено резервирование. Скорость контроля — до 350 км/ч.

Следует отметить, что система универсальна и инвариантна (не подлежит изменению на местах). Вне зависимости от конструкции, методов и схем измерения позволяет получать контролируемые параметры и оценивать их по действующим нормативам России, европейским стандартам (EN), нормативам стран СНГ, Закавказья, Балтии и др. Система компактна — ее габариты 1100×2000×500 мм, масса — около 250 кг. Ее можно установить на тележке, под кузовом подвижной единицы.

Контроль контактной сети предполагает обследование и автоматизированную оценку технического состояния контактной сети. В базу данных записываются сигналы с двух видеокамер (тепловизионной и ультрафиолетовой) высокого разрешения. В ходе проверки параметров контактной сети комплекс аппаратных средств позволяет:

- измерять положение контактного провода (до четырех одновременно) в плане (зигзаг) и высоты подвеса одновременно в двух режимах — при нажатии токоприемника и без нажатия (с помощью оптического сканирования);
- регистрировать высоту отходящих ветвей от поверхности полоза токоприемника в точках ±600 мм от оси полоза токоприемника (дискретно — 0… 40 и 40... 80 мм);
- регистрировать случаи касания контактного провода на скосах измерительного полоза (подхват);
- измерять силу нажатия токоприемника на контактный провод;
- фиксировать опоры и измерять расстояние от оси рельсовой колеи до опоры контактной сети;
- измерять длину пролета между опорами;
- определять тип (переменное, постоянное) и величину напряжения контактной сети;
- измерять температуру наружного воздуха, ускорение измерительного полоза при взаимодействии с токоприемником;
- фиксировать случаи отрыва токоприемника от контактного провода;
- определять сверхнормативные отклонения параметров визуально наблюдаемых объектов контактной сети;
- проводить тепловизионный и ультрафиолетовый контроль объектов контактной сети, видеоконтроль состояния обустройства контактной сети с возможностью фиксации отметок оператора, записи речевых комментариев и последующий сплошной или выборочный просмотр по заданным критериям (опоры, стрелки, отметки оператора и т.п.);
- автоматизированную балльную оценку технического состояния контактной сети.

Наряду с перечисленными системами, отечественные разработчики предлагают железнодорожному транспорту большой перечень мобильных и съемных средств диагностики, измерительные системы контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, контроля и диагностики сигналов, передаваемых по радиоканалам в различных диапазонах, а также формирования отчета о состоянии железнодорожной радиосвязи.

Ведущие эксперты и специалисты в области внедрения инновационных разработок убеждены, что применение безлюдных технологий на сети дорог оказывает большое влияние не только на традиционную схему транспортных коммуникаций, но и на общество в целом. Подобное мнение вполне обосновано: уходят в прошлое профессии, которые предполагают монотонный ежедневный труд, и появляются новые, требующие созидательного труда, высокой квалификации. В первую очередь, это относится к представителям инженерных специальностей, занимающихся созданием и обслуживанием сложных технических систем.

АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЙ МАШИНИСТА ПРИ ТРАНСПОРТНОМ СОБЫТИИ

А.В. ИСАЕВ,
канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Регион Транспорт Групп»,
г. Санкт-Петербург,
С.Л. ВЕРШИНИН,
машинист II класса, эксперт

При проведении судебно-технической экспертизы, связанной с транспортным событием или происшествием на железнодорожном транспорте, зачастую приходится исследовать действия локомотивной бригады. Исходные данные для этого весьма скупы: как правило, они содержат лишь объяснения машиниста и его помощника, а также копию скоростемерной ленты (или выписку из расшифровки кассеты КЛУБ). Иногда в материалах дела встречаются справки о расшифровке регламента переговоров машиниста с иными участниками перевозочного процесса и параметров работы системы САУТ.

Когда определяют величину полного остановочного пути, основным нормативом являются действующие Правила тяговых расчетов для поездной работы [1]. Они предусматривают расчет остановочного пути двумя способами:

по интервалам скорости — как сумма подготовительного тормозного пути (с момента постановки ручки крана машиниста в тормозное положение до момента полного наполнения тормозных цилиндров) и действительного тормозного пути (с момента полного наполнения тормозных цилиндров до остановки поезда). Причем путь подготовки тормозов определяется по формуле $s_П = 0{,}278 v_0 \cdot t_П$,

где v_0 — начальная скорость движения поезда;

$t_П$ — время подготовки тормозов к действию, определяемое из выражения

$t_П = a — (c \cdot w_c / b_т)$, где a и c — коэффициенты, зависящие лишь от типа подвижного состава и длины поезда;

$b_т$ — удельная тормозная сила поезда;

w_c — удельное сопротивление от профиля пути (спрямленного способом ПТР или с учетом длины и массы поезда);

по интервалам времени — предложенный сотрудниками АО «ВНИИЖТ» метод численного интегрирования, который учитывает изменение во времени расчетного тормозного коэффициента.

Вместе с тем, совершенно очевидно, что ручка крана машиниста оказывается в тормозном положении не сразу после обнаружения машинистом препятствия (или возникновения иной ситуации, при которой требуется немедленная остановка поезда), а спустя некоторое время. Это время можно назвать временем восприятия, а соответствующий этому времени путь, пройденный поездом, — путем восприятия.

К сожалению, действующие в настоящее время на железнодорожном транспорте нормативы не предусматривают расчет пути восприятия. Однако на необходимость его учета неоднократно обращали внимание такие авторитетные специалисты в области безопасности движения, как д-р техн. наук, профессор РГУПС В.Г. Козубенко [3] и канд. техн. наук, профессор ПГУПС Г.С. Афонин [2].

На наш взгляд, при расчете пути восприятия необходимо учитывать следующие факторы:

- ✓ в течение восприятия машинистом опасной ситуации поезд следует в режиме тяги или выбега (в зависимости от конкретных условий ведения поезда);
- ✓ время восприятия вполне может быть установлено по нормативам, содержащимся в печатных трудах [3] и [4]. Например, деятельность пилота по управлению воздушным судном [4] определяется как

$T_{ОБЩ} = T_{ВОС} + T_{ОБОБЩ} + T_{ОЦЕН} + T_{В.\,ПР.\,РЕШ.} + T_{ДЕЙСТВ}$,

т.е. перед собственно действием предусматривается время на восприятие, обобщение, оценку ситуации и принятие решений. К сожалению, ничего подобного железнодорожные нормативы не содержат.

Время восприятия показаний приборов [4] колеблется от 0,2 до 0,56 с, время их обобщения — от 0,3 до 1,5 с. Значения времени оценки и принятия решения колеблются в пределах от одной до нескольких секунд, а ответная реакция — не более нескольких десятых долей секунды. То есть общее время с момента обнаружения некой ситуации до собственно действия (в нашем случае — перемещения главной рукоятки контроллера в нулевое положение, а ручек тормозных кранов — в положение экстренного торможения) находится в пределах от 2,5 до 3… 5 с.

Приведенные данные согласуются с выводами В.Г. Козубенко: в сложной ситуации время реакции (под этим термином подразумевается параметр, аналогичный $T_{ОБЩ}$) может доходить до 5 с. [3]. Причем в данной книге неоднократно подчеркивается, что на деятельность машиниста влияют многие факторы, в том числе отношения с членами семьи и коллегами.

Анализ судебных материалов за последние годы подтверждает выводы д-ра техн. наук В.Г. Козубенко и дает основания полагать, что сегодня многие ошибки локомотивных бригад связаны со взаимодействием их со своими непосредственными руководителями — машинистом-инструктором (ТЧМИ) и заместителем начальника депо по эксплуатации (ТЧЭ).

Основным документом, регламентирующим деятельность ТЧМИ, в настоящее время является «Положение о машинисте-инструкторе локомотивных бригад», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 30.10.2014 № 2565р.

Авторы этой статьи считают необходимым привести собственные заключения.

① Из-за системы оценки качества работы ТЧМИ, включающей в себя количество привлеченных к ответственности членов локомотивных бригад (положение № 2565р; приложение 1; отчет машиниста-инструктора по итогам работы за месяц, квартал), авторитет этого руководителя крайне низок и его воспринимают не как наставника, а как надзирателя.

② По причине запрета выполнять поездную работу чаще, чем один раз в месяц (в особо оговоренных случаях — три раза в месяц; п. 1.5 Положения № 2565р) ТЧМИ зачастую теряют навык управления тяговым подвижным составом и не могут на практике показать машинисту, как необходимо управлять поездом в различных условиях.

③ Зачастую в ТЧМИ идут не из желания поделиться опытом и знаниями, а из карьерных соображений, а также желания уйти от тяжелой поездной работы.

④ Из боязни быть наказанными за неверные действия своих помощников машинисты не стремятся обучить их приемам вождения поездов, передавая управление тяговым подвижным составом во время регулярных поездок.

Решение этой проблемы авторы видят в обращении к опыту коллег по транспортному цеху — пилотов гражданской авиации. При проведении индивидуальной работы с летным составом пилот-инструктор приходит в кабину полноценным членом экипажа. В случае если работа проводится с командиром воздушного судна, то пилот-инструктор ставится в наряд вторым пилотом; если же работа должна быть проведена со вторым пилотом, то пилот-инструктор занимает кресло командира воздушного судна. При подготовке командира воздушного судна из числа вторых пилотов пилот-инструктор несколько недель выполняет совместную с ним летную работу.

Если железной дороге перенять опыт авиаторов, то результат не заставит себя долго ждать, и будут достигнуты положительные результаты.

❶ Машинист-инструктор станет высококвалифицированным специалистом, к которому можно будет обратиться с любым вопросом или просьбой о практическом навыке и с которым можно будет говорить «на одном языке».

❷ Из числа машинистов-инструкторов со временем исчезнут карьеристы, не желающие выполнять поездную работу.

❸ Подготовка кандидатов в машинисты выйдет на абсолютно иной качественный уровень.

❹ Прежде чем обязывать машиниста выполнять какую-либо дополнительную работу, при этом сокращая вспомогательное время, ставить другие непростые задачи, руководители будут задумываться, насколько это выполнимо — ведь им самим придется все это делать.

Однако прежде, чем изменять характер работы ТЧМИ, его нужно избавить от огромного количества бумажной работы. На сегодняшний день АРМ ТЧМИ, является не помощником, а обузой, ибо ведение бумажной документации не отменено. Возможно, в изменении будет нуждаться и само автоматизированное рабочее место машиниста-инструктора.

Если же, помимо ТЧМИ, поездную работу будут периодически выполнять и заместители начальников депо по эксплуатации, да и сами начальники депо из числа бывших машинистов, то атмосфера в локомотивных депо станет абсолютно другой. Исчезнет страх машиниста перед наказанием, сама собой разрушится репрессивная система, при которой попадание под проверку автоматически означает для машиниста выявление какого-либо нарушения.

Начальник депо, проведя хотя бы раз в месяц смену на маневровой работе или поездку за контроллером, сможет воочию увидеть, какие условия он создал для качественного исполнения своих обязанностей его подчиненными. Помимо этого, выполнение руководителями депо так называемых «нормативов личного участия» перестанет быть формальным.

Все приведенные в статье обстоятельства авторы полагают существенными как при выполнении судебно-технических экспертиз, так и для корректировки нормативной базы в сфере эксплуатации тягового подвижного состава.

Библиография

1. Правила тяговых расчетов для поездной работы, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 12.05.2016 № 867р.

2. Бахолдин В.И., Афонин Г.С., Курилкин Д.Н. Основы локомотивной тяги: учебное пособие. – М: 2014. – 308 с.

3. Козубенко В.Г. Безопасное управление поездом: вопросы и ответы. – М: 2005. – 320 с.

4. Картамышев П.В., Игнатович М.В., Оркин А.И. Методика летного обучения. – М.: 1987. – 279 с.

5. Положение о машинисте-инструкторе локомотивных бригад ОАО «РЖД», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 30.10.2014 № 2565р.

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ

О.Л. ЯКОЦУЦ,
психолог, начальник физкультурно-оздоровительного центра эксплуатационного локомотивного депо Абакан II Красноярской дирекции тяги

Выбор профессии для человека — очень важный этап, который определяет всю его дальнейшую жизнь. Этот выбор обусловлен целым спектром психологических и личностных качеств, которые в совокупности формируют общую готовность к той или иной профессии. В данной статье хотелось бы отразить именно социально-психологические аспекты выбора профессий машиниста и помощника машиниста, так как данная профессия востребована, социально значима и требует специальной подготовки.

Как же осуществляется выбор профессии мужчинами, которые хотят управлять стальным монстром? Чтобы выяснить суть профессионального выбора, на базе эксплуатационного локомотивного депо Абакан II был проведен профессионально-ориентированный опрос работников локомотивных бригад.

По мнению 30 % машинистов и 28 % помощников, выбор профессии был связан с советом родителей, близких и друзей, которые донесли преимущество профессии, убедили в выборе на основании собственного опыта работы. 12 % машинистов и 7 % помощников сделали выбор по *«наследственному»* принципу, т.е. определились с профессией с детства, так как их родители были потомственными железнодорожниками, и их детство прошло на железнодорожных станциях, где они наблюдали за проезжающими поездами. В 21 % случаев у машинистов и в 9 % случаев у помощников профессия была выбрана случайно или ситуативно, когда надо было быстро найти надежную работу.

В 37 % случаев у машинистов и в 56 % — у помощников выбор профессии был обусловлен сознательным предпочтением профессии, связанной со стабильной экономической составляющей, позволяющей получать достойную заработную плату и социальные гарантии.

Анализ психологической составляющей профессии позволил выявить следующее: профессия работника локомотивной бригады дает уверенность и стабильность, определяет уровень самоотношения, самоуверенности и самооценки. Формирует такие качества, как обучаемость, умение следовать инструкциям, умение контролировать эмоциональные состояния, нести ответственность за собственное здоровье, быть готовым к стрессовым ситуациям.

Среди личностных качеств работники локомотивной бригады отмечают высокий уровень ответственности, профессиональное мастерство, пунктуальность, осведомленность, добросовестность, целеустремленность, умение работать в команде, легкую обучаемость, коммуникабельность, доброжелательность, инициативность, психологическую настойчивость в достижении цели, оперативность в принятии решений, тягу к постоянному саморазвитию и самообразованию.

Работа машиниста, в том числе и помощника машиниста, невозможна без отличного зрения, цветоощущения, точного глазомера, острого слуха, так как бригада постоянно связана с движением поездов большой массы, с высокими скоростями, в любое время суток и года. Следует также отметить и хорошую память, коммуникабельность, быстроту мышления и мыслительных операций.

Одним из психологических аспектов работы локомотивной бригады является высокий уровень ответственности за собственное психическое и физическое здоровье, так как требования к здоровью человека, находящегося на поездной работе, — самые высокие по сравнению с другими профессиями. Особое место в работе локомотивной бригады отводится психологической устойчивости (стрессоустойчивости), умению сохранять хладнокровие и самообладание в любой сложной и нестандартной обстановке, способность принимать единственно правильные и взвешенные решения в конкретной ситуации.

По результатам опроса было установлено, что большую роль в формировании решения стать работником локомотивной бригады играют и специальные профессиональные навыки, приобретенные в процессе подготовки к работе, связанной с высоким уровнем безопасности движения. Среди них можно выделить навыки работы с электрооборудованием, технические навыки.

Также выявлены эстетические элементы профессионального благополучия: надежность самого локомотива, возможность получать эстетическое наслаждение, наблюдая за проезжающими уголками природы, изменениями в природе, связанными со сменой времени года, восхищением мощью путевых конструкций, мостов и тоннелей, масштабностью перевальных участков, дорожных виражей.

Среди социально-значимых аспектов работы можно отметить возможность карьерного роста, стабильную заработную плату, социальные гарантии, которые обеспечивает ОАО «РЖД».

И самое важное то, что независимо от стажа, работники локомотивной бригады считают свой труд именно мужественным, именно мужским и не предпринимают попытки альтернативной смены профессии даже при условии финансового выигрыша. Им важно содержание работы, которое дает именно железная дорога.

В качестве подтверждения результатов опроса хочу привести примеры отзывов локомотивных бригад о своей работе.

По мнению лидера профсоюзной организации депо **Бориса Анатольевича Бадмаева**, проработавшего машинистом 17 лет, профессия «Машинист» имеет особое звучание, потому что она связана с тяжелой, напряженной и ответственной работой. И с его точки зрения, большинство тех, кто принимает профессию машиниста, сталкивались с этой профессией еще с самого детства. У кого-то это преемственность поколений, трудовые династии. А некоторые люди пришли в профессию в зрелом возрасте, уже после службы в армии, и профессия машиниста просто поглотила их, втянула в себя и до сих пор не может отпустить.

Работа в должности машиниста — это, во-первых, стабильность в финансовом плане, постоянная востребованность, чувство гордости за то, что машинисту доверяют тысячи тонн народнохозяйственных грузов, человеческие жизни, и всё это находится в его руках, напрямую зависит от его профессионализма.

Профессия всегда накладывает свой отпечаток и становится образом жизни. Что под этим понимать? Самодисциплину, собранность, постоянное повышение уровня своих знаний, не только профессиональных, но общеобразовательных. Без этого просто невозможна работа машинистом. В противном случае машинист, не соблюдающий эти нормы, будет считаться случайным человеком в профессии, будет постоянно иметь проблемы по работе, переживать и нервничать в кабине локомотива — а вдруг неисправность или нестандартная ситуация? Работа такому человеку станет в тягость.

А на работу надо идти с хорошим настроением. Недаром говорят: счастлив тот, кто с радостью идет на работу, а потом с радостью возвращается домой. При такой напряженной работе, как у машиниста, конечно, очень важно, чтобы дома была спокойная, стабильная обстановка, чтобы дома его ценили, уважали, любили, ждали. Ну а машинисту надо своими делами доказать семье, что всё это не напрасно.

В Китае локомотивная бригада приходит на работу за шесть часов до поездки, далее на глазах у администрации отдыхает, и если была в семье какая-то напряженность, то за время отдыха она утихнет, и человек поведет поезд с ясной головой. В поездке никакая посторонняя мысль не должна отвлекать машиниста от работы.

Не каждому помощнику машиниста, даже с отличием закончившему дортехшколу или другое учебное заведение по профессии машинист, дано пересесть на правое крыло и управлять локомотивом. Для работы машинистом необходимо наработать практический опыт, иметь мгновенную реакцию, подкрепленную большим

объёмом знаний для принятия единственно верного решения при возникновении нестандартной или аварийной ситуации. Время для принятия решения отсчитывается только в секундах, и чем раньше машинист примет важное и правильное решение, тем неоценимо верным будет выход из определенного положения. А результаты оцениваются в миллионах рублей, и что ещё более важно — в сотнях человеческих жизней.

Да, это всё работа машиниста. В былые времена, не такие уж далекие, в депо были передовые машинисты, образцы для подражания, пример, на который необходимо равняться. В настоящее время таких машинистов мало. Если посмотреть записи в служебных формулярах, то не найти ни одного человека, не имеющего после каких-либо проверок замечаний или даже нарушений. В результате на данный момент все машинисты слились в серую массу, которая уже заранее в чем-то виновна.

Если нет машинистов-передовиков (а это огромное упущение кадровой работы), то появляются машинисты-оппозиционеры, люди, которые, чтобы оправдать свои недостатки и упущения в работе, ищут эти недостатки и упущения во всем — в организации труда и отдыха, в самом руководстве. Если рассмотреть такого машиниста-оппозиционера, то это или человек, случайно занявший профессию машиниста, или человек с повышенным содержанием лени.

Машинист-профессионал работает, набирается практического опыта, повышает свой класс квалификации. Предприятие вкладывает в него огромные средства для обучения, при этом, конечно же, ждет отдачи от машиниста. Квалифицированный машинист, имея практический опыт, I или II класс, профессиональное образование, начинает чувствовать, что ему необходимо встать на следующую ступень, пора передавать свой накопленный опыт менее опытным, молодым машинистам.

Так было раньше, но сейчас всё поменялось. В машинисты-инструкторы машинистов, имеющих подходящие анкетные данные, тянут. К чему это ведёт? Согласитесь, трудно работать и общаться анкетному машинисту-инструктору с опытным профессионалом — не хватает ни знаний, ни авторитета. В результате складываются довольно сложные отношения опытного машиниста с машинистом-инструктором, затормаживающие, а то и заканчивающие профессиональный рост.

К сожалению, анкетными бывают не только машинисты-инструкторы, но и руководители более высокого звена, которым очень трудно понять простую рабочую ситуацию, не представляя её практически, не побывав в такой ситуации самому. Отсюда идут разговоры на повышенных тонах, нарабатываются «профилактические мероприятия», как лекарства не от той болезни, что, естественно, ни к чему хорошему не ведет.

Такая обстановка ведет к напряжению в работе машиниста. Опытные старослужащие уже говорят, что в нашей профессии самое простое — это вести поезд, а самое сложное — справляться с валом мероприятий, телеграмм, указаний. Здравому человеку после этих слов становится ясно, что в локомотивном хозяйстве что-то пошло не так.

Большинство локомотивных бригад, настоящие профессионалы своего дела, готовы добросовестно выполнять свои должностные обязанности, но что же мешает? А мешает огромное множество распоряжений, указаний, и самое главное — нередкое разночтение в этих указаниях и инструкциях, где один пункт может прямо противоречить другому. Один технологический процесс может быть описан в нескольких инструкциях. Создается впечатление, которое пугает, что есть большие проблемы с профессионализмом у людей, которые составляют инструкции для работы локомотивных бригад.

Всё больше и больше требований предъявляется к локомотивным бригадам, а все ли эти требования необходимы для обеспечения безопасности движения поездов? Если есть практический опыт работы машинистом, несложно примерить очередное требование «на себя», доказать вышестоящим руководителям, что в настоящее время локомотивное хозяйство перенасыщено указаниями и распоряжениями, и многие никакой практической пользы не приносят, появляются для перестраховки.

Даже если рассмотреть мероприятия после очередного проезда запрещающего сигнала, то увидим, что эти мероприятия отрабатываются, контролируются, а через месяц случается новый проезд. Получается лекарство не от той болезни или махровый формализм, что самое страшное. В настоящее время таких руководителей, которые могут позволить себе обсудить распоряжение вышестоящего начальства и аргументированно доказать несостоятельность распоряжений, нет, ибо такие обсуждения навлекут очень много проблем этим умникам. Не могут вышестоящие руководители позволить такое и согласиться, что необходима корректировка какого-либо распоряжения.

Предъявляя локомотивной бригаде высокие требования, остается рассмотреть, что локомотивное хозяйство дает работникам локомотивных бригад? А даёт очень много. Гарантированное повышение квалификации за счет работодателя, при добросовестном выполнении должностных обязанностей, бесплатное обеспечение формой, спецодеждой, средствами индивидуальной защиты. Современные тренажеры, компьютерную технику, профилактории и оздоровительные центры.

Вводятся в эксплуатацию современные локомотивы, постепенно вытесняют старый парк, отличаются большей надежностью, улучшенной эргономикой кабин. Всё для качественной работы есть, профессионалам остается отсечь лишнее — определить круг обязанностей всем работникам без исключения, а самое главное, чтобы эти обязанности были выполнимы, и выполнимы во время, установленное Трудовым кодексом РФ. И никакой штурмовщины, для нестандартных ситуаций должен быть дежурный персонал. Так наладится работа, и опять все станут ходить на службу с удовольствием.

Машинист электровоза **Алексей Вениаминович Исакин**, имеющий 10-летний стаж на железной дороге, по совету родителей выбрал именно ту профессию, которая принесла ему жизненную стабильность, удовлетворение, возможность наслаждаться стуком колес мощной машины и пейзажами за окном.

С точки зрения машиниста тепловоза **Александра Иннокентьевича Ковригина**, стаж работы которого составляет 29 лет, в его выборе профессии сыграли роль преемственность поколений, а также интерес к технике. Александр считает, что работа машиниста принесла в его жизнь стабильность и социальную защищенность, а самое главное — работа дает ему «вкус движения» и понимание того, что жизнь не стоит на месте.

Машинист электровоза **Эдуард Николаевич Хайров** считает, что он связан с этой профессией с детства, потому что его семья проживала на железнодорожной станции. Он всегда встречал и провожал взглядом проходящие поезда, чувствовал их запах, слышал уникальный по своему характеру гудок локомотива. И сейчас, уже будучи профессионалом своего дела, считает, что данная профессия — именно для мужчин, так как она связана с высоким уровнем риска и умением принимать мгновенные правильные решения.

По мнению помощника машиниста **Владимира Александровича Назаренко**, в работу его привел случай, который оказался счастливым, и именно этот случай позволяет сейчас получать удовольствие от правильно принятого решения и профессионального самоопределения.

Анализ полученных результатов и мнений машинистов и помощников позволил прийти к выводу о том, что осознанный выбор будущей профессиональной деятельности предполагает осмысление позитивных и негативных аспектов профессии, к которой человек испытывает интерес, и возможность в результате этого осмысления сделать свободный выбор. Важнейшим условием осознанного выбора профессии является объективное представление личности о своих особенностях и возможностях, требованиях профессиональной деятельности и социально-экономических условиях. Результатом осознанного выбора является относительно определенный, положительно эмоционально окрашенный и реалистичный план, как минимум, ближайших шагов на профессиональном пути.

Среди детерминации профессионального выбора профессии машиниста и помощника локомотивной бригады следует отметить как внешние факторы — социально-экономическую защищенность, так и внутренние, связанные с личным осознанием реализации в профессии.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116У

(Окончание. Начало см. «Локомотив» № 3, 2017 г.)

Управление ослаблением возбуждения. В схеме тепловоза 2ТЭ116У предусмотрены две ступени ослабления возбуждения. Для этого предназначены два групповых контактора КМ8 и КМ9 (КШ1 и КШ2), а также резисторы шунтировки R25 — R30. УОИ обеспечивает управление контакторами КМ8 и КМ9 в зависимости от напряжения тягового генератора. Величины напряжения генератора, при котором происходит ослабление ($U_{ТГ\ осл}$) и усиление ($U_{ТГ\ усил}$) возбуждения, приведены в табл. 1.

В устройство U6 введены программные задержки, которые обеспечивают управление контакторами с интервалом не менее 10 с. На время включения контакторов защита по боксованию отключается, чтобы исключить ложные срабатывания при неодновременном замыкании контактов группового контактора. На 1, 2 и 3-й позициях контроллера машиниста контакторы КМ8 и КМ9 всегда отключены.

Основные параметры электропередачи. В режиме «Тяга» устройство U6 задает внешние характеристики тягового генератора в соответствии с табл. 2. Устройство получает измеренные значения выхода реек ТНВД, напряжения и токов на выходе выпрямителя U1, частоты вращения вала дизеля. По этим параметрам регулируется нагружение тягового генератора.

Рассчитывают заданную мощность из соотношения: $P_{полн.\ зад} = P_{сел} + dP_{рейки}$, где $P_{сел}$ — нижнее фиксированное значение мощности, задается программно, как функция второго порядка от частоты вращения вала дизеля (n), т.е. каждому значению n соответствует определенное значение заданной мощности.

Второе слагаемое $dP_{рейки} = K(I_{зад} - I_{изм})$, где K — константа; $I_{зад}$ — заданный в программе таблично для каждой позиции выход реек ТНВД для обеспечения нужного уровня мощности; $I_{изм}$ — фактический выход реек.

УОИ, регулируя ток возбуждения тягового генератора, управляет напряжением на выходе выпрямительной установки, выводя его на заданный уровень. Заданное напряжение рассчитывается по соотношению: $U_{зад} = P_{полн.\ зад}/I_{BV}$, где I_{BV} — измеренный ток на выходе выпрямительной установки. По разности заданного и измеренного напряжения изменяется и величина тока возбуждения.

В начале движения мощность на первой и второй позициях фиксирована, темп приращения мощности составляет 20 кВт/с, чтобы обеспечивалось плавное трогание поезда. В зависимости от заданного номера позиции контроллера машиниста УОИ задает в электронный регулятор дизеля нужную частоту вращения.

Электронный регулятор начинает отрабатывать задание, выдвигая рейку ТНВД на подачу. Вместе с ростом частоты вращения УОИ увеличивает ток возбуждения тягового генератора, нагружая дизель по селективной характеристике, т.е. уровень задаваемой мощности определяется $P_{сел}$, а $dP_{рейки} = 0$. После выхода дизеля на номинальную частоту вращения, соответствующую установленной позиции, и уровень мощности $P_{сел}$, соответствующий этой частоте, устройство U6 включает программный регулятор рейки ТНВД.

Выход реек ТНВД исправного дизеля и регулятора, соответствующий $P_{сел}$, однозначно меньше выхода реек, соответствующего $P_{полн.\ зад}$. Величина $dP_{рейки}$ определяет необходимый уровень добавления мощности, снимаемой с дизеля. Вместе с повышением мощности (за счет увеличения тока возбуждения генератора) растет измеренное значение выхода реек. И в тот момент, когда заданное и измеренное значения реек совпадут, заданный уровень мощности будет достигнут.

Если темп изменения (приращения) $P_{сел}$ определяется только n, то темп изменения $dP_{рейки}$ определяется величиной рассогласования $(I_{зад} - I_{изм})$. Чем меньше рассогласование, тем меньше темп приращения мощности, чтобы избежать перерегулирования. Темпы приращения мощности варьируются в пределах 5 — 20 кВт/с. Необходимо отметить, что для каждой позиции введено программное ограничение приращения мощности $dP_{рейки}$. Наименьшее его значение не может быть меньше нуля, а максимальное значение — приведено в табл. 3. Таким образом, уровень полной мощности для каждой позиции не может иметь значение ниже селективного уровня для этой позиции.

Если при нагружении дизеля из электронного регулятора дизеля приходит сигнал ограничения подачи топлива по давлению наддува, то система начинает снижать уровень $dP_{рейки}$ темпом 10 кВт/с. При снятии ограничения $dP_{рейки}$ начинает расти с темпом, определяемым рассогласованием $(I_{зад} - I_{изм})$. Значение параметров выхода реек и мощности для каждой позиции приведены в табл. 3. Когда сбрасывают позиции контроллера, уровень мощности снижается не как функция частоты вращения, а как функция позиции КМ. Таким образом, устройство U6 отвечает за уровень селективной характеристики тепловоза и за поддержание заданного зна-

Таблица 1

Напряжение усиления и ослабления возбуждения ТЭД

Позиция КМ	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$U_{ТГ\ осл}$, В	375	417	442	450	475	483	500	533	558	583	600	625
$U_{ТГ\ усил}$, В	270	300	318	324	342	348	360	384	402	420	432	450

Таблица 2

Внешние характеристики тягового генератора (ТГ)

Позиция КМ	Частота вращения вала дизеля, об/мин	Напряжение холостого хода на ТГ, В	Отсечка по напряжению на выходе ТГ, В	Отсечка по току на выходе ТГ, А
1	350 ± 6	110 ± 5	110 ± 5	2880 ± 150
2	470 ± 6	150 ± 5	170 ± 5	3240 ± 150
3	590 ± 6	205 ± 5	350 ± 5	3600 ± 150
4	680 ± 6	240 ± 5	450 ± 5	3960 ± 150
5	735 ± 6	270 ± 5	500 ± 5	4700 ± 150
6	770 ± 6	300 ± 5	530 ± 5	5200 ± 150
7	790 ± 6	320 ± 5	540 ± 5	5500 ± 150
8	810 ± 6	350 ± 5	570 ± 5	5750 ± 150
9	820 ± 6	370 ± 5	580 ± 5	5850 ± 150
10	845 ± 6	400 ± 5	600 ± 5	6120 ± 150
11	875 ± 6	425 ± 5	640 ± 5	6480 ± 150
12	905 ± 6	440 ± 5	670 ± 5	6900 ± 150
13	940 ± 6	460 ± 5	700 ± 5	6900 ± 150
14	970 ± 6	470 ± 5	720 ± 5	6900 ± 150
15	1000 ± 6	500 ± 5	750 ± 5	6900 ± 150

Таблица 3

Заданный выход рейки

Позиция КМ	Частота вращения вала дизеля, об/мин	Мощность на выходе ВУ, $P_{сел}$, кВт	Заданный выход рейки, код. ед.	Ориентировочный уровень полной мощности, $P_{полн}$, кВт	Ограничение приращения мощности dP, кВт
1	350 ± 6	120	620	120	0
2	470 ± 6	220	685	220	0
3	590 ± 6	325	765	325	0
4	680 ± 6	415	1008	570	300
5	735 ± 6	581	1140	780	300
6	770 ± 6	700	1275	970	400
7	790 ± 6	780	1320	1080	350
8	810 ± 6	855	1389	1190	400
9	820 ± 6	900	1400	1230	450
10	845 ± 6	1010	1467	1360	450
11	875 ± 6	1160	1560	1550	500
12	905 ± 6	1330	1670	1740	500
13	940 ± 6	1540	1770	1920	500
14	970 ± 6	1700	1860	2080	500
15	1000 ± 6	1900	2000	2230	500

Примечание. $P_{сел}$ — нижнее фиксированное значение мощности тягового генератора, задается как функция частоты вращения вала дизеля, датчик положения реек топливных насосов исключен из контура регулирования; $P_{полн}$ — мощность тягового генератора при включении датчика положения в контур регулирования мощности.

чения выхода реек ТНВД. Уровень полной мощности при заданном выходе реек должна обеспечить настройка электронного регулятора.

Подсистема поосного регулирования касательной силы тяги. Подсистема предназначена для эффективного использования сцепного веса локомотива в условиях ухудшенного сцепления между колесом и рельсом, что позволяет реализовать максимально возможное тяговое усилие. Кроме того, подсистема выполняет функцию защиты от боксования.

На каждой колесной паре установлены датчики частоты вращения ДПС-У-01 (BR1-6). Сигналы с этих датчиков поступают в устройство U6, которое контролирует скорость вращения и ускорение каждой колесной пары. Если обнаруживаются превышение скорости вращения колесных пар более чем на 6 % от минимальной, увеличение ускорения более чем 1,5 км/ч за 1 с, то устройство U6 снижает напряжение соответствующего ТЭД с помощью шестиканального управляемого выпрямителя U1.

Диапазон нечувствительности к боксованию (т.е. когда система не изменяет напряжение на тяговом генераторе) находится в зоне от 120 до 100° регулирования открытия тиристоров на управляемом выпрямителе колесной пары. Если диапазона регулирования не хватает (скорости колесных пар не выравниваются), то УОИ воспринимает это как боксование и останавливает рост напряжения на тяговом генераторе. Звуковой сигнал боксования не подается.

Когда обнаруживается проскальзывание двух колесных пар, срабатывает сирена боксования и плавно снижается мощность тягового генератора темпом 10 В/с. При проскальзывании трех и более колесных пар также срабатывает сирена боксования, и напряжение снижается с темпом 30 В/с.

После восстановления сцепления колесных пар с рельсами мощность тягового генератора и напряжение на ТЭД плавно увеличиваются до номинальной величины, но с меньшим темпом, чем при нормальной работе для исключения повторного срыва в боксование. На ДМ предусмотрена сигнализация проскальзывания (боксования) колесных пар. На «Основном кадре» надписи «А» или «Б» меняют свой цвет на желтый в зависимости от боксующей секции.

Взаимодействие U6 (УОИ) с электронным регулятором дизеля. На тепловозе 2ТЭ116У установлен дизель-генератор с электронным регулятором дизеля ЭРЧМ30Т3-06. Электронный регулятор — самостоятельная микропроцессорная система, имеет в своем составе независимый блок питания БП (U8), блок управления БУ (U9), исполнительное устройство ИУ (YA1) и датчики.

Электронный регулятор и устройство U6 взаимодействуют путем обмена информацией о заданных и текущих параметрах дизеля. Обмен информацией осуществляется через последовательный интерфейс, выполненный в виде токовой петли с гальванической развязкой.

Устройство U6 передает в ЭРД режим работы тепловоза («Стоп», «Холостой ход», «Тяга»), разрешение/запрет топливоподачи в дизель, значение заданной частоты вращения вала дизеля в соответствии с установленной позицией контроллера машиниста. Электронный регулятор передает в устройство U6 текущие параметры дизеля и показания датчиков: измеренную частоту вращения коленчатого вала, ротора турбокомпрессора; давление масла на входе в дизель; код выхода реек топливных насосов; дискретные сигналы ограничения по наддуву, о малом давлении масла, об остановке дизеля по давлению масла и по предельной частоте вращения.

Циклы обмена информацией следуют через одинаковые промежутки времени, равные 50 мс (т.е. обмен информацией происходит 20 раз в секунду). В случае потери связи между УОИ и электронным регулятором каждая из систем выполняет определенные действия:

- U6 переводит электрическую схему тепловоза в режим холостого хода (контакторы КМ10, КМ11, КМ1 — КМ7 выключены), на дисплейном модуле выводится сообщение «Нет связи с ЭРД»;
- ЭРД снижает частоту вращения коленчатого вала до 350 об/мин, т.е. выводит дизель на частоту вращения холостого хода.

Электрический реостатный тормоз. МСУ-ТП обеспечивает следующие режимы электрического реостатного торможения:

- предварительное торможение в течение 6 с усилием ≈ 4 тс для одной секции тепловоза;
- служебное торможение с поддержанием заданной скорости движения при управлении от контроллера машиниста (первая позиция ≈ 75 км/ч, вторая ≈ 70 км/ч, третья ≈ 60 км/ч, четвертая ≈ 50 км/ч, пятая ≈ 40 км/ч, шестая ≈ 30 км/ч, седьмая ≈ 20 км/ч и восьмая позиция ≈ 0 км/ч) с выполнением ограничений по току возбуждения и токам якорей тяговых двигателей;
- замещение электрического тормоза пневматическим при неисправности или малой эффективности первого (на скоростях ниже 10 км/ч);
- перевод дизеля на повышенную частоту вращения коленчатого вала (470 об/мин) для обеспечения охлаждения тяговых двигателей.

Во всех режимах электрического реостатного тормоза устройство U6 обеспечивает соблюдение параметров: ограничение тока якоря тягового двигателя по коммутации 630 А при 100 км/ч, по максимальному значению — 650 А, а также ограничение максимального тока возбуждения тяговых двигателей — 800 А. Режим предварительного торможения предназначен для сжатия состава при служебном торможении и действует в течение 6 с, обеспечивая тормозное усилие, составляющее приблизительно 4 тс для одной секции тепловоза.

Управление режимами электрического тормоза осуществляется тумблером «Тормоз-Тяга» и заданием позиций торможения на контроллере машиниста. Локомотив может быть переведен в режим электрического торможения только из режима «Выбег», т.е. задатчик позиций контроллера машиниста должен находиться на нулевой позиции, тумблер «Движение» включен, реверсивный тумблер установлен в положение «Вперед» или «Назад», тумблеры SA1 — SA6 (ОМ1 — ОМ6) включены, давление воздуха в главном резервуаре — не ниже 5 кгс/см^2, блокировки дверей ВВК SQ3 и выпрямителя SQ1, SQ2 замкнуты, контакты датчика пневматического торможения разомкнуты.

Для перевода локомотива в режим электрического тормоза тумблер «Тормоз-Тяга» устанавливают в положение «Тормоз». При этом система включает вентиль жалюзи электрического тормоза Y1 (ВЖТ) и контролирует их открытие по состоянию блокировок жалюзи SQ4 и SQ5. Затем контроллер машиниста переводят в одну из тормозных позиций. Устройство U6 в автоматическом режиме выполняет следующие действия:

- закрывает тиристоры на всех управляемых выпрямителях U1;
- закрывает тиристоры на блоке кремниевых выпрямителей U2 без отключения контакторов КМ10 (КВВ), КМ11 (КВГ);
- поднимает частоту вращения вала дизеля до 470 об/мин для лучшего охлаждения тяговых двигателей;
- включает вентиль блокировки пневматического тормоза Y2, чтобы предупредить подачу воздуха в тормозные цилиндры локомотива;
- подает питание на катушку тормозного переключателя QS3 (тормоз) и контролирует процесс переключения тормозного переключателя, который собирает тормозную схему в цепях тяговых двигателей;
- включает контакторы КМ1 — КМ6 для подключения тяговых двигателей к тормозным резисторам, контролируя процесс их включения;
- вызывает срабатывание поездного контактора КМ7 для подключения последовательно соединенных обмоток возбуждения ТЭД к выводам «плюс» и «минус» первого управляемого выпрямителя выпрямительной установки U1, с контролем его включения;
- открывает тиристоры устройства U2, задавая напряжение на выходе тягового генератора –150 В;
- регулирует угол открытия первого выпрямителя U1, чтобы обеспечить необходимый ток возбуждения ТЭД.

Сборка схемы электрического тормоза завершена. Если возникает неисправность, то на дисплей выдается аварийное сообщение, сборка прекращается, и силовая схема приводится в состояние режима холостого хода. При этом система обесточивает вентиль Y2 и включает вентиль замещения Y3. Локомотив будет заторможен пневматическим тормозом. Вентиль Y1 (ВЖТ) отключается только при выключении тумблера «Тормоз-Тяга». Аналогичным образом система включает режим замещения при скорости локомотива ниже 10 км/ч.

Если сборка схемы ЭТ прошла успешно, то устройство U6 в течение 6 с обеспечивает режим предварительного торможения с тормозным усилием 4 тс. По окончании предварительного торможения устройство U6 поддерживает заданную скорость движения, установленную контроллером машиниста, постоянно контролируя юз колесных пар. В случае возникновения юза автоматически снижается тормозная сила до прекращения опасного режима.

При скорости локомотива ниже 10 км/ч (действие ЭТ неэффективно) или при срабатывании защиты по токам якорей или току возбужде-

ния тяговых двигателей устройство U6 разбирает схему электрического тормоза, отключает вентиль Y2 и включает вентиль Y3. Происходит замещение электродинамического тормоза пневматическим.

Разборку схемы ЭТ устройство U6 осуществляет в обратном порядке с контролем отключения аппаратов:

- закрывает тиристоры устройств U1, U2;
- отключает контакторы КВВ, КВГ;
- при достижении токов якорей ТЭД 150 А отключает поездные контакторы КМ1 — КМ6, КМ7;
- снижает частоту вращения коленчатого вала дизеля до 350 об/мин;
- включает КВВ, КВГ;
- открывает тиристоры U2, обеспечивая напряжение на тяговом генераторе 110 В.

Те же действия устройство U6 выполняет при установке контроллера машиниста на нулевую позицию без включения вентиля замещения Y3.

В режиме электрического тормоза допускается подтормаживание краном вспомогательного тормоза (локомотивным краном) до давления в тормозных цилиндрах не более 1,4 кгс/см^2, при котором включается датчик пневматического торможения SP1 (ДПТ). Если появляется сигнал от контактов SP1, то для исключения блокировки колесных пар система МСУ-ТП разбирает схему электрического тормоза.

Защиты дизеля по температуре воды и масла. Устройство U6 предупреждает сообщением на ДМ о достижении температуры воды на выходе из дизеля более 98 °С, а масла — более 82 °С. Осуществляет сброс нагрузки (переход в режим холостого хода) при достижении температуры воды 105 °С (ВК23) или масла 87 °С (ВК25) с выдачей на ДМ аварийного сообщения. После сброса нагрузки устройство U6 допускает нагружение дизель-генератора только при снижении температуры воды ниже 95 °С и масла — ниже 83 °С.

Кроме того, в масляной и водяной системах установлены реле температуры масла SK30 (ТРМ) и реле температуры воды SK31 (ТРВ). При повышении температуры масла до (87 ± 2) °С и воды до (105 ± 2) °С в устройство U6 поступают дискретные сигналы по цепям:

- 1329 → XT51:1 → 1325 → контакт реле SK30 → 1324 → XT51:2 → 4215 → XT15:60 → 4268 → X6:28 U6;
- 1329 → XT51:1 → 1328 → контакт реле SK31 → 1327 → XT52:5 → 4217 → XT13:33 → 4269 → X6:29 U6.

Устройство U6 осуществляет сброс нагрузки с выдачей аварийного сообщения и переход в режим холостого хода.

Электронное реле «земли». Для защиты от замыкания силовых цепей на корпус тепловоза установлены два преобразователя напряжения — U38 и U39, входные цепи которых соединены последовательно и подключены к «плюсу» и «минусу» выпрямителей U1, а также к корпусу тепловоза. Численное значение сопротивления изоляции определяется измерением напряжений между «плюсом» и «минусом» выпрямителей U1, а также корпусом тепловоза в режиме «Тяга» при напряжении тягового генератора более 100 В.

Численное значение сопротивления изоляции силовых цепей вычисляется устройством U6 при сборке тяговой схемы, а затем обновляется с периодом 4 мин. Значение выводится на дисплей машиниста в кадре «Система возбуждения». В случае снижения сопротивления изоляции одной из силовых цепей ниже уровня 500 кОм на дисплей будет выдано одно из предупредительных сообщений — «R[+] силовой < 500 кОм», «R[–] силовой < 500 кОм», «R[общ] силовой < 500 кОм». Повторно подобные сообщения система диагностики выдает после следующего запуска дизеля и включения режима тяги.

Если в одной из силовых цепей на корпус тепловоза возникает замыкание, то УОИ осуществляет сброс нагрузки, разборку тяговой схемы и выдает на дисплей соответствующее сообщение — «Земля в [+] силовой цепи», «Земля в [–] силовой цепи».

Обеспечение системой защит электрической схемы тепловоза. Устройство U6 обеспечивает защиту электрической схемы тепловоза 2ТЭ116У по следующим предельным параметрам:

- ток тягового генератора на выходе ВУ — 7500 А;
- ток тягового двигателя — 1250 А;
- ток возбуждения тягового генератора — 250 А;
- ток ТЭД в режиме электрического тормоза — 780 А;
- ток возбуждения ТЭД в режиме электрического торможения — 880 А;
- ток резистора при нагружении ДГУ на тормозные резисторы — 750 А;
- ограничение по коммутации ТЭД — 680 А × 100 км/ч;
- рассогласование по токам электродвигателей вентиляторов охлаждения тормозных резисторов — 40 А;
- ток электродвигателя вентилятора охлаждения тормозных резисторов — 290 А.

Если любой из перечисленных параметров превышает предельные значения, то система УОИ обеспечивает сброс нагрузки и перевод электрической схемы тепловоза в режим холостого хода. При этом на ДМ выводится аварийное сообщение, указывающее параметр, из-за превышения которого сработала защита.

Повышение давления в картере дизеля. Когда в картере дизеля появляется давление, превышающее предельное значение, оговоренное в ТУ на дизель, замыкаются контакты U-образного манометра A1-SL. При замыкании контактов реле К12 — повторителя A1-SL система УОИ получает сигнал (2255 → XT14:26 → 2396 → X6:16 U6) и осуществляет остановку дизеля с выводом на ДМ сообщения «Давление газов в картере дизеля (A1-SL)».

Обрыв тормозной магистрали. При обрыве тормозной магистрали поезда или нарушении ее целостности включается реле К3. От замыкающего контакта реле К3 (1052 → X14:12 → 1053 → X7:26 U6) сигнал поступает в U6. Если тепловоз находился в режиме тяги, то система УОИ разбирает тяговую схему и переводит тепловоз в режим холостого хода. Если тепловоз находился в режиме ЭТ, то включается режим замещения электрического тормоза пневматическим. На ДМ выводится сообщение: «Обрыв тормозной магистрали (К3)».

Пожарная сигнализация. Для обеспечения пожарной безопасности на тепловозе 2ТЭ116У установлен блок пожарной сигнализации. Если ее автомат не включен, то система УОИ не позволит осуществить запуск дизеля с выдачей аварийного сообщения: «Отключен автомат пожарной сигнализации».

При работающем дизеле срабатывание блока пожарной сигнализации УОИ информирует машиниста — «Пожар». В этом случае дизель не останавливается, и схема не разбирается для того, чтобы отвести тепловоз на безопасное от поезда место. Сирена пожарной сигнализации управляется только от блока пожарной сигнализации.

Защита дизеля по давлению масла. При давлении масла в системе дизеля менее 0,3 кгс/см^2 (0,03 МПа) размыкается контакт датчика давления A1-SP3, который отключает питание от катушки реле К10. Данное реле отключается и размыкает вспомогательный контакт, что информирует устройство U6 о создании предпускового давления масла: XT15:9-23 → 1051 → X23:15 → вспомогательный контакт К10 → X23:11 → 2234 → XT14:10 → 2376 → X6:14 U6. Устройство U6 разбирает схему пуска и выдает аварийное сообщение на ДМ.

Если в течение 12 с прокрутки вала дизеля не замыкается контакт датчика давления масла A1-SP1, то система УОИ прекращает запуск дизеля с выдачей аварийного сообщения «Давление масла ниже нормы РДМ4 (A1-SP1)». Когда давление масла становится менее 0,15 МПа (1,5 кгс/см^2) при работе на 12 — 15-й позициях, размыкается контакт датчика давления A1-SP2 и поступает дискретный сигнал в устройство U6, которое в этом случае отключает режим тяги и выдает аварийное сообщение на ДМ «Сброс нагрузки A1-SP2».

ЭРД самостоятельно контролирует давление масла на входе в дизель и при его снижении передает в систему УОИ признак недостаточного давления (предупредительная сигнализация) и признак достижения ограничительной характеристики (аварийная сигнализация) по давлению масла, одновременно останавливая дизель. В первом случае устройство U6 выдает на ДМ сообщение «Мало давление масла (ЭРД)», а во втором — «Останов дизеля — мало давление масла (ЭРД)».

С.В. СЕРГЕЕВ,
заведующий лабораторией АО «ВНИКТИ»,
А.В. ПАРХОНИН, И.И. ГОРОДЕЦКИЙ, Н.А. ЗАМЯТКИН, инженеры,
И.В. РУБАНИК,
начальник конструкторского бюро ПАО «Луганскстепловоз»

НЕКОТОРЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЦЕПЯХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ ЭП1

Без малого 20 лет эксплуатируются электровозы переменного тока серии ЭП1 на сети дорог Российской Федерации. За эти годы в их конструкцию и электрические схемы внесли ряд изменений, позволивших улучшить работу экипажной части, пневматического и электрооборудования. Редакция журнала «Локомотив» неоднократно публиковала перечни основных усовершенствований, которые были подготовлены ведущими сотрудниками ОАО «ВЭлНИИ» и преподавателями Юго-Восточного центра профессиональных квалификаций (см. «Локомотив» № 1, 3 за 2010 г.; № 11, 12 за 2011 г.; № 11, 12 за 2014 г.). Напомним, что локомотивы ЭП1 (с № 383 — ЭП1М) имеют общую сквозную нумерацию. Электровозам ЭП1П присвоены номера, начиная с № 001.

Сегодня редакция журнала «Локомотив» публикует перечень изменений в конструкции и электрических схемах электровозов серии ЭП1, который составил наш читатель из депо Уссурийск Дальневосточной дирекции тяги А.А. КАБАНЦЕВ. Надеемся, что статья будет полезной нашим читателям.

№ 002. Внедрены телемеханическая система бодрствования машиниста ТСКБМ-50, унифицированная автоматическая система пожаротушения КТС-УАСП, кондиционер КТГ-Э-1.У1 вместо КТА-0,5Э-01А.

№ 003. Вместо преобразователя частоты и числа фаз ПЧЧФ-120 (U5) применен преобразователь частоты и числа фаз ПЧФ-136, а также изменена схема его подключения. При этом снято промежуточное реле KV45. В цепях управления контакторами К1, КМ41, КМ42 исключены контакты промежуточного реле KV10. Вместо промежуточного реле KV10 применено реле времени КТ10.

В цепь управления контактором КМ14 вместо контактов реле KV10 введены контакты реле КТ10. В цепь управления промежуточным реле KV15 введены контакты КТ10. Контакты промежуточных реле KV43, KV46, KV47 и контакторов КМ9, КМ10, КМ17 перенесены из цепи управления реле KV15 в цепь управления реле КТ10.

В цепях управления контакторами ослабления возбуждения, промежуточными реле KV21 — KV23 и в цепи подачи информации о наличии и отсутствии тяги в устройство КЛУБ от контроллера машиниста (провод А273) вместо панелей диодов ПД-615 (U33, U35, U57, U58) применены диоды КД-203Д (V1 — V4). Задействован контакторный элемент 77-78 контроллеров машиниста (цепь питания сельсинов). Автоматические выключатели SF17, SF18 «Переключатели» отключены от общего питающего провода Н09 (выход 1 шкафа питания ШП-21) и подключены к общему питающему проводу Н010 (выход 2 шкафа питания ШП-21).

Сняты выключатели S5, S6 «Отпуск тормозов». Вместо них для отпуска тормозов задействован выключатель блока выключателей S19, S20 (выводы 43, 44). В цепь управления главным выключателем QF1 введены контакты переключателей SA3, SA4. Изменена цепь управления контактором КМ43 и промежуточным реле KV63. При этом вместо панели диодов ПД-615 (U61) применен диод КД-203Д (V7).

В цепи включения ЭПТ вместо выключателей АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 10 А, $5I_н$ (SF45, SF46) применены выключатели АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 10 А, $2I_н$. В цепях питания микропроцессорной системы управления и диагностики (МСУД) вместо выключателей АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 16 А, $2I_н$ (SF91 — SF93) применены выключатели АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 10 А, $5I_н$. Вместо шкафа типа МСУД применен шкаф типа МСУД1. Снят блок питания А59. Вместо блоков фильтра БФ-530 применены панели фильтров ПФ-687.

В цепь питания сельсинов введены контакты контроллеров машиниста. Изменены схема кабеля 25 и его подключение к блоку связи А104. Изменено подключение проводов от датчика угла поворота к разъему Х13 шкафа МСУД1. Провод Н71 переключен с разъема Х11 (контакт 8) шкафа МСУД1 на разъем Х16 (контакт 22). Исключены выключатели ЭПТ «Аварийно» и изменено подключение контактов промежуточного реле KV11. Сняты выключатели S5, S6 «Отпуск тормозов» и вместо них для отпуска тормозов использованы выключатели в блоках выключателей S19, S20.

В системе САУТ-ЦМ вместо источника питания локомотивной электронной аппаратуры ИП-ЛЭ-50 применено устройство ИП-ЛЭ-50/600. Вместо электропневматической приставки ПЛК1.02.000-01 внедрена электропневматическая приставка 206. Введен кабель 15 для обеспечения регистрации включения САУТ на скоростемере второй кабины. Изменено подключение кабеля 01 к разъему Х14 блока коммутации А105 и кабеля 11 к разъему Х14 блока коммутации А106. Изменено подключение кабеля 03 к разъему Х3 блока электроники А103.

№ 005. В качестве минусового питающего провода использован провод Т92 вместо Н059 (штепсельные разъемы Х12 в блоке коммутации А40 и Х17 в блоке электроники А41). Исключена подача информации от шкафа МСУД и контроллера машиниста о наличии и отсутствии тяги по проводу А273 и введена от провода Л1 через контакты промежуточного реле KV22. В цепях питания САУТ-ЦМ вместо выключателей АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 16 А, $2I_н$ (SF58, SF59) применены выключатели АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 10 А, $5I_н$.

От вывода 1-21 блока коммутации А106 отключен провод Н059 и введена перемычка Т110 между проводами 1 — 21 блоков коммутации А105 и А106. Вместо комбинированного пожарного извещателя ИПК-ТУ (SK42) применен пожарный тепловой извещатель ИПТ. Провода, соединяющие приемо-контрольный пожарный прибор ППКП с пожарными извещателями и сигнальными табло ТС, а также прибор управления ПУ-Э с секциями генераторов аэрозолей и генераторами аэрозолей, заменены экранированными проводами.

№ 006. Для изготовления венца зубчатой полумуфты передаточного механизма вместо стали 45 применена сталь 45ХН.

№ 009. Исключен специальный упорный болт-фланец для крепления внутренней обоймы подшипника блока шестерен тягового редуктора.

№ 012. Вместо вилки ВШ-Ц-2-01-6/220 (Х43) применена вилка В6-507. В тяговом двигателе НБ-520В якорный подшипник 80-32138К2М заменен подшипником 80-32138К3М. В тяговом редукторе увеличена толщина зуба венца зубчатого колеса на 0,3 мм и толщина зуба шестерни на 0,25 мм.

№ 013. Вместо датчиков угла поворота ДПС-У установлены датчики угла поворота ДПС-У-5, вместо неэкранированных кабелей 26 — 29 применены экранированные, изменены обозначения их чертежей. Сняты провода А277, А278, А281, А282, ранее предназначавшиеся для связи МСУД (разъем Х8) с САУТ-ЦМ. Внедрена система автоматического управления торможением САУТ-ЦМ/485.Ц1 вместо САУТ-ЦМ. Вместо датчиков угла коммутации ДУК-4 (Т15 — Т18) применены ДУК-4-01.

№ 014. Радиостанции «Транспорт РВ-1» (АЗО) заменили радиостанциями «Транспорт РВ-1.1М». Во вспомогательных электродвигателях НВА-55 внедрены подшипники 70-2315КМШ с увеличенным радиальным зазором.

№ 017. Вместо конденсаторов КЭК-0,5-3802 (С101 — С106, С114 — С116) применены конденсаторы КПС-0,5-3802, исполнение 1. Снят ограничитель перенапряжений ОПН-0.64УХЛ2 (F6) с обмотки собственных нужд тягового трансформатора. В цепях питания электроплиток введены контакты переключателей SA3, SA4 для исключения возможности включения электроплитки в нерабочей кабине. В пневматической схеме редуктор КР4 перенесен с импульсной магистрали в питательную. На блоке тягового трансформатора введена рейка зажимов в цепях низковольтных проводов (для быстрого съема каркаса с разъединителями Р-45).

№ 019. В импульсной магистрали пневматической системы введен кран КН74.

№ 020. Вместо разрядника РВКУ-3,3 А01 (F7) в цепи питания отопления поезда применен ограничитель перенапряжений ОПН-II-3УХЛ2. Изменены обозначения чертежей всех кабелей. Вместо общего кабеля, подключенного к штепсельным разъемам Х10, Х11 блока коммутации А40, применены индивидуальные кабели для каждого из этих разъемов.

№ 022. Радиостанция «Транспорт В-1.1М» (А30) переключена на питание от аккумуляторной батареи по двухпроводной цепи. Сняты промежуточные реле KV31, KV33. В цепь удерживающего электромагнита главного выключателя QF1 введены контакты реле перегрузки КА8 (защита цепей отопления поезда) вместо контактов KV31. Возврат электротепловых токовых реле КК11 — КК17 осуществляется с помощью выключателя «Возврат реле» без промежуточного реле (KV33). Внедрено изделие остекления ОТИ-1052 (с электрообогревом лобовых стекол).

Введен нагреватель Е9 санузла, подключенный к обмотке собственных нужд через контакты промежуточного реле KV77 и плавкую вставку F18. Введены промежуточное реле KV77 и реле температуры SK6 для управления нагревателем Е9 санузла. Изменено обозначение выводов панели конденсаторов ПК-599 (С22). Сняты блоки диодов БД-1 (U81 — U84) и введены развязывающие диоды в блоке сигнализации БС-117-01 (А23, А24).

Исключена резервная электрическая цепь от контроллеров машиниста с диодами V3 (V4) и проводом А273. Введен развязывающий диод V4 в цепь подачи информации о наличии и отсутствии тяги через контакты KV22. Задействована цепь подачи информации о наличии и отсутствии тяги от МСУД по проводу А273. Масленки для смазывания подшипников тягового редуктора заменены трубками. Введен лючок для прохода шланга слива масла из тягового трансформатора.

Кран вспомогательного тормоза типа 214 (215) заменен краном № 254. В шкафу питания ШП-21 вместо электромагнитного контактора МК-8 применили контактор МК-8-01. В блоке мотор-компрессора вместо пальцевой муфты воспользовались баллонной.

№ 023. Изменена уставка срабатывания реле перегрузки РТ-269 (КА8) с 600 ± 30 А на 500 + 30 А (для повышения защищенности обмотки отопления тягового трансформатора). Внедрен комплекс средств сбора и регистрации данных типа КПД-3В вместо механического скоростемера 3СЛ2М-150П. Снят блок управления гребнесмазывателем А22 в кабине 2. В кабине 1 применен блок управления А21 типа АГС8.10М2-2 вместо АГС8.10М-01, в связи с этим изменена схема его подключения. Снято промежуточное реле KV16 и изменены цепи управления пневматическим устройством У5 и промежуточными реле KV11 — KV13.

Автоматические выключатели SF19, SF20 «Тяга» отключены от питающего провода Н09 (выход 1 шкафа питания ШП-21) и подключены к общему питающему проводу Н010 (выход 2 шкафа питания ШП-21). В цепь управления клапанами песочниц вместо контактов промежуточного реле KV85 введен релейный выход КПД-3В, замыкающий цепь при скорости электровоза выше 10 км/ч.

Задействован резервный провод А270 для подачи информации в КПД-3В от МСУД (разъем Х17) о наличии и отсутствии тяги. Введены цепи для подачи в КПД-3В информации о положении кранов машиниста. При этом введены панели диодов U67 — U69, U97 — U99 и фильтр Z21. Автоматические выключатели АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 10 А, $5I_н$ (SF58, SF59) и фильтр ПФ-687 (Z5) заменены на выключатели АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 5 А, $2I_н$ и фильтр ПФ-857.

Сняты штепсельные разъемы Х12 и изменены обозначения проводов 12 и 13 на Т81, Т82 кабелей 05, 013 в связи с внедрением комплекса КПД-3В вместо скоростемеров 3СЛ2М-150П. К блокам А105, А106 подключены провода Т81, Т82 вместо проводов 12, 13 кабелей 05, 013. Вместо информационного провода А273 (0 В — наличие тяги, 50 В — отсутствие тяги) к панели А111 подключен провод А270 (50 В — наличие тяги, 0 В — отсутствие тяги). Изменено устройство дистанционного пуска, установленное в кабине 2, с А44 на А37.

№ 024. Крепление валиков гидродемпферов выполнено с использованием корончатых гаек со шплинтами (вместо гаек и пружинных шайб). Снижено сечение монтажных проводов в цепи индуктивных шунтов со 185 до 150 мм^2. Уменьшен расчетный ток контактов разъединителя в цепи обмотки возбуждения до 630 А. В переключателе собственных нужд применены контактные элементы на ток 630 А.

№ 025. Исключен нижний ряд жалюзи на стенках кузова (вентиляционных систем МВ1 и МВ2).

Увеличены усилия контрольной спрессовки зубчатой полумуфты с торсионного вала с 50 до 90 тс и фланца резинокордной муфты с вала блока шестерен с 50 до 70 тс. Конденсаторы вспомогательных электродвигателей перенесены из компрессорного помещения под блок аппаратов 12. В тяговом двигателе НБ-520В применены пальцы кронштейнов щеткодержателей по черт. 5ТС.277.009 (вместо пальцев по черт. 5ТС.277.018).

№ 026. В цепях питания двигателей М15, М16 привода компрессоров исключен конденсатор С106 и изменен тип электротепловых токовых реле в связи с применением двигателей НВА-22 вместо НВА-55. Введены промежуточные реле KV49, KV50, катушки которых запитаны от цепей управления контакторами КМ11 — КМ14 через развязывающие панели диодов U71 — U74. Реле KV49 запитано также через контакты пусковых контакторов КМ1 — КМ3, для этого предусмотрены развязывающие панели диодов U53, U54.

В цепь питания панели реле напряжения А1 введены контакты промежуточного реле KV50. Разгрузочные клапаны У15, У16 компрессоров дополнительно запитаны через контакты реле KV01 панели А1 и развязывающие панели диодов U49, U50. Изменены цепи возврата реле и питания катушки контакторов КМ15, КМ16 в связи с применением электротепловых токовых реле (КК15, КК16, КК18, КК19) серии ТРТП.

В цепях КПД-3В введены автоматические выключатели АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 5 А, $5I_н$ (SF81, SF82) и АЕ2541-10ХЛ2, 110 В, 2 А, $2I_н$ (SF85, SF86). Изменена уставка датчика-реле температуры SK9 тягового трансформатора с минус 15 °С на нуль. Блок контроля бдительности машиниста ТСКБМ-К перенесен на сторону машиниста.

№ 028. Приемоконтактирующее устройство (А56) заменено устройством ПКБ. Кабель с преобразователем (40) заменен кабелем из комплекта устройства ПКБ. В кабине машиниста за спиной помощника машиниста введен шкаф для установки оборудования скоростемера КПД-3В.

№ 029. Ограничитель перенапряжений в цепи отопления поезда перенесен на блок тягового трансформатора (из отсека вентилятора МВ3).

№ 031. Штепсельная розетка 47К (Х35, Х36) заменена розеткой РП10-7.3. Вилка (Х37) из комплекта холодильника ХТЭП-9,2 «Холодок» заменена вилкой РП10-7ЛП с целью исключения нарушения полярности при включении в сеть питания холодильника ХТЭП-9,2. Для регистрации диагностической информации на съемную кассету памяти контакт 23:Х16 шкафа МСУД1 соединен с контактом 23:Х12 шкафа МСУД1 (они отсоединены от реле KV63). Реле KV63 соединено с контактом 4:Х12 шкафа МСУД1. Цепь провода Н219 отключена от контакта 24:Х16 шкафа МСУД1 и подключена к контакту 13:Х11. Цепь к контакту 24:Х16 оставлена резервной. На лобовой части кабины нанесена надпись «21 вагон». Введен кран для облегчения запуска компрессора.

№ 036. В цепь отопительной обмотки тягового трансформатора введено электротепловое токовое реле ТРТП-113 РУ3 (КК23) для защиты от длительной перегрузки. Пневматический контактор ПК-5А (К2) заменен на прибор ПК-5А-03. Введены автоматические выключатели «Цепи диагностики» и «Датчики скорости» АЕ2541М-10ХЛ2, 110 В, $2I_н$ (SF88, SF89). Внедрена схема поочередной работы компрессоров независимо от направления движения электровозов. Снято пневматическое устройство УПН-3 (У36). При этом введены панели диодов ПД-615 (U34, U35). Уравнительный резервуар емкостью 55 л заменен резервуаром емкостью 85 л. Введены подножки под кабиной для эвакуации локомотивной бригады при пожаре.

№ 037. Проведены изменения в электрической принципиальной схеме, связанные с обеспечением вывода информации на экран дисплея системы МСУД с запоминанием на съемных кассетах памяти о срабатывании токовых защит. При этом установлена панель гальванической развязки ПГР-888 (А70), добавлена размыкающая блокировка в реле перегрузки РТ-13 (КА1 — КА6), предохранитель (F35) со вставкой 5 А заменен на предохранитель (F5) со вставкой 0,16 А. Провод Н76 от пневматического устройства УПН-3 (У4) заведен в шкаф МСУД1, контакт 12:Х10. Установлена перемычка от контакта 11:Х10 до контакта 17:Х17 шкафа МСУД1. Внедрен блок СПН ЭПТ-М (изготовлен ЗАО «Нейроком») вместо аппаратуры ЭПТ импортного производства (блок управления БУ-ЭП, преобразователь ПТ-ЭПТ-50МУ2, фильтр Ф-ПТУ2).

Автоматические выключатели АЕ2541 М-10ХЛ2, 110 В, $2I_н$ (SF45, SF46) заменены выключателями АЕ2541М-10ХЛ2, 110 В, 16 А, $2I_н$. Автоматические выключатели SF45 (SF46) ЭПТ отключены от провода Н010 (выход 2 шкафа питания ШП-21) и подключены к проводу Н01 (питание от АБ). Сняты автоматические выключатели SF71 «ЭПТ постоянный» и SF72 «ЭПТ переменный». В связи с непосредственным подключением питания аппаратуры СПН ЭПТ М от блока выключателей S19 (S20) снят контактор МК-11-01 (КМ30). Панель конденсаторов ПК-599 (С22) отключена от аппаратуры ЭПТ и подключена в цепь питания блоков индикации системы МСУД (А57, А58).

Сняты: дроссель Д-50 (L22), предохранитель ПР-2ХЛ2 (F30) и резистор (R30). Амперметр М1611, 0 — 10 А (РА11, РА12) заменен амперметром М1611, 10 — 0 — 10 А. Введена панель выпрямителей ПВ-172 (U75) для однополярного протекания тока ЭПТ в датчике М35 (индикация тока ЭПТ системой МСУД). Снят тумблер ПТ26-2 (S145) в связи с наличием в СПН ЭПТ М функции дублирования питания в контрольной линии ЭПТ. Сняты тумблер ПТ26-1 (S146) и панель диодов ПД-615 (U67, U97) в связи с тем, что в блоке СПН ЭПТ М заложена функция управления ЭПТ из ведущего или ведомого локомотива. Промежуточное реле РП-279 (KV90) заменено устройством РП-280.

№ 039. Блок 4 и шкаф питания ШП-21 сдвинуты в сторону кабины на 50 мм (для улучшения входа в высоковольтную камеру). Введена пропитка в компаунде ВЗТ-1 главных и добавочных полюсов тягового двигателя НБ-520В. Введена пропитка в компаунде ВЗТ-1 обмоток статора электродвигателей НВА-55 и НВА-22.

№ 041. Источник электропитания локомотивной электронной аппаратуры ИП-ЛЭ-50/600 мощностью 600 Вт (А101) заменен источником питания ИП-ЛЭ-50/800 мощностью 800 Вт.

№ 043. Исключена подсветка индикации «РН» блока сигнализации (А23, А24). В схеме электронного скоростемера КПД-3В панель ограничения напряжения ПОН-386 (А53) заменена панелью фильтра ПФ-446, блок согласования и контроля (А49) заменен на модуль гальванической развязки датчиков типа Л178 СК МГРД СК2. Введены теневые шторы на боковых окнах кабины, чтобы исключить засветку дисплея МСУД, сигнальных индикаторов и измерительных приборов на пульте управления.

№ 044 (опытный). В цепь питания включающего электромагнита УА1 главного выключателя введены контакты промежуточного реле KV23. Ограничение числа включений главного выключателя при срабатывании токовых защит тягового трансформатора осуществляется с помощью шкафа МСУД, который после трехкратного срабатывания токовой защиты блокирует включение KV23. Введен тумблер S39 «Снятие запрета включения ГВ», обеспечивающий возможность включения реле KV23 и ГВ при отключенной аппаратуре шкафа МСУД.

Двигатель ДМК-1М/50 УХЛ2 (М35) заменен двигателем П22К-50У2. Холодильник ХТЭП-9,2 «Холодок» (Е27) заменен переносным термоэлектрическим холодильником-сумкой «Вояж» модель ХТП-1802.

№ 045 (опытный). Транспортный кондиционер КТГ-Э-1.У1 (Е31, Е32) заменен кондиционером НВ1/10М, сняты блок питания кондиционера БПК-235 (А2), пульт управления КТГ-Э-1.03.00.000 (А3, А4), датчики-реле температуры ДТКБ-44 (SK3, SK4), автоматический выключатель АЕ2541М-10ХЛ2, 380 В, 16 А, $2I_н$ (SF5).

№ 045. Блоки резисторов БР-1-01 (R91, R92) и балластные сопротивления БС-437 (R95, R96) заменены балластными резисторами БР-121 (R91, R92), БР-122 (R93, R94), БР-120 (R95, R96). Сняты лампы подсветки РН55-15 (EL35, EL36). Автоматические выключатели АЕ2541М-10ХЛ2, 110 В, 10 А, $5I_н$ (SF91 — SF93) заменены комбинированными выключателями АЕ2544М-10ХЛ2, 110 В, 6,3 А, $10I_н$, IP20. Упрощена схема цепей управления с учетом отсутствия режима работы электровоза по системе многих единиц.

Низковольтная катушка реле контроля «земли» (KV1) с токоограничивающим резистором (R10) включены в цепь питания катушек реверсов. Изменена схема сбора режима тяги и режима рекуперации. При этом сняты промежуточные реле РП-280 (KV18) и РП-282 (KV25). Разъединитель Р-15 (SQ7) заменен разъединителем Р-26. Вместо реле времени РЭВ-300 (КТ1) применили реле времени РЭВ-301. Контактор возбуждения ПК-10А-02 (К1) заменен контактором ПК-10А-03.

Питание на контактор включения вентилятора охлаждения ББР (КМ14) подается от выключателя «Вспомогательные машины» блока выключателей S19 (S20) через блокировку тормозного переключателя. Изменена схема включения быстродействующих выключателей (А11-QF11 — А11-QF13, А12-QF11 — А12-QF13) как при питании тяговых двигателей от контактной сети, так и от сети депо. При этом снято промежуточное реле РП-282 (KV40), промежуточное реле РП-283 (KV21, KV41) заменено реле РП-280. Разъединитель Р-45-02 (QS3 — QS6) заменен разъединителем Р-45.

Изменена схема включения вспомогательных машин. При этом снято реле времени РЭВ-49 (КТ7), упрощена схема включения контактора отопления поезда ПК-5А-03 (К2). В результате проведенных изменений уменьшено число автоматических выключателей цепей управления. Сняты автоматические выключатели SF15 (SF16) «Возврат защиты», SF17 (SF18) «Переключатели», SF23 (SF24) «Контакторы возбуждения», SF31 (SF32) «Вентилятор 3», SF33 (SF34) «Вентилятор 4». Токовое реле КА8 (защита обмотки отопления тягового трансформатора) из блока 4 перенесено в трансформаторный отсек.

№ 047 — 062 (опытные). Установлен однофазный кондиционер КТГ-Э-3.У.1, 220 В (Е31, Е32). В связи с этим изменен способ подключения кондиционера к блоку питания БПК-235 (А2).

№ 047. Усилена крышка люка над трансформаторным отсеком (для исключения излома швеллеров в районе установки главного выключателя).

№ 048. Токовые уставки штепселя с кабелем (Х5, Х6) и розеток (Х7, Х8) увеличены с 600 до 800 А. Изменены технические условия на изделия [ТУ3456-002-11118762—93 (КТО.364.002ТУ) на ТУ3456-002-11118762—97].

№ 049. Изменен тип разъединителя Р-49-01 (А11-QS11 — А11-QS13, А12-QS11 — А12-QS13) на Р-49-02 (снята вспомогательная блокировка). Для исключения ложной подсветки лампы «РН» блока сигнализации БС-117-01 (А23, А24) в цепь указанной лампы введена размыкающая блокировка панели реле напряжения ПРН-318-01 (А1). При этом исключена паразитная связь через провод Н244 от цепи контакторов включения пусковых конденсаторов вспомогательных машин.

№ 050. Изменена уставка датчика-реле температуры ТАМ-103-02 (SK9) тягового трансформатора с нуля на минус 15 °С.

№ 051. Произведена замена блока индикации БИ-4 (А45, А46) на БИ-4М/150Б из состава аппаратуры КПД-3В (изменение поставки). Усилено крепление аэрозольных генераторов МАГ-13 в высоковольтной камере. Трансформатор тока Т4 (цепь обмотки отопления поезда) перенесен из блока 4 в трансформаторный отсек. Введена регулируемая страховочная рамка подвески тягового редуктора.

№ 052. Изменены типы переключателя ПН-16 (Q6) на ПН-19, разъединителя Р-26 (QS7) на Р-28 (аппараты стоечной конструкции).

№ 053. Для обеспечения четкой поочередной работы компрессоров реле РП-280 (KV53) заменено реле времени РЭВ-597 (КТ7).

№ 055. Вилка РП10-7ЛП (Х37) исключена из перечня элементов ПЭЗ и введена в комплектность холодильника. Усилено крепление аэрозольных генераторов МАГ-4 в проходном коридоре. Смазка ТАП в системе гребнесмазывания заменена на смазку «Химеко». Бачок

для жидкости (для обмыва стекол) выполнен из коррозионно-стойких сталей. В панели управления ПУ-288 (выпрямительная установка возбуждения ВУВ-118) установлен предохранитель на 3,15 А.

№ 056. В связи с прекращением поставок электроплитка «Нева-80» (Е21, Е22) заменена электроплиткой ЭПЧ 1-0,8/135. В системе САУТ-ЦМ/485 введен выносной динамик Д-ЛБПП (ВА5, ВА6), изменен кабель 01. В связи с прекращением поставок вместо конденсаторов К41-1а (С5, С6, С11 — С14, С17, С18) устанавливают емкости К75-15. Внесены изменения в кулачковый контактор КЭ-153 для исключения излома шунта.

№ 058 — 062 (опытные). В связи с прекращением поставок вместо счетчиков электроэнергии Ф442 применили счетчики СЭТ1-1 (PJ1 — PJ3). Их подключают через контакты промежуточного реле РП-280 (KV16).

№ 060. Введена система КЛУБ-У. В связи с этим сняты прежние системы КЛУБ и КПД-3В, а также панель фильтра ПФ-446 (А53), автоматические выключатели АЕ2541М (SF81, SF82 «Блок индикации БИ-4», SF85, SF86 «Скоростемер»), сигнализаторы давления 115А (SF17, SF18), тумблер ПТ26-1 (S125, S126). Для обеспечения подачи сигнала о нулевом положении контроллера машиниста введено реле РП-279 (KV17). Для регистрации работы оборудования электровоза в аппаратуру КЛУБ-У подается информация о работе компрессоров, свистка, тифона, режимах работы ЭПТ.

Одновременно с установкой аппаратуры КЛУБ-У введено устройство несанкционированного отключения ЭПК ключом (блок контроля несанкционированного отключения ЭПК, А67, А68). В аппаратуре САУТ-ЦМ/485 заменены: блок согласования с АЛС БС-АЛС (А113) блоком БС-КЛУБ, блок связи БС-САУТ-ЦМ (А104) блоком связи БС-ДПС, датчики давления (ВР1 — ВР6) измерительными преобразователями давления.

В комплект аппаратуры САУТ-ЦМ/485 добавлены источник питания ИП-ЛЭ-50/800 (А100), блок зажимов (А103), разветвитель сигналов ДПС РС-ДПС (А115). Из комплекта системы САУТ-ЦМ исключены кабели 03 и 04, добавлены кабели 19, 20, 24, изменены кабели 05, 09, 10, 13. Заменены автоматические выключатели АЕ2541М, 110 В, 25 А, $5I_{н}$, (SF58, SF59 САУТ, КЛУБ) на выключатели АЕ2544М, 110 В, 16 А, $5I_{н}$.

Для подачи сигнала в аппаратуру САУТ-ЦМ/485 о работоспособности ЭПТ введено реле РЭП26-400П (KV18). Из цепи блокировок положения крана машиниста (QS3, QS4) изъяты панели диодов ПД-615 (U68, U69, U98, U99). Для исключения перезапусков блока индикации БИ1 (А57, А58) их запитали от источников ИП-ЛЭ-50/800 (А100, А101) через блокировку контактора КМ43. При этом снята панель конденсаторов ПК-599 (С22), изменен тип контактора КМ43 (МК-63-02 на МК-63-01), заменены кабели 41 и 42 из комплекта аппаратуры МСУД. Изменен тип блока управления А21 гребнесмазывателем АГС8.10М2-2 (20-Г-87 на 20-Э-87). Аппаратура КЛУБ-У допускает два исполнения для электровоза ЭП1, отличающиеся следующим:

☒ мост М1 и антенна РК (черт. ЦВИЯ.464659.003-01) — для дорог в Азиатской части РФ, в том числе для Московской и Октябрьской дорог;

☒ мост ММ1 и антенна РК (черт. ЦВИЯ.464659.003-31) — для дорог Европейской части РФ, кроме Московской и Октябрьской дорог.

Усилен механизм фиксации зеркал заднего обзора. Усилено крепление подножки для входа в электровоз (в районе люлечного подвешивания). Введена распорная трубка в тормозной системе тележки (для исключения выпадения марганцовистых втулок из кронштейнов подвески). Клапан обмыва лобовых окон перенесен с боковой на торцевую стенку кабины машиниста.

№ 061. Прочность посадки шестерен на вал блока шестерен тягового редуктора стали контролировать крутящим моментом 2,2 тс·м.

№ 063. Установлены однофазные кондиционеры КТГ-Э-У1, 220 В (Е31, Е32). В связи с этим изменено подключение кондиционера к блоку питания БПК-235 (А2).

№ 065 — 069 (опытные). В связи с прекращением поставок счетчиков электроэнергии Ф442 вместо них установлены счетчики СЭТ1-1 (PJ1 — PJ3). Подключение счетчиков PJ1, PJ2 осуществляется через контакты вновь введенного реле РП-280 (KV16).

№ 066. По результатам приемосдаточных испытаний первого электровоза, оборудованного аппаратурой КЛУБ-У, внесен ряд изменений:

- для передачи сигналов светофора в аппаратуру МСУД питание +50 В подано из цепей автоматики в блок согласования интерфейсов А77 аппаратуры КЛУБ-У;
- для подачи информации о работе второй кабины электровоза в блок коммутации А40 аппаратуры КЛУБ-У «плюс» подается от источников стабилизированного питания А100, А101 через блокировку SA4. «Минус» данного сигнала также соединен с «минусом» источников А100, А101;
- изменен тип преобразователей давления в аппаратуре САУТ-ЦМ/485 и КЛУБ-У;
- изменен чертеж антенны W6 из комплекта КЛУБ-У, чертежи блока зажимов А102, А103 и пульта машиниста А107, А108 из комплекта САУТ-ЦМ/485.

№ 067. Для того чтобы сигнал «Тяга — Рекуперация» поступал от тормозных переключателей обоих блоков силовых аппаратов в шкаф МСУД (А55), задействованы блокировки А11-QT1, А12-QT1. При этом изменена цепь питания индикатора «В4» блока сигнализации А23, А24.

Внутренние поверхности шкафов в кабине машиниста начали отделывать тонколистовым металлом. В шкафу кабины предусмотрено место для хранения средств индивидуальной защиты. Увеличен размер окна под подвижным контактом и введены овалы в неподвижном контакте в выключателе ВБ-8. Внедрена тормозная колодка, рекомендованная ВНИИЖТ (черт. 44-2.87).

Введен контроль в эксплуатации уровня смазки в зубчатой муфте приводного механизма. Произведена перегруппировка автоматических выключателей на блоке 3 (вместе сгруппированы автоматические выключатели, включающие обогреватели в зимнее время). Пробка и штуцер резервуара для обмыва лобовых окон изготовлены из коррозионно-стойкого материала.

№ 070 — 079 (опытные). Для проведения эксплуатационной проверки разместили ограничители перенапряжений ОПН-25М УХЛ1 (F1) по ТУ3414-006-52147576—2002.

№ 071. Потолок кабины обшит металлопластовыми листами вместо бумажно-слоистого пластика. Под печами в кабине машиниста установлен металлический лист и негорючий изоляционный материал (асбест) толщиной 15 мм.

№ 072. В связи с ужесточением требований к питающему напряжению холодильника «Вояж» (Е27) установлен блок питания БП-192 вместо устройства БП-18 (А15). Для гальванической развязки нагревателей санузла, компрессоров, главного выключателя применили трансформатор ТО-127 (Т19). Чтобы защитить его цепь питания, установили предохранитель F19.

Введена сигнализация о наличии давления в тормозных цилиндрах каждой тележки на блоках сигнализации А23, А24 («ТЦ1» — «ТЦ3»). В связи с перегоранием плавкой вставки предохранителя F36 в цепи питания вспомогательного компрессора М35 ее номинал увеличен с 25 до 35 А. Введены опрессовка катушек сглаживающего реактора РС-38 усилием 5 тс и пропитка их эпоксидным компаундом.

На контакторе ПК-5А (цепь отопления поезда) применили удлиненный стержень (стойку) и дополнительный изолятор на стержне для повышения изоляционной прочности. Введены маслосъемные каналы на центре зубчатого колеса для спрессовывания колесной пары с оси. Установлены дополнительные распорные втулки в тормозной системе, чтобы исключить самопроизвольное спрессовывание марганцовистых втулок в кронштейнах подвески. Изменена установка изолированного кронштейна для подвески головок тормозной магистрали (для исключения перегиба рукавов).

№ 073 — 092 (опытные). Для проведения эксплуатационной проверки установлены счетчики активной электрической энергии А2D-4-А0-00-Т+ и А2D-4-00-00-Т+ по ТУ4228-001-29056091—94 (PJ1, PJ2) вместо трех счетчиков Ф442.

(Продолжение следует)

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТЕЛЕЖЕК ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ ЧС

В минувшем году в журнале «Локомотив» был опубликован ряд материалов, в которых рассказывалось об особенностях конструкции чехословацких электровозов и режимах работы их электрических цепей. Член редакционного совета журнала, преподаватель Ожерельевского колледжа железнодорожного транспорта И.А. ЕРМИШКИН подготовил новую серию статей. В ней будут более подробно рассмотрены конструкция механической части, особенности работы электрооборудования и рекомендации по его обслуживанию. Предлагаем нашим читателям первую часть из нового цикла материалов.

Тележки локомотивов воспринимают тяговые и тормозные усилия, боковые, горизонтальные, вертикальные силы при прохождении неровностей пути и передают их через шкворневой узел на раму кузова. В процессе выпуска пассажирских электровозов в их конструкции применяли несколько видов тележек. Конструктивные особенности каждой отражены в так называемой осевой формуле локомотива.

Так, пассажирские электровозы постоянного тока ЧС2, ЧС2Т, ЧС2К имеют осевую формулу 3_0+3_0, которая указывает на две трехосные сочлененные (индекс «+») тележки (рис. 1), а такой же показатель двухсекционного локомотива ЧС7, опирающегося на четыре двухосные тележки, можно представить формулой $2_0—2_0—2_0—2_0$. Индекс «0» означает, что каждая колесная пара «обмоторена» и приводится в движение своим тяговым двигателем (индивидуальный привод).

Общими в конструкции тележек электровозов серий ЧС2 и ЧС7 (рис. 2) являются тяговый привод 2-го класса (опорно-рамное крепление двигателя и опорно-осевое редуктора) и крепление тяговых двигателей к раме. Передача вращающего момента на опорно-осевой тяговый редуктор осуществляется от тягового двигателя через карданный вал с шарниром Гука, расположенным внутри полого вала якоря.

К различиям на электровозах ЧС7 и ЧС2К относят межтележечное сочленение и сбалансированное рессорное подвешивание. Тяговые двигатели расположены «гуськом» за колесными парами к центру кузова.

Тележки электровоза ЧС2К имеют различную систему рессорного подвешивания и связаны между собой с помощью межтележечного сочленения (рис. 3). Конструктивно оно представляет собой стальной шкворень 6, впрессованный во втулку 12, которая своим фланцем запрессована в заднюю поперечину рамы передней тележки и закреплена шпильками и гайками. Шкворень защищен от попадания грязи специальным пыльником.

На шкворень надет шар 7, помещенный между двумя половинками 5 корпуса подшипника. Половинки корпуса скреплены между собой четырьмя болтами 4. Цилиндрические толкатели 9 свободно перемещаются во втулках 8, запрессованных в отверстия кронштейнов 3, которые прикреплены к наружной плоскости задней поперечины рамы задней тележки.

Шаровое соединение позволяет тележкам поворачиваться относительно друг друга как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях (шкворень 6 вместе с шаром 7 поворачивается в шаровых гнездах корпуса подшипника 5), а также немного смещаться вдоль продольной оси электровоза. В направлении, перпендикулярном продольной оси тележки, корпус подшипника 5 перемещается благодаря наличию верхнего и нижнего наличников 11, а также зазору между толкателем и корпусом подшипника 5, равному 6 мм на каждую сторону.

В то же время соединение, не позволяя тележкам взаимно перемещаться в вертикальной плоскости, передает вертикальные силы от одной тележки к другой. Это умень-



Рис. 1. Тележки электровозов ЧС2 и ЧС2К

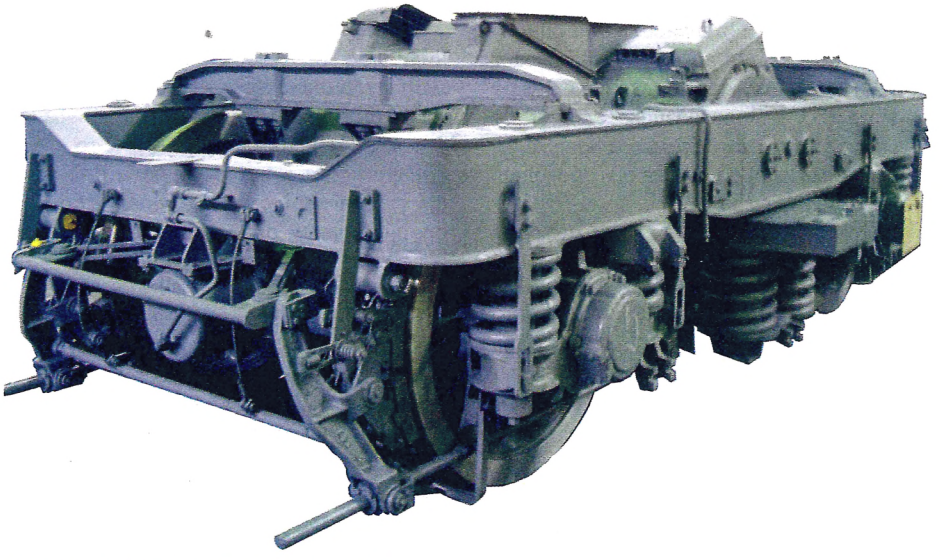


Рис. 2. Тележка электровоза серии ЧС7

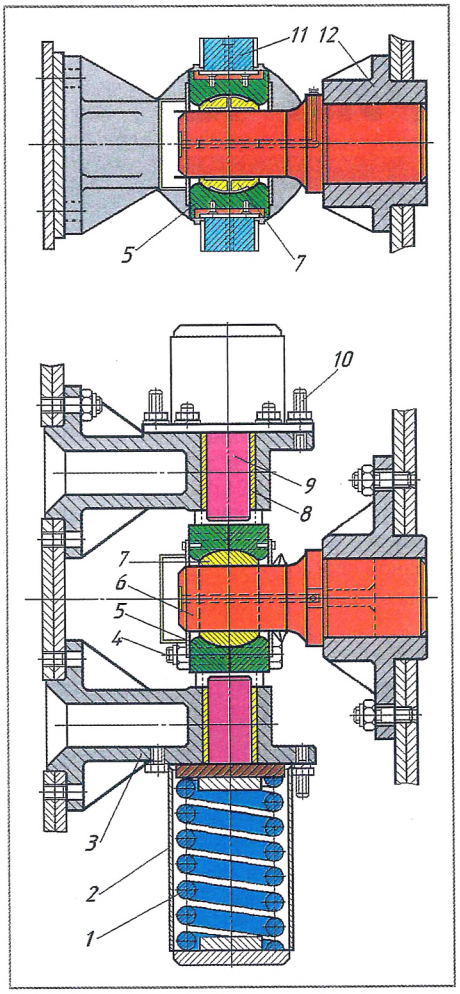


Рис. 3. Межтележечное сочленение электровоза ЧС2К:
1 — пружина; 2 — стакан; 3 — кронштейн; 4 — болт; 5 — корпус подшипника; 6 — стальной шкворень; 7 — шар; 8, 12 — втулки; 9 — толкатели; 10 — шпилька; 11 — наличник

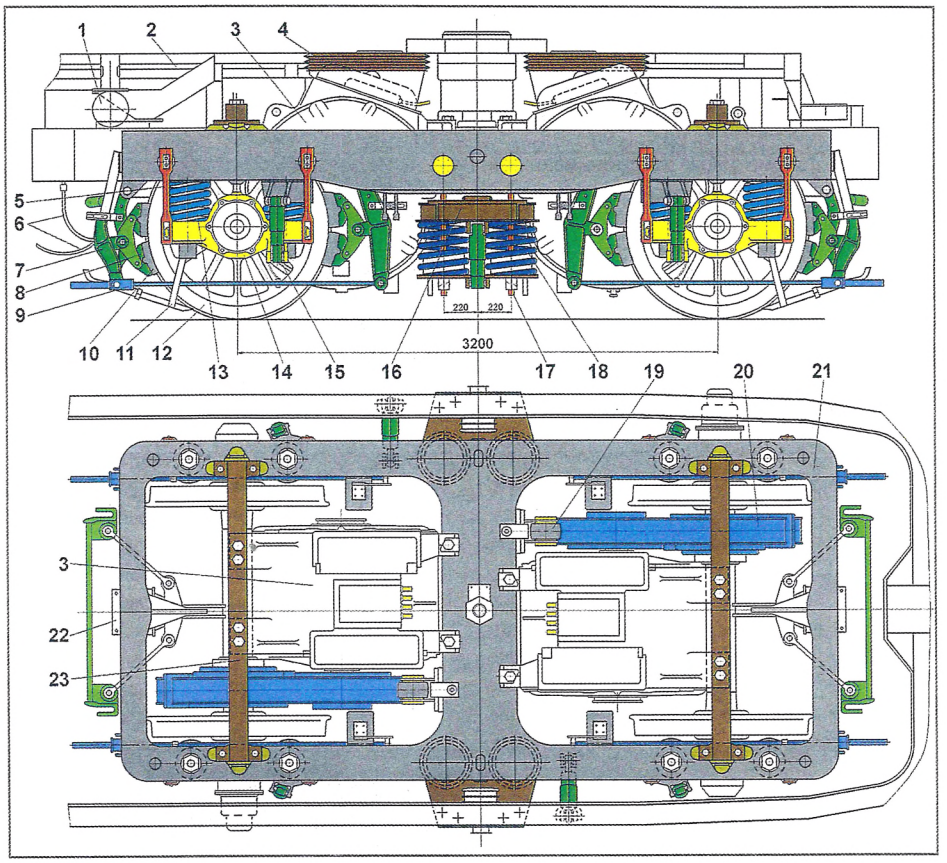


Рис. 4. Конструкция тележки электровоза ЧС7:
1 — цилиндр догружающего устройства; 2 — рама кузова; 3 — тяговый двигатель; 4 — патрубки охлаждения двигателей; 5 — предохранительная скоба; 6 — кабели; 7 — тормозная рычажная передача; 8 — тормозной башмак; 9 — тормозная тяга; 10 — тормозные колодки; 11 — кронштейн песочной трубы; 12 — колесная пара; 13 — буксовая пружина; 14 — букса; 15 — гаситель колебаний; 16 — балка подвешивания кузова; 17 — стержень рессорного подвешивания; 18 — пружина; 19 — подвес редуктора; 20 — тяговый редуктор; 21 — рама тележки; 22 — тормозной цилиндр; 23 — балка подвешивания тягового двигателя

шает разгрузку отдельных колесных пар при реализации силы тяги на ободе колес и повышает использование сцепной массы электровоза.

При взаимном перемещении тележек в горизонтальной плоскости, а также при движении электровоза в кривых участках пути происходят дополнительное сжатие одной и уменьшение сжатия другой возвращающих пружин 1, расположенных в стакане 2. В результате в соединении возникает сила, стремящаяся возвратить тележки в положение, при котором их продольные оси проходили бы через центр шара 7.

Описанное соединение с возвращающим устройством уменьшает силы, возникающие между гребнями колесных пар и головками рельсов при входе и движении электровоза по кривым участкам пути, а, следовательно, уменьшает износ бандажей колесных пар и рельсов, снижает сопротивление движению электровоза в кривых и препятствует сходу тележек с рельсов.

Тележка электровоза ЧС7 (рис. 4) представляет собой двухосную конструкцию, на которой закреплены не только тяговые двигатели 3, но и балка 16 с пружинами 18 центрального рессорного подвешивания кузова.

Рама тележки 21 является основным связующим элементом всех деталей тележки. Она предназначена для передачи и распределения нагрузок на колесные пары 12, передачи тяговых и тормозных усилий от буксовых узлов 14 на раму кузова 2, а также горизонтальных и вертикальных сил от колесных пар при проходе ими неровностей пути.

На раме тележки установлены тормозные цилиндры 22, передающие усилия на элементы тормозной рычажной передачи 7, а также гасители 15 вертикальных колебаний. Тележка имеет тяговый привод 2-го класса с креплением двигателя к раме при помощи специальной балки 23, а редуктора 20 с опорно-осевым подвешиванием — на ось колесной пары 12 и через подвес 19 — непосредственно к раме.

Напомню, что рамы тележек электровозов имеют разнообразную конструкцию, зависящую от располагаемого на ней оборудования, типа тягового привода, а также технологии изготовления. Так, рамы тележек электровоза ЧС7 (рис. 5) состоят из продольных балок 4 (боковин) и концевых балок 1 (брусьев), а также шкворневого бруса 6.

Концевые балки различаются узлом крепления валика и троса, связанного с цилиндром догружающего устройства (см. рис. 4, позиция 1), местом установки планки для крепления сбрасывающего клапана 12. Для увеличения прочности внутрь балки вварены ребра жесткости. В нижней части имеются кронштейны для тормозных подвесок.

Продольные балки, применяемые для сварных рам, изготавливают из отдельных листов, сваренных между собой. При этом удается менять высоту сечения балки по длине с плавным переходом к кронштейнам и получить максимально легкую раму тележки. На боковинах продольных балок (см. рис. 5) приварены кронштейны для крепления предохранительных планок, приливы 10 для гидравлических гасителей колебаний. В зависимости от серии и номера электровоза возможны два варианта исполнения приливов: под валик или шпильку крепления гасителя колебаний.

Чтобы прикрепить балку тягового двигателя, на верхнем листе рамы тележки приварен прилив 3 (рис. 6, разрез F—F). Он имеет резьбовые отверстия М36×3. В боковины рамы тележки вварены кронштейны (см. рис. 5, позиция 5) для крепления средних подвесок тормозной рычажной передачи. Подвеска фиксируется валиком, проходящим через отверстие в кронштейне внутри рамы тележки (см. рис. 6, разрез D—D).

В продольные листы в центре балки вварен узел для крепления стержней центрального люлечного подвешивания кузова. В зависимости от нагрузок на элементы тележки в процессе движения и условий монтажа рамы применяют несколько видов сварных швов. Характерные разрезы и сварные швы показаны на рис. 7.

Конструкция (см. рис. 7, вид R) представляет собой две вставки с запрессованными в них втулками: передней и внутренней, выполненной с упорным буртом. К передней вставке (внутри рамы) приварены ребра жесткости. При этом нижний лист продольной балки имеет отверстие для монтажа стержней подвешивания.

В верхний и нижний листы вварены два стакана 11 для запрессовки в них направляющих стержня (шпинтонов) букс (см. рис. 7, разрез Е—Е). Стаканы вваривают с соблюдением требований параллельности посадочных поверхностей. Стержень (рис. 8) представляет собой отливку с двумя посадочными поверхностями в стаканы рамы тележки. Монтаж стержня (шпинтона) осуществляется с соблюдением требований правил ремонта — с натягом верхней части в пределах 0,013… 0,062 мм, а нижней — 0,019… 0,076 мм. При этом продольное смещение осей буксовых направляющих правой и левой сторон оси относительно друг друга должно составлять ±0,3 мм, а при выпуске с заводского ремонта ±0,7 мм.

Шкворневой брус рамы тележки (рис. 9) представляет собой полую балку коробчатого сечения, сваренную из штампованных элементов, в центре которой размещено гнездо для запрессовки шкворня. Допустимый натяг запрессовки шкворня в гнездо рамы тележки по верхнему и нижнему поясам обязан находиться в интервале 0,035… 0,095 мм. Верхний лист выполнен разрезным, он имеет изогнутый профиль с приваренными к его краям ограничителями перемещений. На вертикальных листах бруса приварены приливы для крепления тягового двигателя и подвеса редуктора.

В зависимости от времени поставки (номера) электровоза возможны два вида исполнения узла крепления подвеса тягового редуктора (см. рис. 6, разрез С—С). Первоначально применили конструкцию со вставкой, приваренной к вертикальному листу шкворневой балки (исполнение 1); кронштейн для крепления подвеса редуктора был привернут к вставке четырьмя болтами М30. Чтобы предупредить отворачивание болтов, предусмотрели обвязку болтов проволокой. При модернизации узла внедрили цельносварную конструкцию (исполнение 2). (Более подробно об узле подвеса редуктора будет рассказано в последующих номерах журнала.)

Изготовленные рамы тележек подвергают термообработке в печах для частичного снятия и перераспределения остаточных внутренних напряжений. Сварочные работы

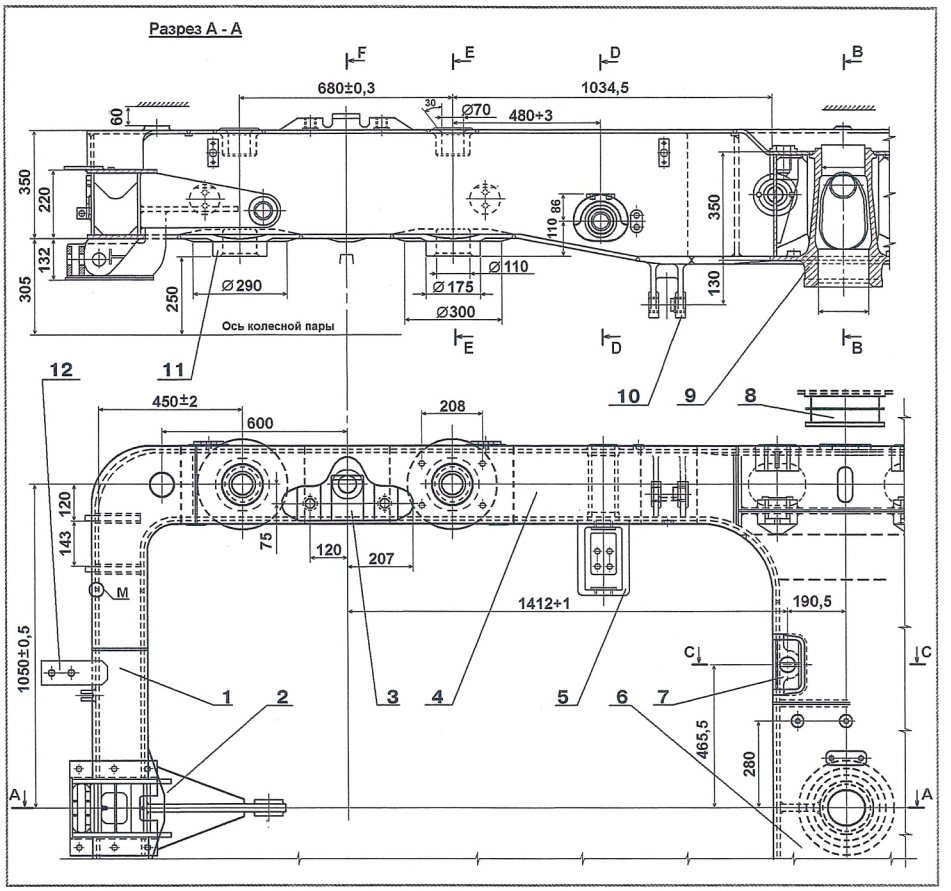


Рис. 5. Часть рамы тележки электровоза ЧС7:
1 — концевая балка; 2 — узел тормозного цилиндра; 3 — прилив крепления балки тягового двигателя; 4 — продольная балка; 5 — прилив крепления подвески ТРП; 6 — шкворневая балка; 7 — прилив крепления двигателя; 8 — боковой упор кузова; 9 — узел шкворня тележки; 10 — приливы крепления гасителей; 11 — стакан шпинтона тележки; 12 — планка

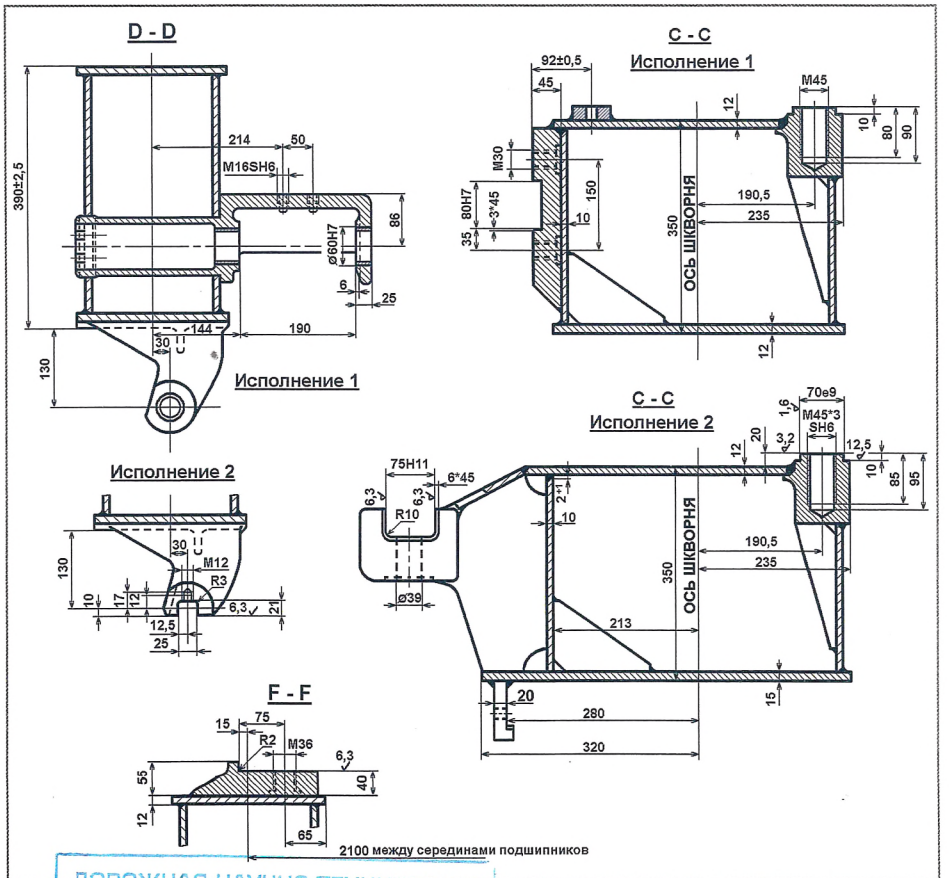


Рис. 6. Характерные разрезы рамы тележки электровоза ЧС7

ДОРОЖНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
Куйбышевская железная дорога - филиал ОАО «РЖД»

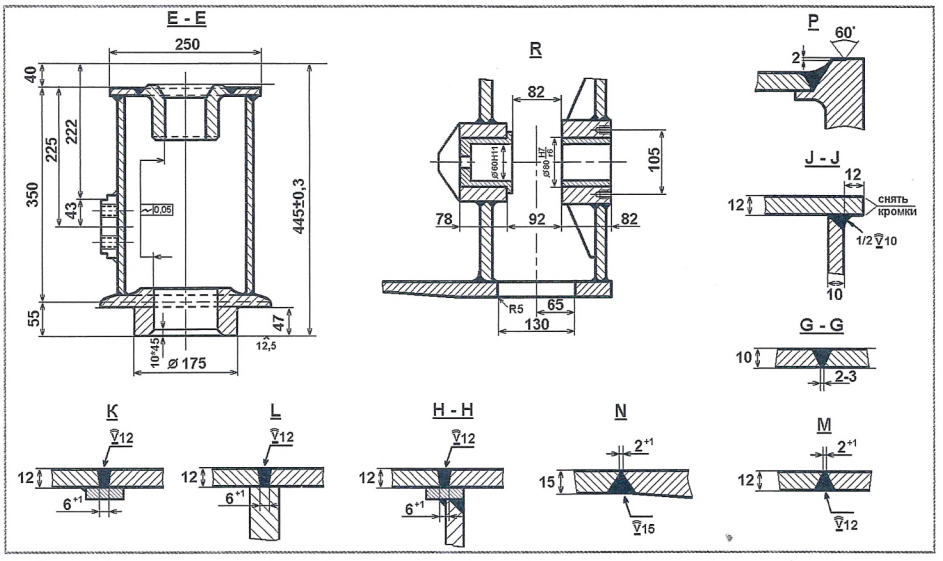


Рис. 7. Разрезы и сварные швы рамы тележки ЧС7

после термообработки не допускаются, так как различные незначительные механические повреждения, вызванные сваркой, могут впоследствии привести к образованию усталостных трещин.

Исправность механической части электровозов напрямую влияет на безопасность движения поездов. Поскольку время технического обслуживания ТО-2 локомотивов ограничено, рамы тележек и кузова, шкворневые узлы контролируют визуально в доступных местах на предмет обнаружения трещин, ослабления креплений подвесных деталей и узлов, состояния сварных швов.

При производстве текущих ремонтов в объеме ТР-1 более тщательно осматривают рамы тележек, обращают внимание на места возможных появлений трещин в сварных швах кронштейнов подвесок листовых рессор кузова и узлах крепления тормозных цилиндров. Контролируют также отсутствие трещин в кронштейнах для подвесок тормозной рычажной передачи.

При ревизии межтележечного сочленения проверяют, как закреплены болты подшипника муфты, состояние наличников, крепление стаканов с возвращающими пружинами. Кроме того, замеряют вертикальный зазор между наличниками подшипника и накладками направляющих, а также суммарный зазор между торцовой плоскостью подшипника и торцом цапфы толкателя. Вертикальный зазор между наличниками подшипника и накладками направляющих регулируют уменьшением числа регулировочных прокладок или заменой накладок на направляющих. Накладки изготавливают из стали 60Г или 65Г.

При ремонте ТР-2 электровоза ЧС2К выкатывают тележки, что открывает доступ к шкворневому соединению кузова с тележками. При этом проверяют плотность посадки шкворня в раму кузова. Также измеряют геометрические параметры шкворня: его диаметр, зазор между шкворнем и шаром, овальность отверстия шара под шкворень. Для ревизии межтележечного сочленения локомотивов ЧС2Т и ЧС2К их тележки «раскатывают».

Кроме того, определяют диаметр шкворня, внутренний диаметр шара подшипника, а также зазор между шаром и сферой квадрата подшипника. Проверяют, нет ли на шкворне сочленения трещин в местах галтельного перехода (рис. 10). При необходимости поврежденный элемент заменяют новым.

После монтажа сочленения регулируют вертикальный зазор между наличниками подшипника и наделками направляющих.

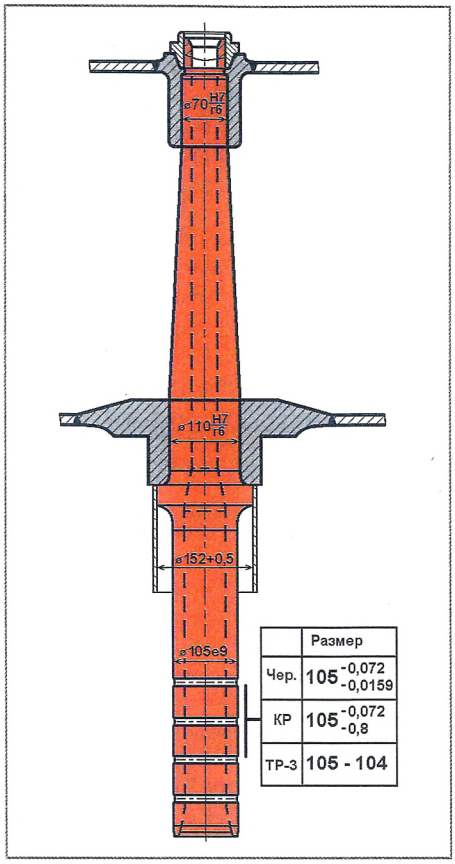


Рис. 8. Стержень направляющей (шпинтон) буксы

Зазор между торцовой поверхностью подшипника и торцом толкателя восстанавливают наплавкой толкателя. При ревизии сочленения разрешается наплавлять шкворень при износе его диаметра не более 5 мм с последующей обработкой и магнитопорошковой дефектоскопией.

В случаях проточки шкворня до наименьшего диаметра 117 мм разрешается восстанавливать зазор между шаром и шкворнем запрессовкой втулки в шар с наименьшей толщиной стенки 5 мм.

Кроме того, на выкаченных тележках проводят ультразвуковой контроль болтов крепления тяговых двигателей. При выявлении трещин болты крепления демонтируют с балки крепления, осматривают и дополнительно проверяют магнитопорошковым способом (рис. 11).

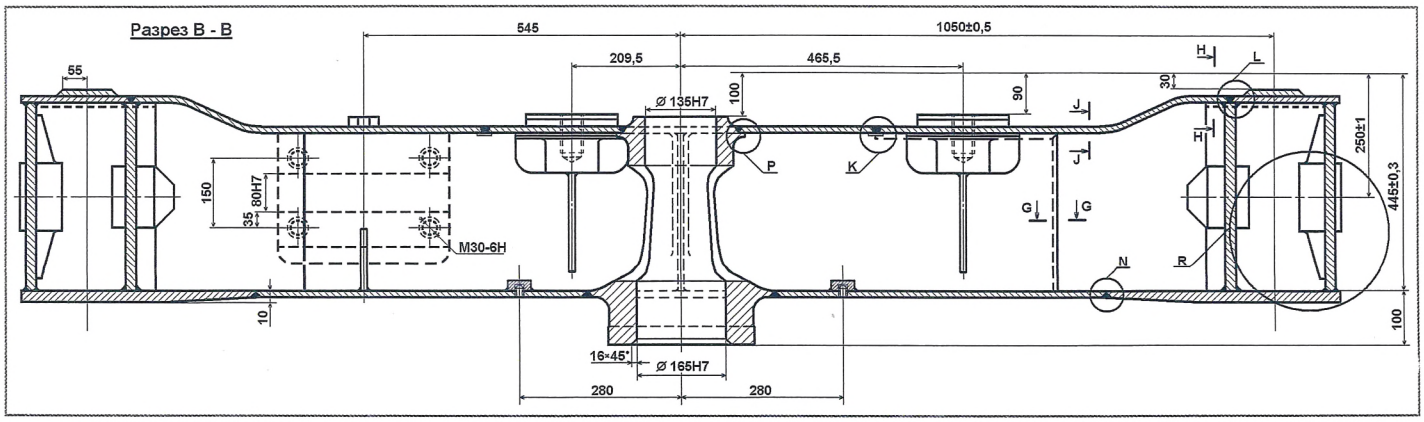


Рис. 9. Шкворневая балка тележки ЧС7

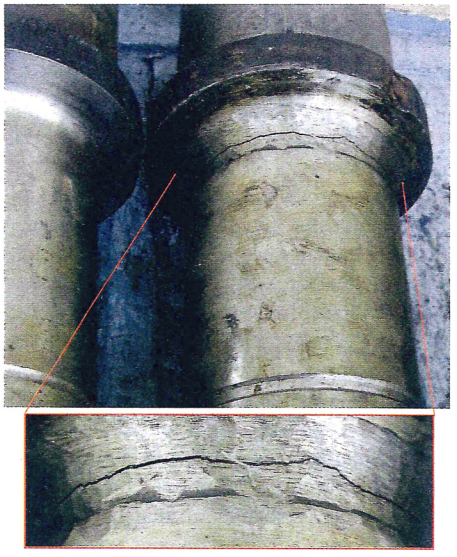


Рис. 10. Трещина в шкворне межтележечного сочленения электровоза ЧС2К

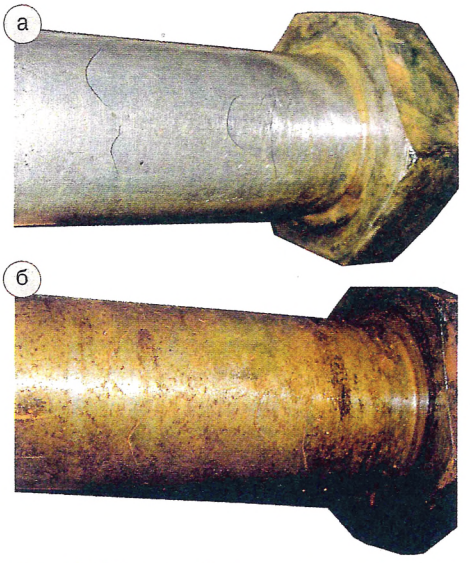


Рис. 11. Трещины в болте крепления тягового двигателя, выявленные порошками ПЖВ (а) и «Диагма» (б)

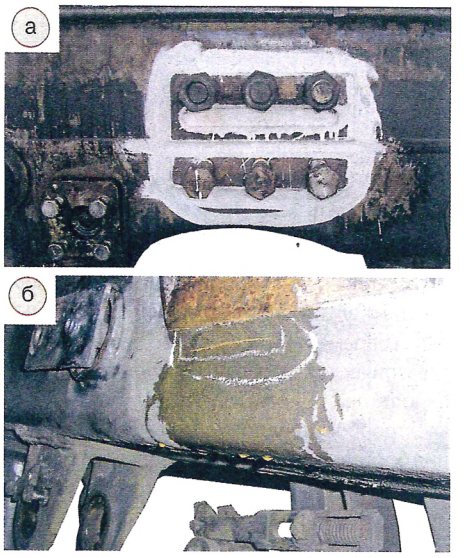


Рис. 12. Меловая дефектоскопия (а) и трещина в раме тележки (б) электровоза ЧС2

При текущем ремонте ТР-3 осуществляется мойка рам и деталей механической части тележек в моечных машинах типа ММД-12. Снятые рамы устанавливают для ремонта на специальные опоры или кантователи. После разборки деталей тормозной рычажной передачи зачищают все сварные швы и проверяют их состояние методом неразрушающего контроля (рис. 12).

Проверяют крепление буксовых направляющих (шпинтонов). Замеряют выработку втулок в кронштейнах рессорного подвешивания, тормозной рычажной передачи, сайлент-блоков буксового узла, подвесок тягового редуктора и цапф гидравлических гасителей. При необходимости втулки заменяют новыми.

Дальнейший ремонт рам тележек и деталей механической части электроподвижного состава осуществляется в соответствии с требованиями технологических инструкций.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Эксперты присвоили холдингу наивысший рейтинг

Рейтинговое агентство RAEX (Эксперт РА) повторно присвоило наивысший рейтинг кредитоспособности ЗАО «Трансмашхолдинг» на уровне А++. Прогноз по рейтингу — стабильный. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

Согласно оценкам агентства, положительное влияние на уровень рейтинга Трансмашхолдинга оказали высокие рыночные и конкурентные позиции (компания является лидером с наибольшей рыночной долей на большинстве своих рынков сбыта), широкая географическая диверсификация бизнеса (заводы компании располагаются в восьми субъектах РФ, у компании нет зависимости от экономического состояния одного конкретного региона РФ), низкие валютные риски, умеренно высокие перспективы развития и тенденции отрасли.

Агентство выделяет внешние факторы поддержки со стороны государства и собственников, которые оказали положительное влияние на уровень рейтинга. Компания входит в список системообразующих предприятий, и более 50 % в ее выручке составляют контракты с государственными компаниями.

Впервые рейтинг RAEX А++ был присвоен Трансмашхолдингу 10 февраля 2016 г. Затем 22 декабря 2016 г. холдинг также получил рейтинги международного агентства Fitch Ratings по международной шкале в иностранной и национальной валюте на уровне BB–. Прогноз по рейтингу — стабильный.

Холдинг стал победителем Всероссийского конкурса РСПП в номинации «Импортозамещение»

Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП) подвел итоги Всероссийского конкурса «Лидеры российского бизнеса: динамика и ответственность — 2016». ЗАО «Трансмашхолдинг» стало победителем в номинации «Лучший проект по импортозамещению» сразу с тремя проектами. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

На конкурсе были представлены тепловоз 2ТЭ25КМ производства Брянского машиностроительного завода (БМЗ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг»), а также современное производство по выпуску двигателей и генераторов для пассажирских и грузовых тепловозов, расположенное на Новочеркасском электровозостроительном заводе (НЭВЗ, также входит в состав холдинга).

2ТЭ25КМ — магистральный грузовой двухсекционный тепловоз с электрической передачей переменно-постоянного тока с поосным регулированием силы тяги. Локомотив характеризуется улучшенными показателями энергоэффективности, обеспечивающими снижение стоимости жизненного цикла; повышенными тяговыми свойствами; улучшенными условиями работы для локомотивных и ремонтных бригад.

Второй проект — производство тяговых электродвигателей для тепловозов. Применение оригинальных конструктивных решений позволило обеспечить минимальные расходы покупателей в течение жизненного цикла этих изделий, требуемые надежность и безопасность при эксплуатации.

Третий проект — организация производства генераторов для тепловозов различной секционности, которые призваны заменить продукцию украинских машиностроительных предприятий. Производство генераторов и двигателей в перспективе должно обеспечить потребности всех тепловозостроительных заводов Трансмашхолдинга.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»



ТЕПЛОВОЗ 2ТЭ25КМ: ЦЕПИ ПРИВЕДЕНИЯ В ДВИЖЕНИЕ

С.В. ТИМОФЕЕВ,
преподаватель Саратовского подразделения Приволжского учебного центра профессиональных квалификаций

На тепловозе 2ТЭ25КМ применяется комплект электрооборудования, характерный для современных серийных тепловозов с электрической передачей переменно-постоянного тока. Основными элементами тягового электрооборудования и модулями управления бортовым оборудованием являются:

- ✓ синхронный тяговый генератор ГС501АУ2, имеющий две статорные обмотки, соединенные звездой и выполненные с нулевым выводом;
- ✓ шестиканальный тяговый управляемый выпрямитель;
- ✓ тяговые электродвигатели (ТЭД) постоянного тока ЭД-133 (ЭДУ-133Ц УХЛ1, ДТК-417Ц) с последовательным возбуждением и со встроенными датчиками угла поворота якоря (т.е. в конструкцию ТЭД входят датчики скорости);
- ✓ микропроцессорная система управления, регулирования и диагностики (МПСУ-ТП), предназначенная для управления и регулирования режимами работы основного и вспомогательного оборудования тепловоза, а также для выполнения функций бортового диагностического устройства и реализации поосного регулирования силы тяги;
- ✓ электронный модуль измерения уровня топлива и регистрации бортовой диагностической информации;
- ✓ блок электродинамического тормоза;
- ✓ электронный регулятор частоты вращения коленчатого вала дизеля;
- ✓ унифицированный комплекс тормозного пневматического и электропневматического оборудования.

Перед началом движения тепловоза 2ТЭ25КМ необходимо выбрать направление нажатием кнопки «Вперед» или «Назад» на пульте управления (также выбирается направление движения после переключения блокировки тормозов при смене кабины управления, поскольку при этом устанавливается режим «Нейтраль» и в случае попытки установить тяговую позицию будет выдано тревожное сообщение «Задайте направление движения»).

Для перевода реверсора необходимо на пульте машиниста нажать и удерживать не менее 3 с кнопку «Вперед» или «Назад». Это необходимо, чтобы исключить случайный перевод реверсора вследствие неумышленного нажатия кнопки. Перевод реверсора возможен только при скорости движения тепловоза, не превышающей 3 км/ч.

Поездной реверсор Р (см. рисунок) переведется в положение, соответствующее выбранному направлению, тормозной переключатель (ТП) при этом переводится в положение, соответствующее режиму тяги. Если сигналы с блок-контактов реверсора отсутствуют, то на дисплее машиниста появляется соответствующее тревожное сообщение «Задайте направление движения».

Далее следует включить тумблер УТ («Управление тепловозом»), перевести рукоятку контроллера машиниста в положение «Т» (Тяга), кратковременно перевести рукоятку контроллера в положение «+» и отпустить (таким образом будет установлена первая тяговая позиция). На дисплее машиниста появится знак «1» в зоне позиции контроллера, а в окне режимов отобразится надпись «Режим тяги». При этом устройство обработки информации (УОИ) подаст питание на катушки поездных контакторов П1 — П6 и начнет формировать последовательность управляющих импульсов на тиристоры тягового выпрямителя возбуждения А1.

Переменное трехфазное напряжение со статорных обмоток тягового генератора поступает на вход тягового выпрямителя А1, в котором установлены шесть управляемых выпрямителей. Постоянное напряжение с каждого выпрямителя поступает на тяговые двигатели по следующей цепи (на рисунке приводится схема включения первого ТЭД, остальные включаются аналогично): положительный вывод выпрямителя +U1 → силовой контакт (с дугогашением) поездного контактора П1 → токоизмерительный шунт RS3 (контроль тока ТЭД) → якорная обмотка тягового двигателя (А1-В2) → силовые контакты тормозного переключателя ТП → силовые контакты реверсора Р → отрицательный вывод выпрямителя –U1.

При этом тяговые двигатели начинают вращаться, что обеспечивает движение тепловоза. Регулирование мощности, а также контроль максимальных токов и напряжений тягового генератора и тяговых двигателей по позициям осуществляются автоматически устройством УОИ. Это устройство формирует внешние и нагрузочные характеристики тягового генератора в зависимости от частоты вращения коленчатого вала дизеля и в соответствии с техническими условиями на дизель-генератор и тяговые двигатели.

Параметры электропередачи контролируются с помощью измерительных преобразователей тока и напряжения. Регулировки данная система не требует, поскольку формирование тяговых характеристик и реализация защитных алгоритмов выполняется программными средствами МПСУ-ТП.

Увеличение тяговой позиции осуществляется переводом рукоятки контроллера машиниста из положения «Т» в положение «+», уменьшение — в положение «–». Количество тяговых позиций — 15. Величина мощности на 15-й позиции контроллера — номинальная.

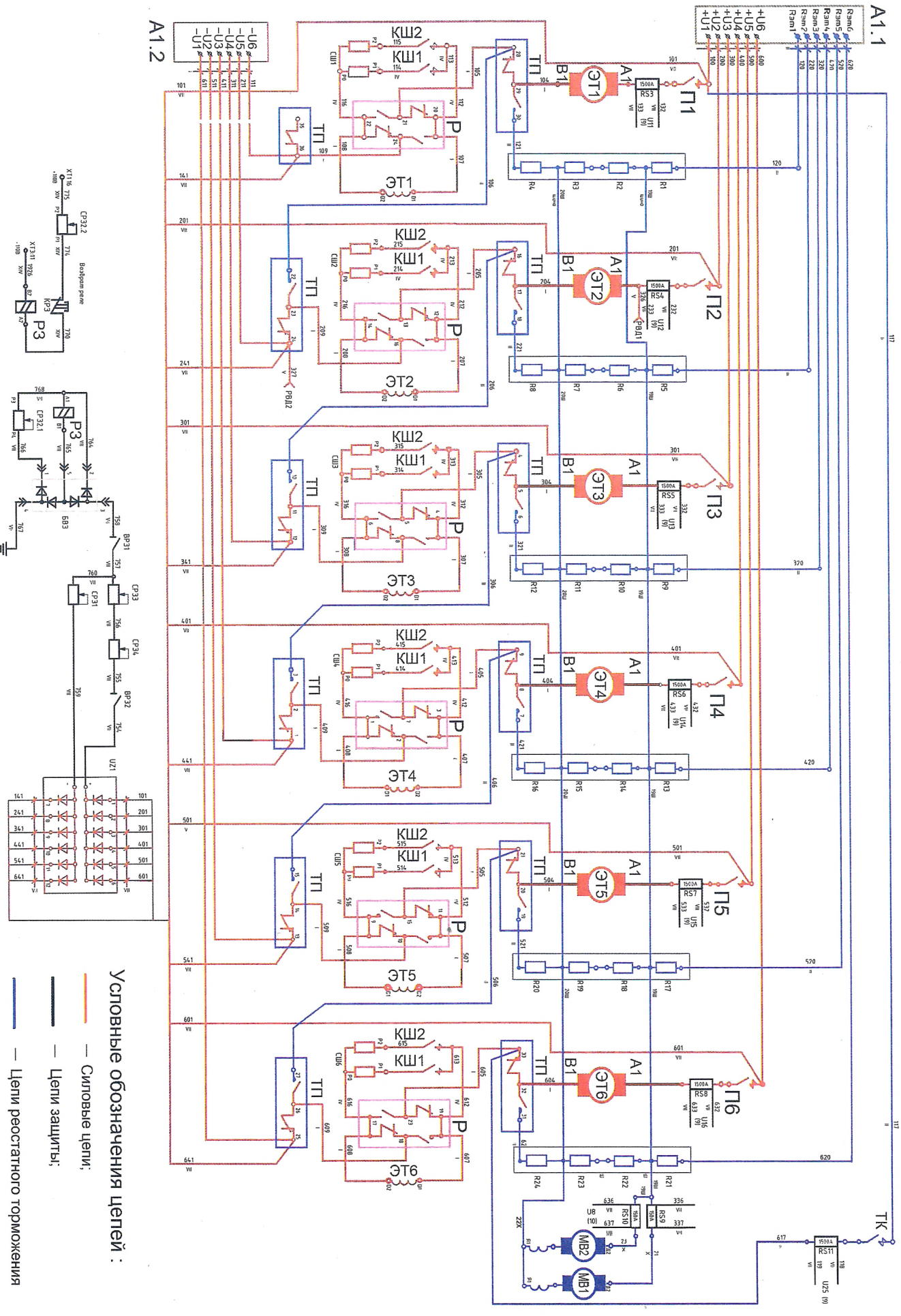
При включении поездных контакторов П1 — П6 система МПСУ-ТП контролирует их включение появлением напряжения на контактах разъема Х6:3-8. В случае отсутствия напряжения на дисплее машиниста появляется тревожное сообщение об отсутствии включения контактора.

Когда направление движения изменяется нажатием кнопки «Вперед» или «Назад», происходит перевод реверсора и с помощью его силовых контактов меняется направление протекания тока в обмотке возбуждения тягового двигателя. Это приводит к изменению направления вращения ТЭД.

Если возникает боксование какой-либо колесной пары тепловоза (боксование система МПСУ-ТП определяет, анализируя показания датчиков частоты вращения, установленных на каждом тяговом двигателе), то микропроцессорная система путем управления углом открытия тиристоров в канале выпрямителя данного тягового двигателя снижает подводимое к нему напряжение. После прекращения боксования колесной пары система МПСУ-ТП, управляя тиристорами выпрямителя тягового двигателя, выполняет плавное повышение мощности ТЭД до общего уровня с выдержкой времени 1,5 — 2 с, чтобы обеспечить большую устойчивость прекращения процесса боксования.

В случае выхода из строя какого-либо тягового двигателя предусмотрена возможность его отключения, для чего необходимо выключить один из тумблеров ОМ1 — ОМ6 (они установлены в высоковольтной камере), соответствующий неисправному ТЭД. При этом данный сигнал поступает в МПСУ-ТП (контроль выполняется по наличию напряжения на разъеме Х5:1-6) и при включении режима тяги не будет происходить включение соответствующего поездного контактора и подаваться управляющие сигналы на выпрямитель данного ТЭД. В случае отключения одного или нескольких тяговых двигателей системой управления, соответственно, снижается величина заданного значения реализуемой мощности на тягу.

Примечание. В системе предусмотрен режим проверки подачи управляющего напряжения на платы управления тиристорам в тяговым выпрямителе А1. Для реализации этого режима необходимо при остановленном дизеле и включенной системе управления включить автоматический выключатель «Возбуждение». При этом системой управления поочередно на каждый тиристор (с задержкой, примерно равной 1 с) будет подаваться управляющее напряжение, наличие которого можно проконтролировать по свечению светодиода на плате управления тиристором (контролируется визуально при открытых дверцах на выпрямителе А1). Отсутствие свечения светодиода указывает на обрыв цепей управления или выход из строя платы управления тиристором.



Силовая цепь питания ТЭД и реостатного торможения

НЕКОТОРЫЕ ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭД4М

В.Е. ГОРЯЧЕВ,
машинист депо Апрелевка
Московской дирекции моторвагонного подвижного состава

УПРАВЛЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ КОМПРЕССОРАМИ

Для управления двигателями вспомогательных компрессоров (см. «Локомотив» № 1, 2017 г.) необходимо на задней стенке кабины управления включить тумблер Кн10 «Вспомогательный компрессор» (провод 13). Провод 13 получает питание по цепи: провод 15 → автомат «Q50» → провод 15АП → контакт тумблера Кн10 «Вспомогательный компрессор» → провод 13. На моторном вагоне катушка реле РВК получает питание по цепи: провод 13 → контакт выключателя В10 «Вспомогательный компрессор» → провод 13А →катушка РВК → провод 30БД → контакт РД 30БД-30 → провод 30.

После включения реле РВК своими контактами 13Б-13В, 13В-13Г, 13Г-13Д подает питание на двигатель компрессора МКВ. Запускается двигатель компрессора. Регулятор давления РД при достаточном давлении в цилиндре токоприемника своим контактом 30БД-30 прерывает цепь питания катушки реле РВК. Реле РВК отключается и своими контактами 13Б-13В, 13В-13Г, 13Г-13Д обесточивает цепь питания двигателя компрессора МКВ.

С помощью выключателя В10 «Вспомогательный компрессор» моторного вагона можно управлять двигателем компрессора МКВ в положениях «Управление из шкафа» и «Управление из кабины». Автомат «Q22» защищает цепь двигателя компрессора МКВ.

ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ТОКОПРИЕМНИКАМИ

Подъем и опускание токоприемников производятся из кабины управления кнопками «Токоприемник поднят», «Токоприемник опущен» (А21, провода 25, 26). При этом поднимаются или опускаются токоприемники всех моторных вагонов. Рассмотрим более подробно, что при этом происходит.

При нажатии кнопки «Токоприемник поднят» (А21) подается питание на провод 25 по цепи: провод 15 → автомат Q50 → провод 15АП → контакт кнопки «Токоприемник поднят» (А21) → провод 25. На моторном вагоне катушка вентиля КЛТ-П получает питание по цепи: провод 25 → контакт РББ2 25-25А → катушка КЛТ-П → провод 30. При этом возбуждается катушка вентиля КЛТ-П клапана токоприемника, и токоприемник поднимается. Цепь питания катушки вентиля КЛТ-П зависит от контакта РББ2 25-25А. Цепь катушки реле РББ2 обесточивает контакт РББ1 21-26А.

Катушка реле РББ1 получает питание только в том случае, если включены выключатели (не нарушена цепь провода 31):

моторный вагон

- Вбл1… Вбл9 (закрыты крышки подвагонных ящиков);
- ББЛ (закрыта лестница на крышу вагона);
- Вбл.К3, Вбл.К7 (закрыты люки вентиляционного канала калориферов);
- ББШк.УК (закрыта дверь шкафа управления кондиционером);
- ББШ (закрыта дверь высоковольтного шкафа);
- Ш1, Ш2 (заблокированы высоковольтные междувагонные соединения);

головной вагон

- Вбл.Шк.УК (закрыта дверь шкафа управления кондиционером);
- Вбл.Ш1, Вбл.Ш2, Вбл.Ш4, Вбл.Ш5 (закрыты двери шкафов);
- Вбл.К3, Вбл.К7 (закрыты люки вентиляционного канала калориферов);
- Вбл1, Вбл2, Вбл8, Вбл9 (закрыты крышки подвагонных ящиков);
- Вбл.К (А21) (закрыт щиток киловольтметра УПУ);

прицепной вагон
(по системе «М+П+П» — дополнительный)

- Вбл.К3, Вбл.К7 (закрыты люки вентиляционного канала калориферов);
- Вбл.Шк.УК (закрыта дверь шкафа управления кондиционером);
- Вбл1-Вбл2, Вбл8-Вбл9 (закрыты крышки подвагонных ящиков).

Катушка реле РББ1 получает питание по цепи:

моторный вагон

провод 15 → автомат Q40 → провод 15Г → диод Д52 → провод 21;

головной вагон

провод 15 → автомат Q51 → диод Д14 → провод 21;

головной вагон

провод 15 → контакт тумблера ВУ (А21) → автомат питания Q54 (А21) → провод 22 → диод Д25 → провод 21.

После того как провод 21 окажется под напряжением, образуются новые ветви протекания тока:

моторный вагон

провод 21 → резистор R57 → провод 21А → катушка РББ1 → провод 31А → контакты Вбл1-Вбл9 → контакт ББЛ → контакт Вбл.К3 → контакт Вбл.К7 → контакт ББШк,УК → контакт ББШ → контакты Ш1, Ш2 → провод 31;

головной вагон

провод 31 → контакт Вбл.Шк.УК → контакт Вбл.Ш4 → контакт Вбл.К7 → контакт Вбл.Ш5 → контакты Вбл1-Вбл2 → контакты Вбл8-Вбл9 → контакт Вбл.К3 → контакты Вбл.Ш1-Вбл.Ш2 → контакт Вбл.К (А21) → провод 30;

прицепной вагон:

провод 31 → контакт Вбл.К7 → контакт Вбл.Шк.УК → контакты Вбл8, Вбл9 → контакты Вбл1, Вбл2 → контакт Вбл.К3 → контакт КДВ 311-30 → провод 30;

система «М+П+П» (дополнительный вагон)

провод 31 → контакт Вбл.К7 → контакт Вбл.Шк.УК → контакты Вбл8, Вбл9 → контакты Вбл1, Вбл2 → контакт Вбл.К3 → провод 311 (средний прицепной вагон) → провод 31 → контакт Вбл.К7 → контакт Вбл.Шк.УК → контакты Вбл8, Вбл9 → контакты Вбл1, Вбл2 → контакт Вбл.К3 → контакт КДВ 311-30 (крайний прицепной вагон) → провод 30.

Реле РББ1 включается и своими контактами выполняет следующее:

- 22П-17А подготавливает цепь питания провода 17;
- 21-26А обесточивает цепь питания катушки реле РББ2, катушки вентиля КЛТ-О.

После того как реле РББ2 отключится, его контакт 17А-17 подает питание на провод 17, а 25-25А подготавливает цепь питания катушки вентиля КЛТ-П.

При нажатии кнопки «Токоприемник опущен» (А21) подается питание на провод 26 по двум ветвям:

1. провод 15 → автомат Q51 → диод Д14 → контакт кнопки «Токоприемник опущен» (А21) → провод 26;
2. провод 15 → контакт тумблера ВУ (А21) → автомат питания Q54 (А21) → провод 22 → диод Д25 → контакт кнопки «Токоприемник опущен» (А21) → провод 26.

На моторном вагоне катушка реле РББ2 и катушка вентиля КЛТ-О получают питание по цепи: провод 26 → диод Д51 → провод 26А → катушка РББ2 → катушка КЛТ-О → провод 30. При этом возбуждается катушка вентиля КЛТ-О клапана токоприемника, и токоприемник опускается.

Если на каком-то вагоне (головном, моторном, прицепном, а в системе «М+П+П» — на дополнительном) получает питание катушка реле ПТРС при повышении температуры в шкафу или на чердаке, то на данной секции опускается токоприемник.

Реле ПТРС включается и своими контактами выполняет следующее:

- 15Г-90 подает питание на провод 90;
- через 15П-15Р реле встает на самоподхват;
- 15Г-15Б подает питание на лампу «СНВ».

От провода 90 запитываются катушки реле РББ2 и вентиля КЛТ-О. Они получают питание по цепи: провод 90 → диод Д50 → провод 26А

→ катушка РББ2 → катушка КЛТ-О → провод 30. При этом возбуждается катушка вентиля КЛТ-О клапана токоприемника, и токоприемник опускается.

ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ

Винтовые компрессорные агрегаты АКВ-0,65 (ВКУ-0,6-ЭП, асинхронный двигатель винтового компрессора МК) включаются после запуска преобразователей. Асинхронные двигатели получают питание от основной магистрали 81 — 82 — 83 напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Две фазы защищены автоматом Q15. Между фазами 81 — 83 расположено реле РНК, которое контролирует состояние основной магистрали (срабатывание автомата Q15).

Реле РНК, включившись, своим контактом 27Б-27Г подготавливает цепь питания катушки контактора К, блокировкой 64Б-30 обесточивает цепь питания индикатора «Вспомогательные цепи» (А21) контактом 30У-30 прерывает цепь питания лампы «СНВ». Асинхронные двигатели винтовых компрессоров МК получают питание (ими управляют) по проводу 27. При этом должен быть включен регулятор давления АК на головном и хвостовом вагонах. Питание на данный провод поступает после включения тумблера ВУ (А21): провод 15 → контакт тумблера ВУ (А21) → автомат питания Q54 (А21) → провод 22 → автомат Q17 → провод 22К → контакт АК 22К-27 → провод 27.

От провода 27 подается питание на:

- катушку контактора К;
- светодиод «К» индикации 1Б.969. Кроме того, формируется сигнал «Запрет пуска компрессоров кондиционеров при +110 В» на блок СУ (А20).

Катушка контактора К получает питание по цепи: провод 27 → контакт РЗП1 27-27А → контакт ПКП 27А-27Б → контакт РНК 27Б-27Г → катушка К → провод 30.

Включившись, контактор К своими контактами 81Д-81Г, 82Д-82Г, 83Д-83Г подает питание на асинхронный двигатель винтового компрессора МК, через 27-27Б встает на самоподхват, а контактом 15Г-15ГА снимает сигнал «Блокировка режима "Охлаждение"» на блок БУК в головном вагоне.

Асинхронный двигатель винтового компрессора МК получает питание по цепи: статорная обмотка синхронного генератора (С1, С2, С3) → предохранители Пр4, Пр5 → основная магистраль 81 – 82 – 83 → автомат Q15 → фазы 81… 83 → реле РНК → провода 81Д – 82Д – 83Д → контакты К 81Д-81Г, 82Д-82Г, 83Д-83Г → (подвагонное электрооборудование) → статорная обмотка асинхронного двигателя винтового компрессора МК.

ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИСЛОННО-СДВИЖНЫМИ ДВЕРЯМИ

Чтобы управлять дверями прислонно-сдвижного типа, на унифицированном пульте управления необходимо выполнить следующее:

- управление машинистом — включить тумблеры SA7 (питание правых дверей, А21, провод 52А) и SA8 (питание левых дверей, А21, провод 55А);
- управление помощником машиниста из служебного тамбура — включить тумблеры SA9 (питание правых дверей, А21, провод 53А), SA10 (питание левых дверей, А21, провод 54А).

Провод 52А получает питание по цепи: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA7 (А21) → провод 52А.

Провод 55А получает питание по цепи: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA8 (А21) → провод 55А.

Провод 53А получает питание по цепи: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA9 (А21) → провод 53А.

Провод 54А получает питание по цепи: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA11 (А21) → провод 54А.

От провода 52А подается питание на тумблеры SA11 — открытие правых дверей (А21), SA16 — резервирование (А21). От провода 55А питание поступает на тумблеры SA12 — открытие левых дверей (А21), SA17 — резервирование (А21). От провода 53А подается питание на тумблер В39 (открытие правых дверей), а от провода 54А — на тумблер В40 (закрытие правых дверей).

При постановке тумблера SA11 (А21) в положение «Откр.» подается питание на провод 52: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA7 (А21) → провод 52А → контакт тумблера SA10 (А21) → провод 52.

От провода 52 подается сигнал «Управление машинистом» на блоки А101 БУД-Ст14-1, А103 БУД-Ст14-1, которые получают питание (сигнал «+110 В») по цепи: провод 15 → автомат QF4 → провод 15ИЕ → блоки А101 БУД-Ст14-1, А103 БУД-Ст14-1.

На основе полученных данных блоки А101 БУД-Ст14-1, А103 БУД-Ст14-1 подают сжатый воздух в привод дверных полотен (на открытие правых дверей). При постановке тумблера SA11 (А21) в положение «Закр.» обесточивается цепь провода 52. Аналогично протекают процессы при закрытии дверей. Блоки А101 БУД-Ст14-1, А103 БУД-Ст14-1 подают сжатый воздух в привод дверных полотен на закрытие правых дверей.

Когда тумблер SA16 (А21) переводят в положение «Откр.», подается питание на провод 53: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA7 (А21) → провод 52А → контакт тумблера SA16 (А21) → провод 53. От провода 53 подается сигнал «Управление пассажиром» на блоки А101 БУД-Ст14-1, А103 БУД-Ст14-1.

На основе полученных данных блоки А101 БУД-Ст14-1, А103 БУД-Ст14-1 подают сигнал на кнопку пассажира (открытие правых дверей). При постановке тумблера SA12 (А21) в положение «Откр.» подается питание на провод 54: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA8 (А21) → провод 55А → контакт тумблера SA12 (А21) → провод 54.

От провода 54 подается сигнал «Управление машинистом» на блоки А102 БУД-Ст14-1, А104 БУД-Ст14-1, которые получают сигнал «+110 В»: провод 15 → автомат QF4 → провод 15ИЕ → блоки А102 БУД-Ст14-1, А104 БУД-Ст14-1. На основе полученных данных блоки А102 БУД-Ст14-1, А104 БУД-Ст14-1 подают сжатый воздух в привод дверных полотен на открытие левых дверей. При постановке тумблера SA12 (А21) в положение «Закр.» обесточивается цепь питания провода 54. На основе полученных данных блоки А102 БУД-Ст14-1, А104 БУД-Ст14-1 подают сжатый воздух в привод дверных полотен для закрытия левых дверей.

После установки тумблера SA17 (А21) в положение «Откр.» подается питание на провод 55: провод 15 → автомат Q55 → провод 15Я → контакт тумблера SA8 (А21) → провод 55А → контакт тумблера SA17 (А21) → провод 55. От провода 55 подается сигнал «Управление пассажиром» на блоки А102 БУД-Ст14-1, А104 БУД-Ст14-1. На основе полученных данных они выдают сигнал на кнопку пассажира (открытие левых дверей).

Аналогичным образом тумблерами В39, В40 в служебном тамбуре помощник машиниста управляет прислонно-сдвижными дверями. Когда тумблер В39 устанавливают в положение «Откр.», получает питание провод 52 (открытие правых дверей). Если тумблер переводят в положение «Закр.», то провод 52 обесточивается (закрытие правых дверей). Когда тумблер В40 находится в положении «Откр.», провод 54 оказывается под напряжением (открытие левых дверей). Его перевод в положение «Закр.» приводит к обесточиванию провода 54, т.е. закрытию левых дверей.

Закрытое положение прислонно-сдвижных дверей контролируют с помощью индикатора «Двери», светодиодов Л83, Л84 в служебном тамбуре. В закрытом состоянии замыкаются дверные контакты на всем электропоезде. Они подают сигнал на блоки А101 БУД-Ст14-1, А102 БУД-Ст14-1, А103 БУД-Ст14-1, А104 БУД-Ст14-1, которые подготавливают цепь питания индикатора «Двери» (А21).

Индикатор «Двери», светодиоды Л83, Л84 в служебном тамбуре получают питание по цепи: провод 15 → контакт тумблера ВУ (А21) → автомат питания Q54 (А21) → провод 22 → переключатель ППТ «Головное» 22-22Д → провод 22Д → индикатор «Двери» (А21) → светодиоды Л83, Л84 → провод 10Г. От провода 10Г на головном, моторном, прицепном (в системе «М+П+П» — на дополнительном) вагонах образуется цепь — провод 10Г → блок А102 БУД-Ст14-1 → блок А101 БУД-Ст14-1 → блок А103 БУД-Ст14-1 → блок А104 БУД-Ст14-1 → провод 10. В хвостовом (головном) вагоне цепь иная: провод 10Г → переключатель ППТ «Хвостовое» 10Г-30 → провод 30.

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ТЕПЛОВОЗОВ: УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

И.П. АНИКИЕВ, канд. техн. наук, г. Москва

На тепловозе в период пуска дизеля тяговый генератор или стартер работает в режиме двигателя, получая электрическую энергию от аккумуляторной батареи. Аккумуляторная батарея служит также для питания током цепей управления, освещения и вспомогательных электродвигателей при неработающем дизеле. Таким образом, аккумуляторная батарея является вторым после дизеля источником энергии на тепловозе.

Электрическим аккумулятором называют устройство, преобразующее электрическую энергию в химическую, которая в случае необходимости может быть вновь преобразована в электрическую. Процесс превращения в аккумуляторе электрической энергии в химическую называется зарядом аккумулятора, а обратный процесс превращения химической энергии в электрическую — разрядом.

При заряде электрическая энергия подводится к аккумулятору от постороннего источника постоянного тока. При разряде запасенная химическая энергия аккумулятора преобразуется в электрическую — во внешней цепи, подключенной к аккумулятору, появляется ток. Поэтому аккумуляторы относятся к химическим источникам электрического тока.

Простейший аккумулятор представляет собой сосуд, заполненный электролитом, в который опущены две пластины (электроды). Одна из пластин имеет положительный заряд (анод), другая — отрицательный (катод). Несколько аккумуляторов, соединенных между собой, образуют аккумуляторную батарею.

Тип аккумулятора определяется в зависимости от состава электролита и материала пластин. На тяговом подвижном составе используются исключительно кислотные и щелочные аккумуляторы.

Положительные пластины соединяются при заряде с плюсовым выводом источника тока, отрицательные — с минусовым выводом. При прохождении тока через пластины и электролит происходят химические процессы, в результате которых изменяется химический состав пластин и электролита. Если после этого замкнуть выводы аккумулятора на внешнюю цепь, то в электролите и пластинах начнутся обратные химические процессы. Химические составы пластин и электролита возвращаются к первоначальному состоянию, но при этом в цепи проходит электрический ток. Процессы заряда и разряда аккумуляторов можно повторять много раз.

Аккумулятор характеризуют следующие основные показатели: электродвижущая сила (ЭДС), емкость, максимальный ток и внутреннее сопротивление.

ЭДС аккумулятора зависит от его типа, степени заряженности, плотности электролита, тока разряда (нагрузки). Для широко распространенных типов аккумуляторов величина ЭДС находится в пределах 1,4 — 2,2 В.

Емкостью аккумулятора называют количество электричества, выраженное в ампер-часах (А·ч), которое может отдать полностью заряженный аккумулятор при разряде до минимально допустимого напряжения на его выводах. Емкость определяется как произведение тока в амперах на время разряда в часах этим током. Например, если аккумулятор при токе разряда 10 А может работать 10 ч, то его емкость равна 10 А × 10 ч = 100 А·ч. Емкость аккумулятора зависит от размеров пластин, длительности времени разряда, величины разрядного тока, температуры и ряда других факторов.

При пуске дизеля тепловоза требуется создание значительного вращающего момента, для чего необходимо обеспечить ток большой силы. Поэтому к аккумуляторам, применяемым для пуска дизеля (получившим название стартерные), предъявляются высокие требования по устойчивой надежной работе при большом токе разряда. Максимальная сила тока разряда аккумуляторов при пуске тепловозных дизелей достигает 1500 — 2000 А. В целях снижения внутренних потерь энергии при таких больших токах внутреннее сопротивление

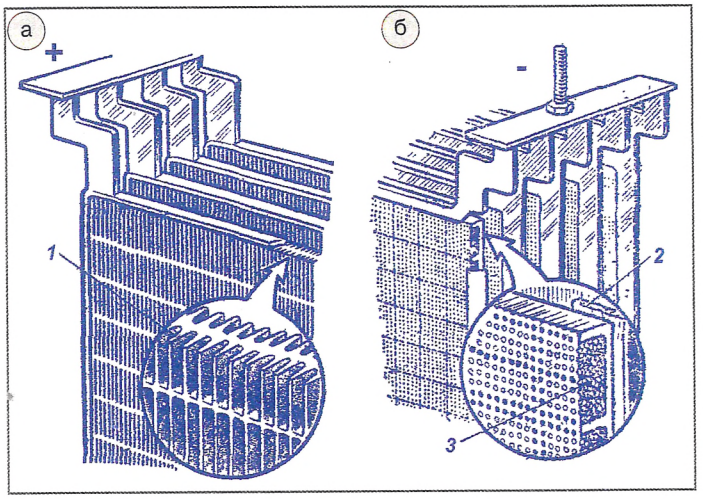


Рис. 1. Пластины кислотного аккумулятора:
а — положительные; б — отрицательные; 1 — двуокись свинца; 2 — сепаратор; 3 — губчатый свинец

стартерных аккумуляторов делается минимальным (его величина составляет сотые или тысячные доли Ома).

Пластины кислотного аккумулятора отливают из свинца (рис. 1). Количество энергии, которое можно накопить в аккумуляторе, пропорционально размерам поверхности его пластин, омываемой электролитом. Для увеличения этой поверхности аккумулятор имеет по нескольку положительных и отрицательных пластин. Все положительные и отрицательные пластины объединены в два отдельных полублока. Пластины изготавливают в виде решеток с ячейками. Ячейки заполняют активной массой, благодаря чему еще больше увеличивается поверхность соприкосновения пластин с электролитом.

В кислотном стартерном аккумуляторе применяются пластины намазного типа, изготовленные в виде решеток из сплава свинца с сурьмой. Ячейки решеток заполняют активной массой. У положительной пластины эта масса представляет собой пасту, состоящую из порошка свинца, замешанного на водном растворе серной кислоты.

Активная масса отрицательной пластины представляет собой пасту, содержащую порошок перекиси (двуокиси) свинца PbO_2, который также замешан на водном растворе серной кислоты. В качестве электролита используется водный раствор серной кислоты.

Чтобы в электрохимических реакциях участвовали не только поверхностные, но и глубоколежащие слои активной массы пластин, паста должна быть пористой. Повышают пористость пасты и уменьшают усадку активной массы добавленные в нее инертные материалы, называемые расширителями (графит, сажа, кремний, сернокислый барий, стеклянный порошок). Поэтому намазные пластины имеют увеличенную поверхность соприкосновения с электролитом и хорошо им пропитываются. Это позволяет уменьшить размеры аккумулятора и реализовать большие разрядные токи, необходимые при пуске дизеля.

Пластины помещают в пластиковый корпус-сосуд так, чтобы между их нижней частью и дном сосуда оставалось свободное пространство, в котором может скапливаться осадок (шлам), образующийся вследствие выпадания активной массы пластин в процессе эксплуатации. Для этого на дне сосуда имеются ребра. Пластины отделены друг от друга сепараторами, изготовленными из микропористого эбонита, полихлорвинила, стекловойлока или другого изоляционного материала (рис. 2).

Сепараторы предотвращают возникновение коротких замыканий между пластинами в случае их коробления. После изготовления пластины подвергают специальным зарядно-разрядным циклам (формовке). Эта операция завершает процесс подготовки аккумулятора к эксплуатации.

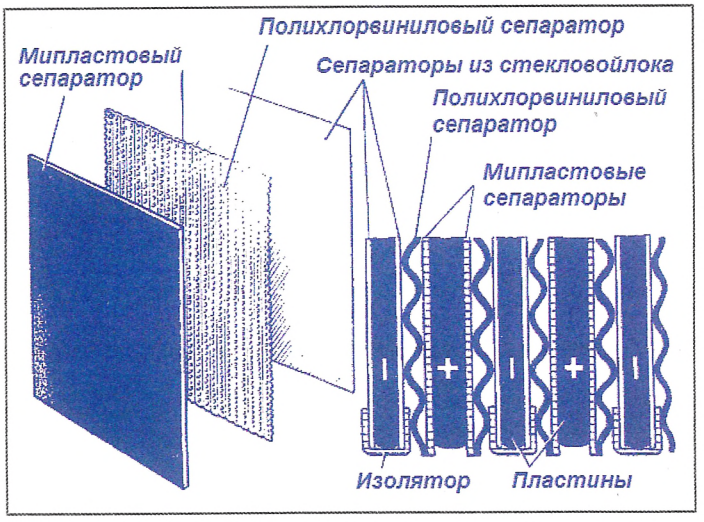


Рис. 2. Сепараторы аккумулятора

Для увеличения емкости аккумулятора в каждый сосуд устанавливают несколько положительных и отрицательных пластин. Пластины одинаковой полярности соединяют в общие блоки, которые снабжены выводными штырями. Блоки положительных и отрицательных пластин размещают следующим образом: между двумя пластинами одной полярности располагается пластина другой полярности. Крайними всегда должны быть отрицательные пластины, так как положительные при установке их по краям склонны к короблению (см. рис. 1 — четыре положительные пластины размещаются между пятью отрицательными пластинами).

При разряде активная масса обеих пластин преобразуется в сернокислый свинец $PbSO_4$, на что расходуется серная кислота, взамен которой образуется вода. Поэтому разряд сопровождается уменьшением плотности электролита.

Общее уравнение разряда имеет следующий вид:

$$Pb + PbO_2 + H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2H_2O.$$

Теоретически разряд заканчивается при полном превращении активных масс электродов в сульфат свинца $PbSO_4$. Однако практически разряд должен быть прекращен раньше. Дело в том, что сульфат свинца представляет собой вещество, плохо растворяющееся в электролите и обладающее низкой электропроводностью. Поэтому разряд аккумулятора должен быть закончен в момент, когда в сульфат свинца перейдет примерно 35 % активной массы. В этом случае он равномерно распределяется в активной массе в виде мельчайших кристаллов, и масса сохраняет достаточную электропроводность.

Заряженный кислотный аккумулятор имеет величину ЭДС около 2,2 В и такую же приблизительно величину напряжения на выходных зажимах, что объясняется незначительным его внутренним сопротивлением (около 0,001 Ом). В процессе разряда напряжение аккумулятора быстро падает до 2 В, а затем медленно снижается до 1,8 — 1,7 В. Далее разряжать аккумулятор не допускается, так как он приходит в негодность. При этом пластины аккумулятора покрываются белым налетом крупнокристаллического сульфата свинца. Из-за высокого сопротивления налета заряд такого аккумулятора становится невозможным. Данное явление называется сульфатацией.

Во время заряда аккумулятора постоянный ток от внешнего источника протекает от анода через электролит к катоду. Химические реакции, происходящие во время заряда, можно представить уравнением:

$$2PbSO_4 + 2H_2O = PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4.$$

По мере пропускания тока сернокислый свинец превращается на катоде в рыхлую массу металлического свинца, а на аноде — в темно-бурую двуокись свинца. Сравнивая это уравнение с уравнением разряда, не трудно отметить, что они тождественны, но только идут в разных направлениях. Таким образом, электрохимические реакции при разряде-заряде аккумулятора могут быть выражены уравнением:

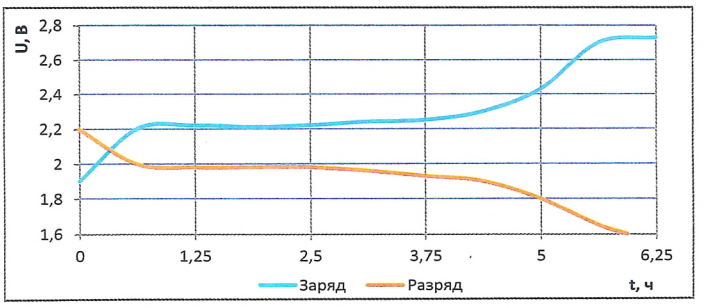


Рис. 3. Кривые напряжения кислотного аккумулятора при заряде и разряде

$$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{разряд}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4 + 2H_2O.$$

В процессе заряда напряжение на зажимах аккумулятора быстро увеличивается до 2,2 В. Затем оно медленно повышается до 2,3 В и, наконец, снова довольно быстро возрастает до 2,6 — 2,7 В. По мере уменьшения количества $PbSO_4$ в активной массе электродов их потенциал увеличивается до величины, при которой начинается разложение воды. Это проявляется в образовании кислорода и водорода, свободно выделяющихся из аккумулятора в течение последней части заряда. Изменение напряжения на зажимах кислотного аккумулятора при заряде и разряде представлено на рис. 3.

Процесс газообразования начинается при напряжении на зажимах аккумулятора около 2,3 В. Когда величина этого напряжения достигает 2,6 — 2,7 В, аккумулятор начинает как бы «кипеть», что служит признаком окончания заряда. После отключения аккумулятора от источника зарядного тока напряжение на его зажимах быстро снижается до 2,2 В.

Выделяющиеся при заряде кислотных аккумуляторов кислород и водород образуют чрезвычайно взрывоопасную смесь. Поэтому в помещениях для аккумуляторных батарей категорически не допускается применение открытого пламени любого рода. Кроме того, для предупреждения скопления водорода данные помещения должны быть обеспечены надлежащей вентиляцией.

В аккумуляторной батарее 32ТН-450 (номинальное напряжение 64 В) аккумуляторы по четыре штуки смонтированы в деревянных ящиках, окрашенных кислотоупорным лаком. Для удобства транспортировки ящики снабжены подвесками. В секции аккумуляторной батареи 48ТН-450 (номинальное напряжение 96 В) установлено по три аккумулятора.

На локомотивах широкое применение нашли также щелочные аккумуляторы. Они бывают двух типов: никель-железные и никель-кадмиевые. Активная масса положительных пластин у этих аккумуляторов состоит из гидрата окиси никеля $Ni(OH)_3$ с добавкой графита и окиси бария. Графит увеличивает электропроводность соединения $Ni(OH)_3$, имеющего высокое электрическое сопротивление. Окись бария повышает срок службы пластин. Электролитом для всех щелочных аккумуляторов служит раствор гидроокиси калия в воде. В никель-железных аккумуляторах к нему добавляется небольшое количество гидроокиси лития.

Активная масса отрицательной пластины никель-железного аккумулятора содержит порошок железа и его окислов с добавкой сернокислого никеля и сернистого железа, а никель-кадмиевого — смесь порошков кадмия (95 — 70 %) и железа (5 — 30 %). Присутствие железа обеспечивает сохранность тонкодисперсной структуры порошка кадмия. Электролитом для обоих типов аккумуляторов служит 20%-ный раствор едкого калия КОН с добавкой небольшого количества гидроокиси лития LiOH.

Положительные и отрицательные пластины щелочных аккумуляторов выполнены в виде стальных никелированных рамок. В пазы рамок впрессованы наполненные активной массой коробки (ламели) из никелированной стали с большим количеством мелких отверстий, которые способствуют лучшему доступу электролита к активной массе.

У никель-железных аккумуляторов отрицательный электрод (по сравнению с положительным) должен иметь увеличенную массу.

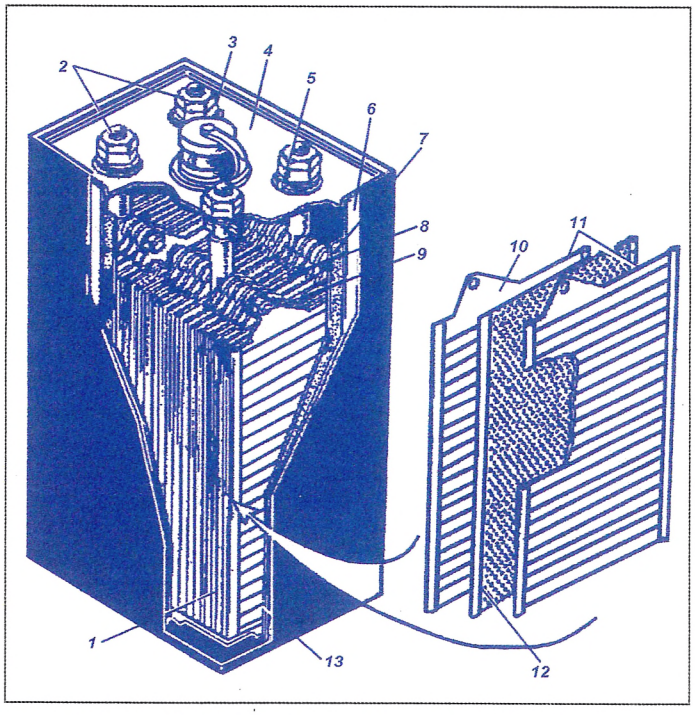


Рис. 4. Железоникелевый щелочной аккумулятор:
1 — блоки пластин; 2 — выводы; 3 — пробка; 4 — крышка сосуда; 5 — изолирующие кольца; 6 — сосуд; 7 — изоляционная прокладка; 8 — кольцо; 9 — шпилька; 10 — контактная планка; 11 — пластины; 12 — сепаратор; 13 — изоляционный чехол

Поэтому у данного типа аккумуляторов отрицательных пластин на одну больше, чем положительных. В собранном блоке пластин никель-железного аккумулятора крайние пластины отрицательные. Они могут быть электрически соединены с металлическим корпусом.

У никель-кадмиевых аккумуляторов масса положительного электрода должна быть больше массы отрицательного. Поэтому у него и положительных пластин на одну больше, чем отрицательных. Крайние пластины блока у этого аккумулятора положительные. Для предупреждения коротких замыканий между пластинами устанавливают сепараторы из полихлорвиниловой сетки или из эбонитовых стержней.

Комплект положительных и отрицательных пластин помещают в стальной никелированный корпус-сосуд, закрываемый приваренной к нему крышкой (рис. 4). В крышке смонтированы полюсные выводы и сделано отверстие с пробкой для заливки электролита и дистиллированной воды, а также для выхода газов. Стальной корпус помещен в резиновый чехол, обеспечивающий изоляцию аккумуляторов друг от друга и от ящика, в который устанавливают батарею.

В процессе разряда щелочного аккумулятора гидрат окиси никеля $Ni(OH)_3$ на положительной пластине в результате взаимодействия с ионами электролита переходит в гидрат закиси никеля $Ni(OH)_2$. При этом железо или кадмий на отрицательной пластине превращаются, соответственно, в гидрат окиси железа $Fe(OH)_2$ или в гидрат окиси кадмия $Cd(OH)_2$.

В процессе заряда аккумулятора под воздействием электрической энергии внешнего источника тока гидрат закиси никеля $Ni(OH)_2$ на положительной пластине окисляется до гидрата окиси никеля $Ni(OH)_3$. В это же время активная масса на отрицательной пластине восстанавливается и превращается в губчатые железо или кадмий.

Электрохимические реакции при заряде-разряде никель-железного аккумулятора можно представить уравнением:

$$2Ni(OH)_3 + 2KOH + Fe \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{разряд}}{\rightleftarrows}} 2Ni(OH)_2 + 2KOH + Fe(OH)_2.$$

Реакции разряда-заряда для кадмиево-никелевого аккумулятора имеют следующий вид:

$$2Ni(OH)_3 + 2KOH + Cd \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{разряд}}{\rightleftarrows}} 2Ni(OH)_2 + 2KOH + Cd(OH)_2.$$

В щелочных аккумуляторах (в отличие от кислотных) электролит не участвует в химических реакциях, а служит только проводящей

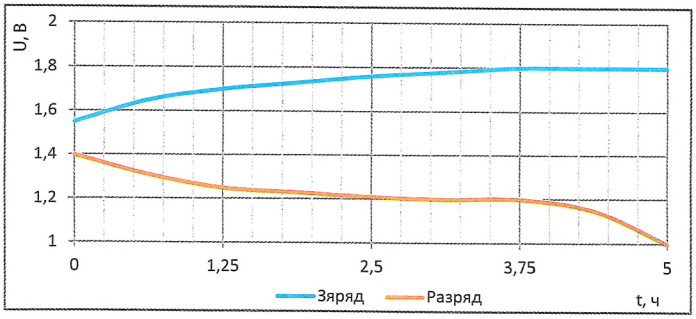


Рис. 5. Кривые напряжения щелочного аккумулятора при заряде и разряде

средой для перемещения заряженных ионов. Поэтому плотность электролита в щелочных аккумуляторах в процессе их заряда или разряда остается неизменной.

Заряженный щелочной аккумулятор имеет ЭДС около 1,45 В. Однако напряжение на его зажимах при разряде заметно меньше вследствие более высокого (по сравнению с кислотным аккумулятором) внутреннего сопротивления. В процессе разряда напряжение аккумулятора быстро падает примерно до 1,3 В, а затем медленно уменьшается до 1 В. Дальнейший разряд следует прекратить. Расчетное напряжение при разряде щелочного аккумулятора принимают равным 1,25 В. Не рекомендуется разряжать аккумуляторы данного типа ниже установленного конечного напряжения, так как это приводит к безвозвратной потере емкости аккумулятора и уменьшению срока его службы.

При заряде щелочного аккумулятора напряжение на полюсных выводах быстро увеличивается до 1,75 В и далее медленно повышается до 1,8 В. Заряд обычно выполняют током, равным одной четвертой его номинальной емкости, а заканчивают после сообщения аккумулятору требуемого количества ампер-часов. Следует помнить, что щелочной аккумулятор лучше перезарядить, чем недозарядить, так как неполные заряды уменьшают срок его службы.

На рис. 5 приведены кривые напряжения щелочного аккумулятора при заряде и разряде.

Наиболее важными параметрами, характеризующими как кислотные, так и щелочные аккумуляторы, являются емкость при пятичасовом разряде, КПД и коэффициент отдачи по емкости. Количество электричества, отданное аккумулятором при полном разряде (когда кислотный аккумулятор разряжается до 1,7 — 1,8 В, щелочной — до 1 В), называется емкостью. Этот параметр можно определить по формуле:

$$Q = I_p \cdot t_p,$$

где Q — емкость аккумулятора, А·ч;
I_p — средний ток разряда, А;
t_p — время разряда, ч.

Емкость при пятичасовом разряде — количество электричества, отданное аккумулятором при его разряде таким током, когда он полностью разряжается в течение пяти часов. Увеличение разрядного тока сопровождается уменьшением емкости. Она также падает при снижении температуры вследствие меньшей способности электролита проникать в поры активной массы пластин. Кроме того, емкость непрерывно снижается в процессе эксплуатации аккумулятора, так как при многократных его зарядах-разрядах поры активной массы пластин постепенно закрываются, а в кислотных намазных аккумуляторах активная масса частично выпадает из решетки пластин.

КПД аккумулятора η определяется как отношение количества энергии (выраженное в киловатт-часах), полученной от него при разряде, к количеству энергии, затраченной при его заряде:

$$\eta = \frac{U_p \cdot I_p \cdot t_p}{U_з \cdot I_з \cdot t_з}.$$

Коэффициент отдачи по емкости представляет собой отношение количества электричества (в ампер-часах), отданное при разряде, к количеству электричества, полученному при заряде:

Основные технические параметры аккумуляторных батарей тепловозов

Наименование показателя	Значение показателя для батареи типа					
	32ТН-450	48ТН-450	6СТЭН-140М	6ТСТ-132ЭМС	46ТПНЖ-550	46ТПНК-550
Тип батареи	Кислотная				Щелочная, никель-железная	Щелочная, никель-кадмиевая
Номинальная емкость, А·ч	450		140	132	550	
Номинальное напряжение, В	64	96	12		57,5	
Количество аккумуляторов в батарее	32	48	6		46	
Материал сепараторов	Мипласт, стекловолокно		Мипор	Мипласт, стекловолокно	Винипласт	
Материал бака (моноблока)	Эбонит				Сталь и резиновый чехол	
Масса секций, кг: без электролита с электролитом	119 159	90,4 120,4	52,5* 62*	41* 49*	35** 45**	38** 48**

* — масса аккумуляторной батареи; ** — масса аккумулятора

$$\eta = \frac{I_p \cdot t_p}{I_з \cdot t_з}.$$

КПД кислотного аккумулятора составляет 0,65 — 0,75, а щелочного — 0,5 — 0,55. Коэффициент отдачи по емкости у кислотного аккумулятора находится в пределах 0,85 — 0,9, а у щелочного — 0,65 — 0,70. Как видно, кислотные аккумуляторы являются более экономичными, чем щелочные.

Если же сравнивать аккумуляторы по другим параметрам, то оказывается, что щелочной аккумулятор имеет ряд преимуществ перед кислотным. В частности, он может в течение долгого времени находиться в частично или полностью разряженном состоянии, что является совершенно недопустимым для кислотного аккумулятора. Щелочной аккумулятор без последствий переносит низкие температуры, обладает большей перегрузочной способностью (т.е. допускает протекание тока значительной величины при разряде и заряде). Вследствие сравнительно высокого внутреннего сопротивления кратковременное короткое замыкание и глубокие разряды не выводят его из строя. Щелочной аккумулятор отличается также большой механической прочностью, поэтому он не боится тряски, вибраций и ударов.

И, наконец, самое главное преимущество щелочного аккумулятора заключается в незначительном его саморазряде в отключенном состоянии. Так, после 9 месяцев хранения теряется лишь 20 % его емкости. В то же время, у кислотного аккумулятора суточный саморазряд составляет примерно 0,5 — 0,7 % емкости, т.е. в течение месяца он теряет 15 — 21 % емкости. Поэтому для компенсации саморазряда неработающие кислотные аккумуляторы необходимо периодически подзаряжать.

Срок службы никель-железного щелочного аккумулятора в 2 — 3 раза, а никель-кадмиевого — в 3 — 4 раза больше, чем у кислотного. В процессе эксплуатации никель-железных аккумуляторов в меньшей степени присутствуют вредные выделения. Отслужившие срок службы никель-кадмиевые аккумуляторы подлежат утилизации по специальной технологии. Щелочные аккумуляторы более надежны, чем кислотные. Они менее требовательны в отношении постоянного квалифицированного ухода.

К основным недостаткам щелочных аккумуляторов, по сравнению с кислотными, относятся меньшие значения ЭДС, КПД, коэффициента отдачи по емкости, а также высокая их стоимость (при одинаковых условиях цена щелочного аккумулятора в 4 — 6 раз больше кислотного).

К достоинствам кислотных аккумуляторов следует отнести сравнительно высокие (по сравнению с другими типами аккумуляторов) ЭДС, КПД и коэффициент отдачи по емкости. Однако кислотные батареи имеют и недостатки: сравнительно невысокий срок службы, большая трудоемкость обслуживания, зависимость плотности электролита от степени заряженности аккумулятора (из-за чего разряженный аккумулятор при отрицательных температурах может замерзнуть, что приведет к его полному разрушению).

Для предотвращения этого плотность электролита должна изменяться в зависимости от времени года. В летние месяцы она должна поддерживаться в пределах 1,240 – 1,250 г/см^3, а в зимние месяцы ее необходимо повышать до 1,260 г/см^3.

Плотность электролита щелочного аккумулятора также целесообразно устанавливать в соответствии со временем года. В летние месяцы она должна быть равна 1,18 – 1,23 г/см^3, в зимние — 1,25 — 1,29 г/см^3.

Основные параметры кислотных и щелочных аккумуляторных батарей тепловозов приведены в таблице.

В процессе эксплуатации кислотных батарей на тяговом подвижном составе могут возникать следующие неисправности:

- короткие замыкания между положительными и отрицательными пластинами вследствие образования между ними шлама или повреждения сепараторов;
- загрязнение электролита примесями, попадающими в аккумулятор из-за использования кислоты и воды, не соответствующих предъявляемым к ним требованиям;
- явление сульфатации, препятствующее взаимодействию электролита с активной массой (появляется из-за систематических глубоких разрядов, продолжительного бездействия в состоянии неполного заряда, заливки электролита чрезмерно высокой плотности, систематических быстрых зарядов большими токами, несвоевременно выполняемых восстановительных зарядов, низкого уровня электролита, внутренних коротких замыканий);
- осыпание активной массы с пластин аккумуляторов;
- коррозия зажимов, возникающая вследствие слабого контакта, вызванного недозатяжкой гаек при установке перемычек между аккумуляторами.

Основная неисправность щелочных батарей — снижение емкости, возникающее из-за накопления карбонатов в электролите, недостатка в нем едкого лития в летнее время, а также высокой температуры электролита во время эксплуатации, его загрязнение и понижение уровня, внутренних и внешних коротких замыканий. Накапливаются карбонаты за счет углекислоты, поглощаемой из воздуха. При этом увеличение содержания карбонатов в 2,5 — 3 раза против нормы снижает емкость батареи на 35 — 40 %.

В процессе эксплуатации тепловоза машинист и его помощник должны систематически проверять состояние аккумуляторной батареи, очищать ее от пыли и грязи. В случае обнаружения каких-либо неисправностей необходимо внести соответствующие записи в бортовой журнал технического состояния локомотива формы ТУ-152. На основании этих записей при постановке локомотива в депо на ремонт слесари обязаны устранить отмеченные неисправности.

При выполнении технического обслуживания ТО-2 проверяют уровень электролита в каждом аккумуляторе. При пониженном уровне электролита его доводят до нормы путем доливки дистиллированной воды. В случае необходимости контролируют отдельные элементы, а также напряжение на зажимах батареи. Уровень электролита в щелочном аккумуляторе должен быть на 40 — 50 мм выше верхних кромок сепараторов, а у кислотного — выше предохранительной сетки не менее чем на 15 мм.

На техническом обслуживании ТО-3 проверяют величину зарядного тока, плотность электролита и напряжение у каждого элемента.

ПРОДУКЦИЯ ЗАО «МЫС»: КОМПОЗИТЫ И НЕ ТОЛЬКО

С.В. ЕРОХИН,
генеральный директор ЗАО «МЫС»
М.А. ЛОБОВ,
технический директор,
Л.М. БОНДАРЕНКО,
заместитель технического директора

На правах рекламы

Многопрофильное предприятие ЗАО «МЫС» (с. Высокиничи, Калужская обл.) создано в 1997 г. Основное направление его деятельности — производство пластиковых изделий с использованием полимерных композиционных материалов и металлоконструкций для систем промышленной вентиляции, а также для железнодорожного подвижного состава, в частности, для локомотивов.

В сфере железнодорожного транспорта все более широкое применение композитные материалы получают в отделке экстерьеров и интерьеров кабин машиниста, салонов пассажирских вагонов и других единиц подвижного состава. При этом растет спрос на корпусные изделия сложных геометрических форм. Генеральный заказчик ОАО «РЖД» уделяет повышенную заинтересованность в применении изделий из пластиковых композиционных материалов производства ЗАО «МЫС».

Помимо декоративной функции, эти материалы обладают многими другими специфическими параметрами, предоставляющими возможность создавать новые конструкционные высокотехнологичные элементы и конструкции со сложными поверхностными формами. Композитные изделия в сравнении с металлами и древесиной имеют следующие достоинства:

- ☑ благодаря сбережению материалов природного происхождения при производстве деталей и конструкций сокращается расход сырьевых и природных ресурсов;
- ☑ значительно меньшая масса элементов конструкции подвижного состава способствует повышению энергетического потенциала на тягу, увеличению грузоподъемности при перевозках грузов и пассажиров;
- ☑ полимерный материал является «теплым», что создает дополнительные комфортные условия локомотивным бригадам и пассажирам при его использовании в интерьерах;
- ☑ стеклопластик — надежный изолятор, исключающий замыкания, искрообразования и электрические пробои.

В последнее время внедрение композитов постепенно расширяется, но, в основном, для изготовления элементов подвижного состава, которые не несут основные нагрузки. Легкость формовки деталей сложной конфигурации в сочетании с отличными эстетическими и хорошими механическими характеристиками армированных волокнистых пластиков дают этому материалу особо благоприятные перспективы.

В первую очередь, применение изделий из стеклопластика ориентировано на сокращение затрат при подготовке производства, снижение массогабаритных показателей и себестоимости выпускаемой продукции. Кроме того, полимерные материалы придают изделиям более эстетичный внешний вид. Как следствие, это способствует росту конкурентоспособности на рынке выпускаемой ЗАО «МЫС» продукции.

Среди основных направлений развития производства на предприятии с момента его основания — разработка и серийный выпуск изделий и их элементов из композитных материалов — таких, например, как высоконагруженные рабочие колеса и лопасти вентиляторных систем. Характерный пример — создание лопастей колеса вентилятора централизованного воздухоснабжения тепловозов типа ТЭП70 (рис. 1), выполненных из стеклопластика. За основу взята авиационная технология с оптимизацией ее до уровня холодной прессовой формовки с внутренней пропрессовкой комля лопасти, что придает ему высокие прочностные свойства.

В результате получилось достаточно надежное, многократно воспроизводимое и быстро тиражируемое изделие с целым рядом дополнительных качественных характеристик. Кроме того, удалось существенно удешевить конструкцию рабочего колеса. Изготовленные по новой технологии лопасти вентиляторных рабочих колес тепловозов и электровозов могут надежно работать при окружающей температуре до 270°С. Технологическую линию производства огневзрывобезопасных лопастей компания запатентовала в 2001 г. Созданные конструкции лопастей прошли успешные эксплуатационные испытания на тепловозах ТЭП70БС и электровозах ЭП2К.

Внедрение неметаллической лопасти позволило оптимизировать крепление лопасти в ступице, так как вместо чистового фрезерования и механической фиксации используется вклейка отформованного в оснастке комля, что существенно упрощает процесс подгонки и сборки колеса. Этот метод применим для лопастей с толщинами лопасти до 10 мм. Для рабочих колес с толщинами лопасти более 10 мм и большой строительной высотой (до 2000 мм в диаметре) был разработан и применен другой концептуальный метод, оформленный патентами «Лопасть», «Вентилятор» в 2006 г. и «Способ производства лопастей» в 2009 г.

В приведенном случае основная несущая часть (лонжерон) лопасти представляет собой заформованный однонаправленно армированный стеклопластиковый композитный конструкционный элемент. Он максимально эффективно воспринимает продольные нагрузки от центробежной силы, часть которых компенсируется от возвратного момента при аэродинамическом из-

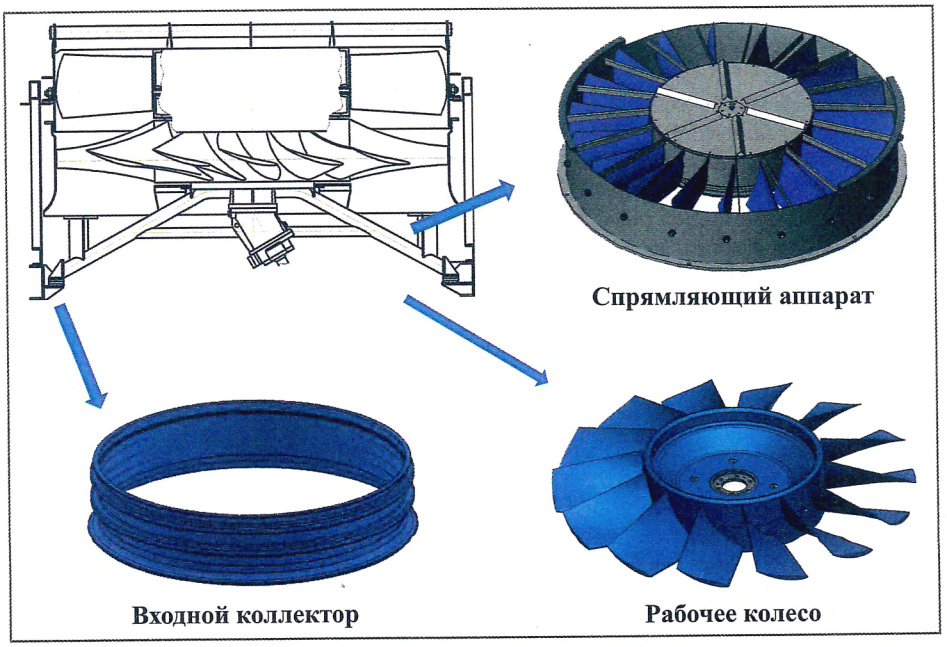
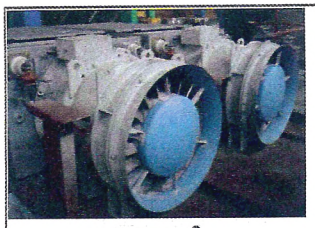
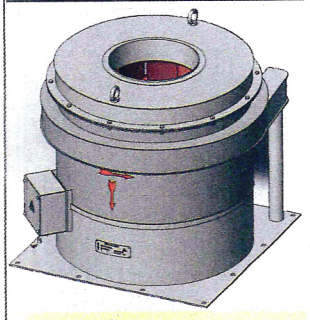


Рис. 1. Мотор-вентилятор системы охлаждения дизеля тепловозов типа ТЭП70
(частота вращения 740 об/мин, расход 39,5 м³/с, полное давление 1000 Па, диаметр рабочего колеса 1800 мм, масса 53 кг, изготовлено более 500 комплектов)



Вентилятор осевой (охлаждений БТР)

Частота вращения	3000 об/мин
Расход	3,5 м³/с
Полное давление	1600 Па
Потребляемая мощность	11 кВт



Вентилятор-воздухоочиститель радиальный прямоточный (охлаждение ТЭД)

Частота вращения	3000 об/мин
Расход	1,5 м³/с
Полное давление	3000 Па
Потребляемая мощность	7,5 кВт



Вентилятор-воздухоочиститель осевой (наддув воздуха в кузов)

Частота вращения	2850 об/мин
Расход	1,5 м³/с
Полное давление	500 Па
Потребляемая мощность	1,5 кВт

Рис. 2. Мотор-вентиляторы для электровозов ЭП20, 2ЭС5

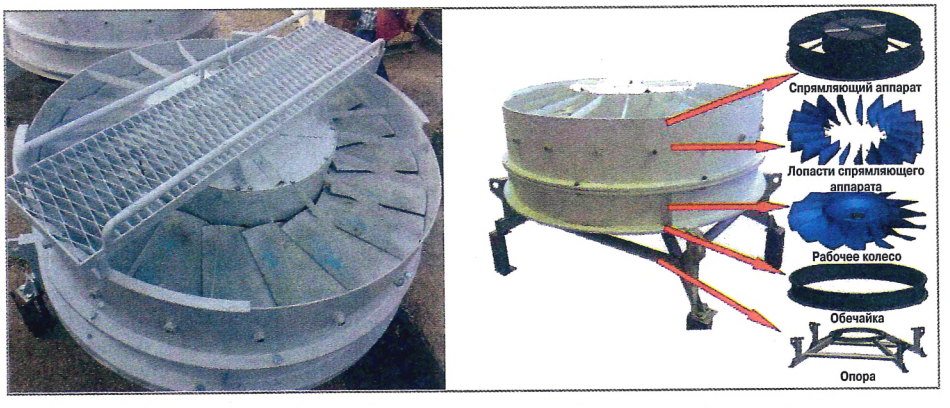


Рис. 3. Мотор-вентилятор системы охлаждения дизеля тепловозов типа 2ТЭ25
(диаметр колеса 1600 мм; расход 30 м³/с; полное давление 1300 Па; мощность 65 кВт; изготовлено более 240 комплектов; средний пробег локомотивов 250 тыс. км; суммарный пробег локомотивов более 5,5 млн. км)

гибании лопасти. В этом варианте лопасть изготавливается полой, а для надежного соединения ее обечаек применяются специально разработанные, упруго деформируемые элементы, которые после полимеризации увеличивают жесткость тонкостенной конструкции по типу кессонов.

Масса представляемого изделия в несколько раз меньше массы стального и даже алюминиевого аналога. Как и предыдущее изделие, оно существенно безопасней в применении. При возможных разрушениях от внешних воздействий вся кинетическая энергия лопасти тратится на ее разрушение и не наносит урон окружающим узлам. Практическое использование рабочих колес на основе изложенных методов позволило увеличить срок службы узлов привода и механизмов системы охлаждения тепловозов, уменьшив при этом уровень шума и аэродинамическую вибрацию. Данное решение также хорошо реализуется при модернизации эксплуатируемых локомотивов.

Всего ЗАО «МЫС» изготовлено свыше 15 тыс. лопастей и более 800 рабочих колес вентиляторов охлаждения, из которых около 300 — для тепловозов ТЭП70У, ТЭП70БС и 2ТЭ70. Все эти изделия успешно эксплуатируются также на других тепловозах и электровозах ОАО «РЖД».

Кроме серийного изготовления лопастей и вентиляторных колес, разработан и запущен в производство комплект вентиляторов и вентиляторных установок транспортного исполнения для электровозов ЭП20 и 2ЭС5 (рис. 2), тепловозов 2ТЭ25А и 2ТЭ25КМ, включающий порядка двадцати их наименований. Вентиляторы, кроме рабочего колеса с пластиковыми лопастями, включают в состав изделия металлический или стеклопластиковый корпус, направляющий или спрямляющий аппарат, диффузор, обтекатель, коллектор, приводной вал либо электродвигатель. Вентиляторные установки, помимо приведенного комплекта узлов, дополняются элементами монтажа вентиляторов, воздуховодами, диффузорами и фильтрующими устройствами.

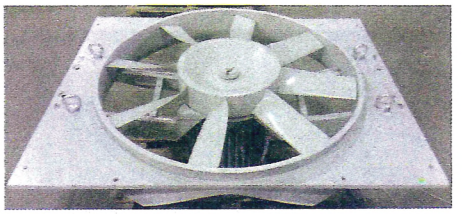


Рис. 4. Мотор-вентилятор МВ-14В2 с отдельным асинхронным электродвигателем рДМ180

Диаметр рабочего колеса, мм	1100
Расход, м²/с	18,25
Статическое давление, Па	1100
Номинальная мощность приводного электродвигателя, кВт	30

В 2007 г. по техническому заданию ОАО «ВНИКТИ» изготовлены высокооборотные вентиляторные установки централизованной системы воздухоснабжения тяговых электрических машин и аппаратов для первого российского магистрального газотурбовоза ГТ1, использующего в качестве моторного топлива сжиженный природный газ. В том же году были запущены в производство вентиляторные установки для охлаждения теплоносителей дизеля тепловоза типа 2ТЭ25 с рабочим колесом диаметром 1600 мм и системой пневматического управления спрямляющим аппаратом (рис. 3).

В 2012 г. согласно техническому заданию Новочеркасского электровозостроительного завода разработали конструкцию и начали производство вентиляторов, обеспечивающих охлаждение резисторов электрического тормоза для электровозов ЭП20, 2ЭС6 и 2ЭС10. Одновременно в соответствии с заказом ЗАО «Трансмашхолдинг» на предприятии подготовили конструкторскую документацию и наладили производство вентиляторных установок с рабочим колесом диаметром 1100 мм, являющихся аналогами мотор-вентиляторов типа МВ-14 (рис. 4). На сегодня вентиляторными установками производства ЗАО «МЫС» с применением композитных пластиковых материалов укомплектованы более 50 тепловозов типа 2ТЭ25 и 45 электровозов ЭП20 нового поколения.

Примером удачного объединения конструкционных и декоративных свойств стеклопластиков может также служить впервые спроектированное специалистами ЗАО «МЫС» боковое остекление кабин подвижного состава, выполненное в блочном исполнении. Стеклоблок оформлен патентами «Оконный блок» и «Окно транспортного средства» (2007 г.), «Окно машиниста» и

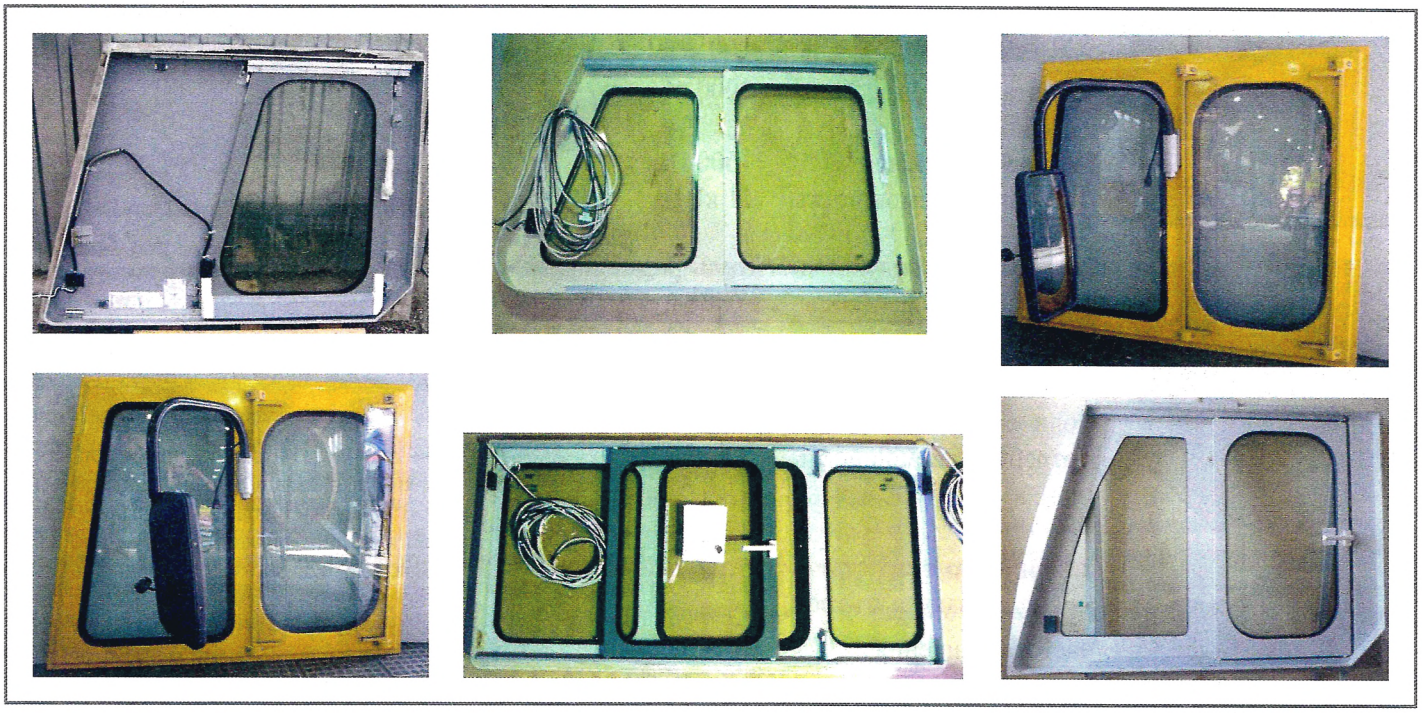


Рис. 5. Блоки боковых окон кабин управления со сдвижными форточками
(Более 15 видов оконных блоков с обогревом и зеркалами заднего вида. Наружной и внутренней установки. Изготовлено более 1700 оконных блоков. Эксплуатируются более 8 лет без замечаний.)

«Раздвижное окно транспортного средства» (2008 г.).

Изделие предназначено для установки на вновь выпускаемые и эксплуатируемые локомотивы. Разработана схема наружного и внутреннего монтажа оконного блока. Для наружной установки применено совмещение блока с декоративным наличником, что упрощает подгонку и компенсирует возможные зазоры по проему окна. С внутренней стороны все блоки комплектуются также накладным стеклопластиковым наличником, что, в свою очередь, позволяет «вписать» оконный блок практически в любой интерьер.

Серийно выпускается более 15 модификаций оконных блоков, в том числе с электрическим обогревом, сдвижными форточками, тройным остеклением (рис. 5). Все они при необходимости комплектуются зеркалами и паравanами. Блоки изготавливаются для локомотивов производства заводов коломенского ОАО «КЗ», брянского ЗАО «УК „БМЗ"», людиновского ОАО «ЛТЗ», ярославского «ЯЭРЗ», а также путевой техники АО «Фирма Твема». Надежность работы оконных блоков подтверждается их эксплуатацией в климатических условиях депо Тында и Тюмень.

Современный этап освоения производства изделий из композитного стеклопластика — внедрение технологии изготовления крупногабаритных элементов экстерьеров и интерьеров железнодорожного подвижного состава и транспортных машин. По заказу ОАО «КЗ» разработаны и поставлены на производство лобовая маска с обтекателем и элементы интерьера кабины управления электровоза ЭП2К (рис. 6), внедрение которых позволило значительно сократить время сборки кабины.

Кроме электровоза ЭП2К, интерьеры кабин производства ЗАО «МЫС» устанавливаются на тепловозы 2ТЭ70, ТЭП70БС, ТЭП70У. Обтекатели и интерьеры кабин применены более чем на 250 электровозах ЭП2К. Элементами интерьера кабин оборудуются также тепловозы ТЭП70У, ТЭП70БС и 2ТЭ70. По заказу ЗАО «УК „БМЗ"» осуществляется серийная поставка комплектов экстерьера и интерьера кабины тепловоза 2ТЭ25КМ (рис. 7).



Рис. 6. Обтекатели электровоза ЭП2К
(изготовлено более 400 комплектов, в эксплуатации более 8 лет без замечаний, материал — трудногорючий коррозионно-стойкий стеклопластик)

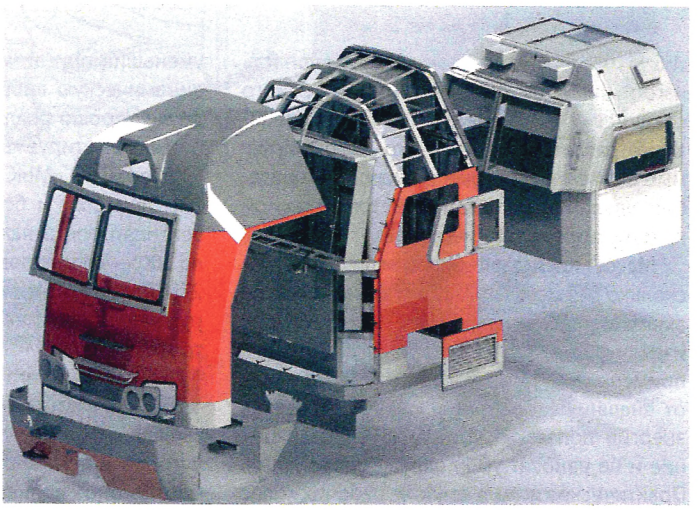


Рис. 7. Комплекты экстерьера и интерьера кабины тепловоза 2ТЭ25КМ

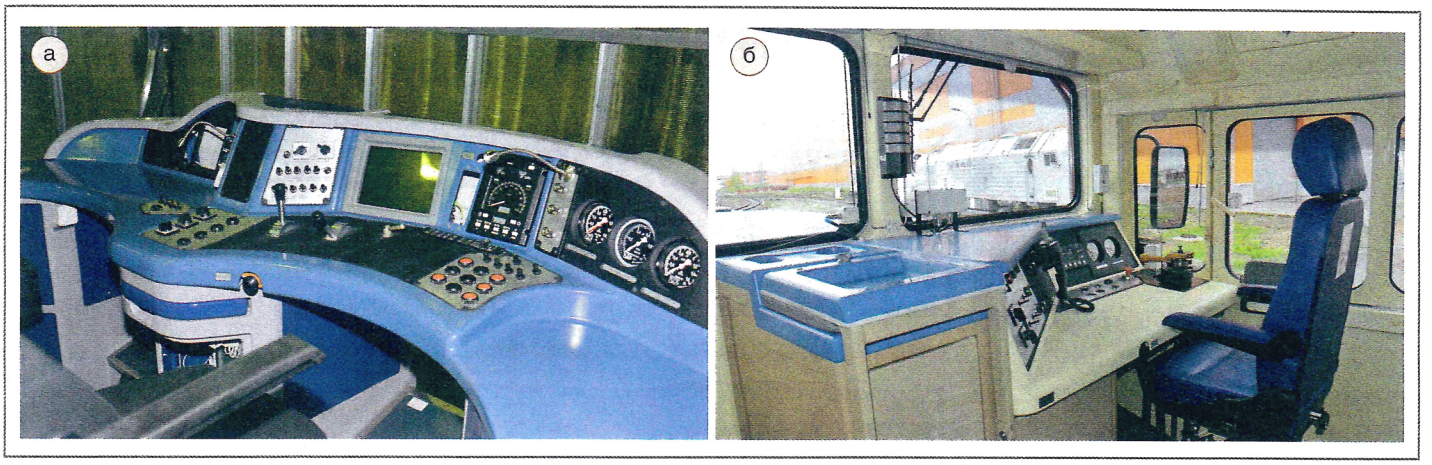


Рис. 8. Пульты управления тепловозов:
а — магистрального ТГ16М; б — маневрового ТЭМ28

На предприятии подготовили техническую документацию, организовали производство и уже изготавливают модульные кабины для тепловозов ТЭМ28 и ТГ16М (рис. 8). Разработка проектов, выполненная в сотрудничестве со специалистами инженерных центров АО «УК „БМЗ"» и АО «СТМ», включает в себя комплекс инженерных решений по силовому каркасу кабины, системе климатического контроля, электрическому и пневматическому монтажу, лобовому и боковому остеклению, интерьеру кабины и пультовому оборудованию.

Инновационное направление деятельности предприятия — освоение производства стеклопластиковых элементов кузова локомотивов. В 2004 г. для тепловоза ТЭП70 № 547В изготовлены два элемента крыши из стеклопластика, в результате чего уменьшилась масса крыши, а также снизилась ее стоимость. Однако в серийное производство отмеченные элементы кузова пока не запущены.

Освоены и расширяются поставки стеклопластиковых композитных воздуховодов для систем воздухоснабжения локомотивов. Так, на каждый тепловоз и электровоз производства ОАО «КЗ» устанавливаются около 20 патрубков, диффузоров и корпусных элементов вентиляторов из стеклопластика. Свыше 10 наименований воздуховодов поставляется в ЗАО «УК „БМЗ"». На предприятии также налажен выпуск изделий из пластика по разовым заказам, реализуя при этом заданные заказчиком технические требования и характеристики.

Интенсивно развивается производство металлоконструкций, включая изготовление изделий вентиляторной группы, корпусов фильтров, расходомеров, каркасов пультов и кабин управления. Организован выпуск металлических элементов стеклопластиковых конструкций экстерьера и интерьера кабин и кузовных частей, стендового оборудования, а также технологической оснастки.

Производственные мощности ЗАО «МЫС» позволяют ежемесячно изготавливать до 10 полумодульных кабин локомотивов, около 30 комплектов кабин машинистов (электровозов ЭП2К, тепловозов типа ТЭП70 и 2ТЭ25КМ), более 500 вентиляторных установок транспортного исполнения, свыше 35 т листов трудногорючего декоративного стеклопластика, около 6 тыс. пластиковых лопастей, более 700 рабочих колес вентиляторов как для новых локомотивов, так и для модернизации подвижного состава железных дорог.

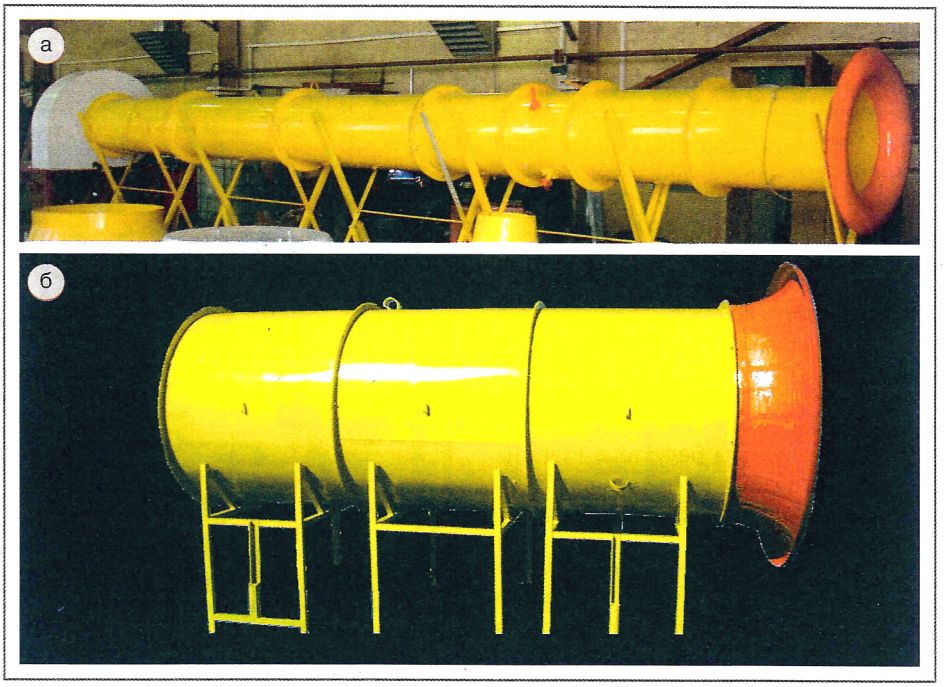


Рис. 9. Стенды аэродинамических испытаний:
а — САДИ-466 (аттестат № 58-2015 от 21.04.2015 г.); б — САДИ-1600 (аттестат № 59-2015 от 21.04.2015 г.)

Техническое оснащение предприятия позволяет осуществлять сварку металлоконструкций из стали и алюминиевых сплавов, токарную, фрезерную, прессовую механообработку, плазменную резку, рубку, гибку, раскатку, вальцовку и протяжку металла. Широко применяется формовка изделий из декоративного, конструкционного (силового), трудногорючего и термостойкого стеклопластика ручным, вакуумным, прессовым и термическим методами.

Освоена сборка узлов и изделий с электро- и пневмоприводами из металлических и пластиковых комплектующих. Производственная база постоянно расширяется, внедряются передовые технологии и процессы. Позиции оснащаются современным технологическим оборудованием. На базе предприятия создана аэродинамическая лаборатория с аттестованными аэродинамическими стендами (рис. 9).

ЗАО «МЫС» — постоянный член Некоммерческого партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники» (НП «ОПЖТ»), имеет сертификаты соответствия системы менеджмента качества требованиям ГОСТ Р ИСО 9001—2008 (регистрационный номер РОСС RU.0C03. СМК00045) и международного стандарта поставщиков для железнодорожного транспорта IRIS (регистрационный номер № 31100274 IRIS — DQS GmbH). На предприятии введен стандарт, обеспечивающий в соответствии с международными требованиями качество при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании оборудования.



СХЕМА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА 2ЭС6 «СИНАРА»

М.В. ТИТОВ,
машинист эксплуатационного депо Тайга Западно-Сибирской дирекции тяги

Продолжение. Начало см. «Локомотив» № 3, 2017 г.

Положение II (поездное). В положении II ручки контроллера (рис. 10) напряжение подается на вентили В4 и В5. Возможны три случая работы крана машиниста в положении II: поддержание в тормозной магистрали зарядного давления, на которое отрегулирован редуктор; автоматическая ликвидация сверхзарядки тормозной магистрали при перемещении ручки контроллера из положения I в положение II и отпуск положением II ручки контроллера без ее постановки в положение I.

Рассмотрим, как осуществляется поддержание зарядного давления в уравнительном резервуаре УР и тормозной магистрали ТМ. Из-за естественных утечек в уравнительном резервуаре УР под действием пружины редуктора РЕД диафрагма прогибается вниз и открывает питательный клапан. Воздух из питательной магистрали ПМ через открытый клапан устройства блокировки тормозов УБТ по каналу В поступает к питательному клапану редуктора РЕД и далее через вентиль В4 по каналу Д в полость С реле давления РД и через отверстие Б диаметром 1,8 мм — в уравнительный резервуар УР. Давление в уравнительном резервуаре УР и полости под диафрагмой редуктора РЕД возрастает. Диафрагма, преодолевая усилие регулировочной пружины, прогибается вверх, и питательный клапан редуктора РЕД закрывается.

Повышение давления в полости С реле давления РД приводит к тому, что диафрагма реле давления РД прогибается вниз и открывает только малый питательный клапан. Сжатый воздух из питательной магистрали ПМ через клапан КП (нижним каналом) поступает к реле давления РД и через открытый малый питательный клапан — в полость под диафрагму, а также в тормозную магистраль ТМ через устройство блокировки тормозов УБТ. Давление в тормозной магистрали повышается до тех пор, пока в полости под и над диафрагмой реле давления РД давления не уравняются. После этого диафрагма будет занимать среднее положение, и малый питательный клапан закроется. Также уравнительный резервуар УР и полость С реле давления РД через вентиль В4 постоянно

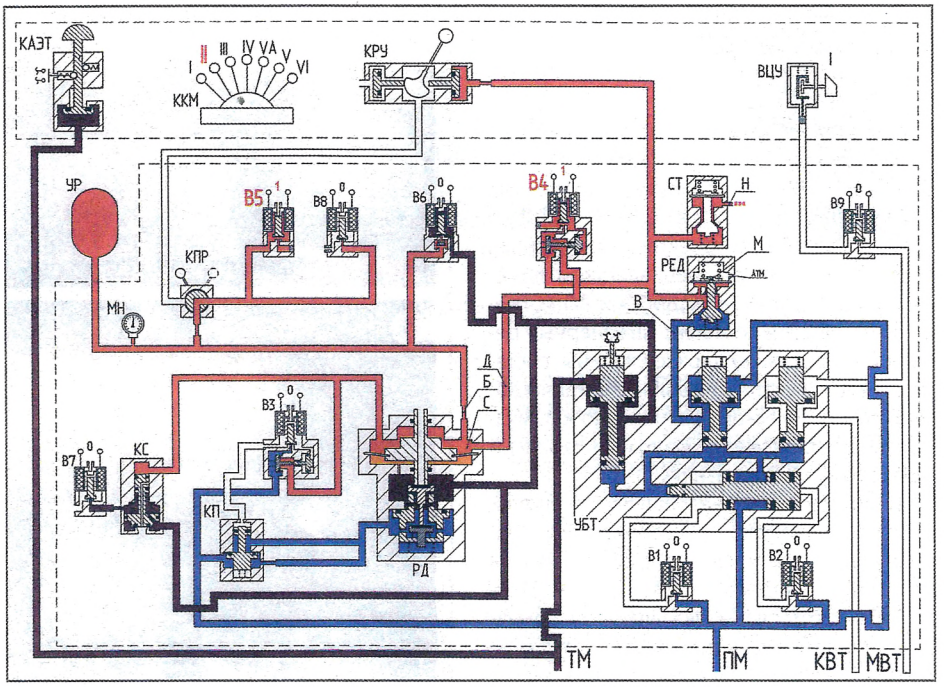


Рис. 10. Схема крана машиниста № 130 при положении II ручки контроллера («Поездное»)

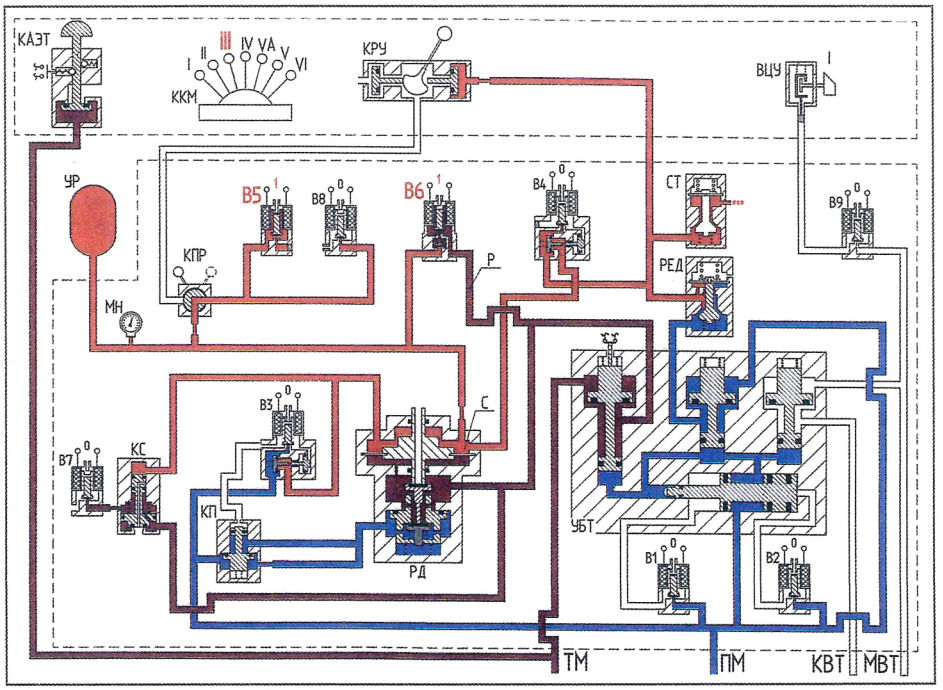


Рис. 11. Схема крана машиниста № 130 при положении III ручки контроллера («Перекрыша без питания»)

сообщены со стабилизатором СТ и через калиброванное отверстие Н диаметром 0,45 мм — с атмосферой.

После перевода ручки контроллера из положения I в положение II давление в ТМ и уравнительном резервуаре УР будет выше зарядного, на которое отрегулирован редуктор РЕД. Переход от завышенного давления до зарядного осуществляется автоматически. Воздух из уравнительного резервуара УР и полости С реле давления РД через вентиль В4 поступает в полость над диафрагмой стабилизатора СТ и далее дроссельным отверстием Н (диаметром 0,45 мм) — в атмосферу. В результате медленного снижения давления в полости С диафрагма реле давления РД под действием давления тормозной магистрали ТМ прогибается вверх и открывает выпускной клапан, тем самым сообщая тормозную магистраль через выпускной клапан с атмосферой.

Если при отпуске тормозов ручку контроллера перевести в положение II, то в полость С реле давления и уравнительный резервуар УР воздух из питательной магистрали ПМ будет поступать через питательный клапан редуктора РЕД. В результате этого диафрагма реле давления РД прогибается вниз, открывая малый и большой питательные клапаны. При этом сжатый воздух из питательной магистрали ПМ через клапан КП (нижним каналом) поступает к реле давления РД и через малый и большой питательные клапаны поступает в полость под диафрагму и тормозную магистраль ТМ через устройство блокировки тормозов УБТ. Наполнение уравнительного резервуара УР происходит до тех пор, пока в редукторе РЕД не закроется питательный клапан. Тормозная магистраль прекращает наполняться, когда давления в полости под и над диафрагмой реле давления РД не уравняются, после этого большой и малый питательные клапаны закрываются.

Положение III (перекрыша без питания). В положении III ручки контроллера (рис. 11) напряжение подается на вентили В5 и В6. Полость С реле давления РД и уравнительный резервуар УР через обратный клапан вентиля В6 каналом Р сообщаются с тормозной магистралью ТМ. При этом давления в полости над и под диафрагмой реле давления РД выравниваются, диафрагма не будет прогибаться вниз и, соответственно, подпитывать тормозную магистраль ТМ.

Положение IV (перекрыша с питанием). В положении IV ручки контроллера (рис. 12) напряжение подается на вентиль В5. При снижении давления в ТМ вследствие естественных утечек давление в полости под диафрагмой реле давления РД также понижается, а над диафрагмой остается неизменным. В результате этого диафрагма реле давления

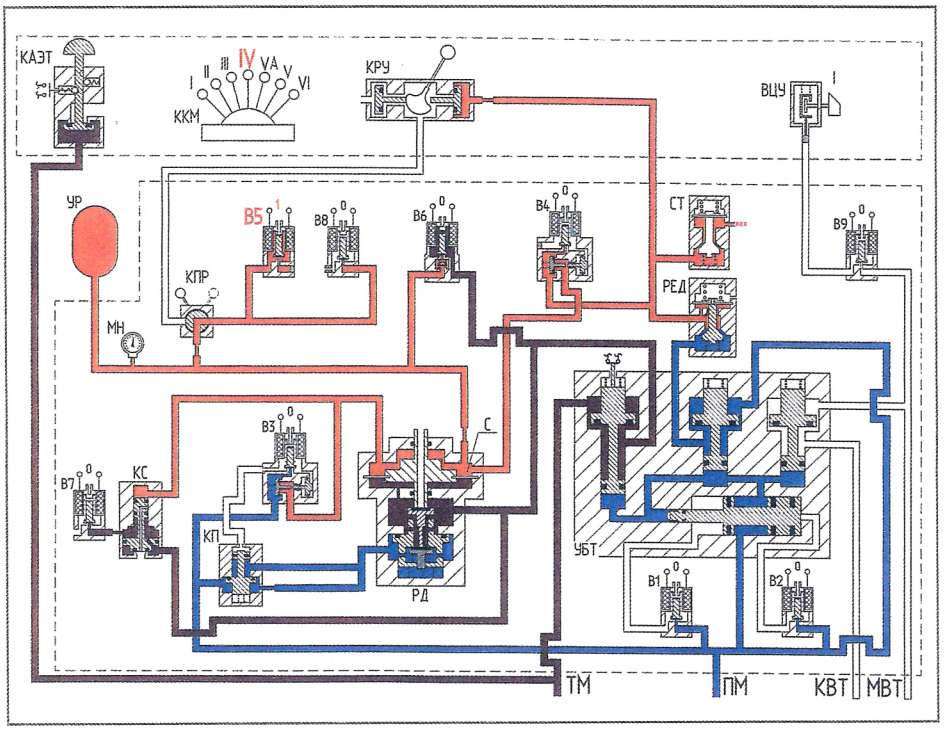


Рис. 12. Схема крана машиниста № 130 при положении IV ручки контроллера («Перекрыша с питанием»)

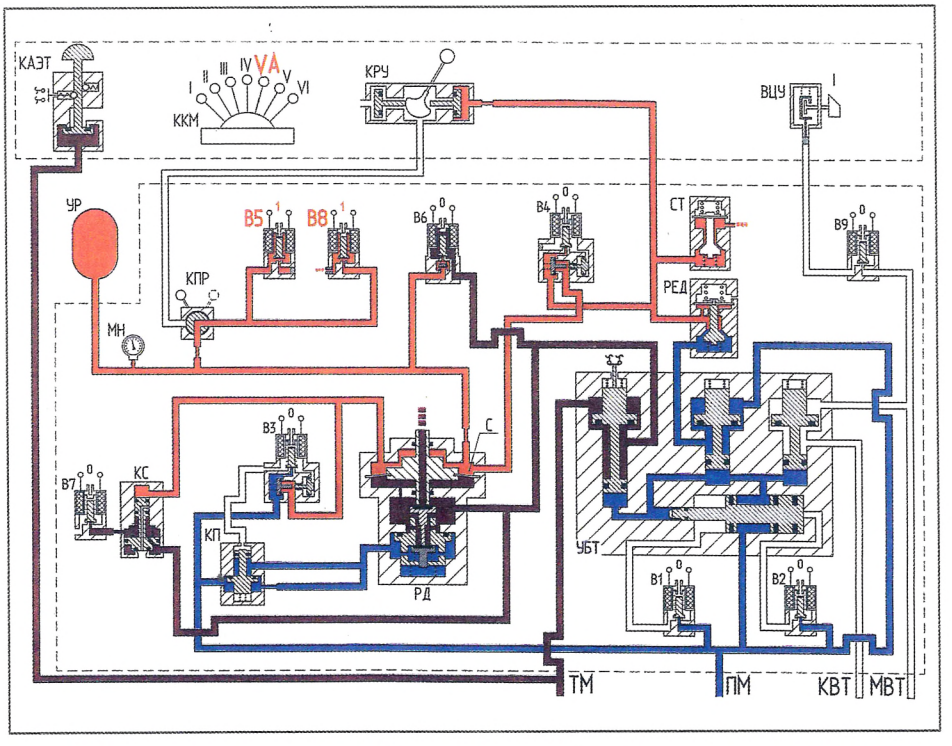


Рис. 13. Схема крана машиниста № 130 при положении Va ручки контроллера («Замедленное торможение»)

РД прогибается вниз, открывается малый питательный клапан, и воздух из питательной магистрали ПМ через клапан КП (нижним каналом) поступает к реле давления РД и далее через малый питательный клапан поступает в полость под диафрагму и тормозную магистраль ТМ через устройство блокировки тормозов УБТ. Давление в тормозной магистрали повышается до тех пор, пока давления в полости под и над диафрагмой реле давления РД не уравняются, после чего малый питательный клапан закрывается.

Положение Va (замедленное торможение). В данном положении ручки контроллера (рис. 13) под напряжением находятся два вентиля — В5 и В8. При этом полость С реле давления РД и уравнительного резервуара УР через вентиль В8 сообщаются с атмосферой через дроссельное отверстие в корпусе вентиля диаметром 0,75 мм. При этом давление в

полости С реле давления РД уменьшается, и диафрагма под действием давления тормозной магистрали ТМ прогибается вверх. В результате открывается выпускной клапан, и воздух из тормозной магистрали ТМ через выпускной клапан сообщается с атмосферой.

Положение V (служебное торможение). В этом положении все вентили обесточены (рис. 14). Сжатый воздух из полости С реле давления РД по каналу Е, а также из уравнительного резервуара УР через отверстие диаметром 2,3 мм, кран переключателя режимов КПР и атмосферный клапан вентиля В5 попадает в атмосферу. Под действием избыточного давления в тормозной магистрали ТМ диафрагма реле давления РД прогибается вверх. В результате открывается выпускной клапан и происходит сообщение тормозной магистрали с атмосферой.

После перемещения ручки контроллера из положения V в положение III или IV вентиль В5, получив питание, закроет атмосферное отверстие, и выпуск воздуха из магистрали в атмосферу будет продолжаться до выравнивания давлений в магистрали и уравнительном резервуаре, после чего диафрагма реле переместится вниз и прекратит сообщение тормозной магистрали с атмосферой.

Положение VI (экстренное торможение). В этом положении ручки контроллера (рис. 15) подается напряжение на вентиль В7. Все остальные вентили обесточены. При подаче напряжения на вентиль В7 полость над срывным поршнем клапана КС сообщается с атмосферой. Поршень под действием давления тормозной магистрали ТМ перемещается вверх, открывая атмосферный клапан, сообщающий тормозную магистраль большим сечением с атмосферой. Одновременно сжатый воздух из полости С реле давления РД и уравнительного резервуара УР через каналы К и П также сообщается с атмосферой через клапан КС. Благодаря быстрому снижению давления в полости С диафрагма реле давления РД под действием избыточного давления в тормозной магистрали ТМ прогибается вверх. В результате открывается атмосферный клапан, и тормозная магистраль вторым путем сообщается с атмосферой. Так же часть сжатого воздуха из полости С реле давления и уравнительного резервуара УР выходит в атмосферу через вентиль В5.

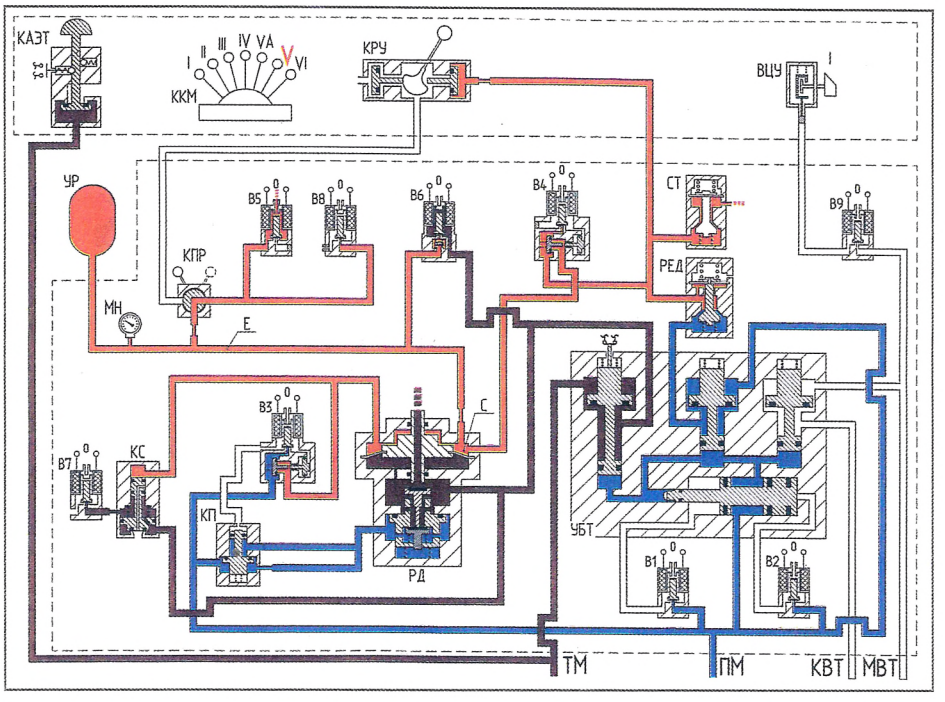


Рис. 14. Схема крана машиниста № 130 при положении V ручки контроллера («Служебное торможение»)

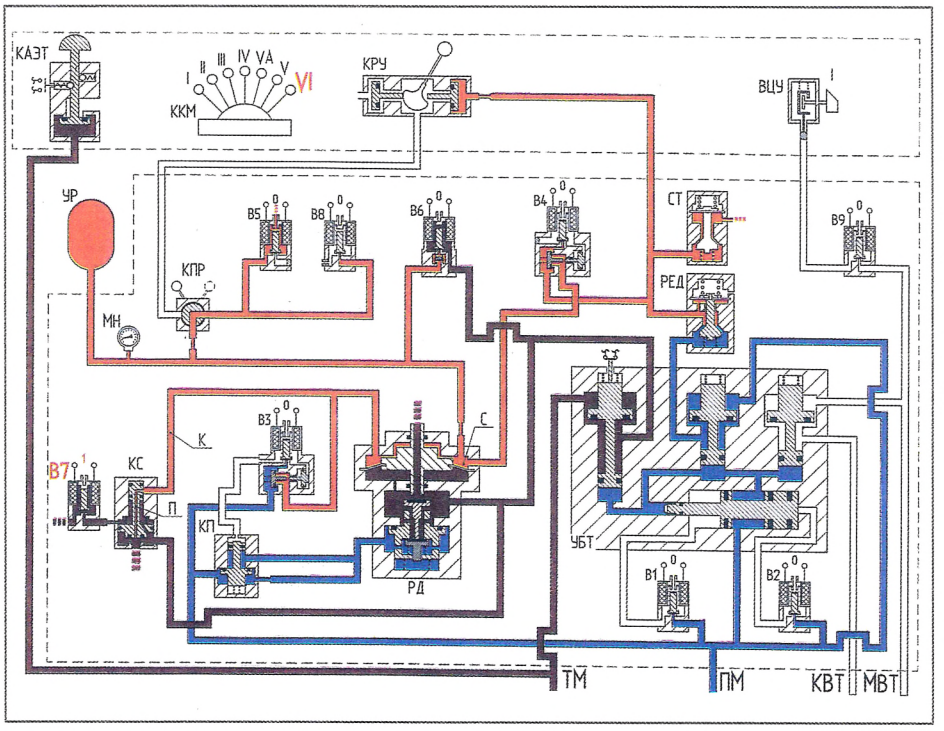


Рис. 15. Схема крана машиниста № 130 при положении VI ручки контроллера («Экстренное торможение»)

ЗАРЯДКА СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ ПИТАТЕЛЬНОЙ И ТОРМОЗНОЙ МАГИСТРАЛЕЙ

Для получения сжатого воздуха на электровозе 2ЭС6 применяются винтовые компрессорные агрегаты или компрессорные установки, установленные по одному в каждой секции. На части электровозов 2ЭС6 установлены компрессорные агрегаты типа ВВ-3,5/10 У2 или АКВ 3,5/1 У2. Некоторые локомотивы оборудованы компрессорными установками типа ДЭН-30 МО У2. Привод компрессорных агрегатов (компрессорных установок) выполнен от трехфазного электродвигателя 380 В, 50 Гц, получающего питание от преобразователя собственных нужд. Крутящий момент от электродвигателя передается на вал компрессора через эластичную муфту. На валу электродвигателя также смонтирована крыльчатка вентилятора для принудительного охлаждения секций теплообменника.

Главным узлом компрессорной установки (компрессорного агрегата) является винтовой блок, представляющий собой винтовую машину, заполненную маслом, которая предназначена для сжатия воздуха. Воздух, нагнетаемый компрессорной установкой (компрессорным агрегатом), по напорному трубопроводу через рукав, предохранительный клапан КП1, обратный клапан КО1, предохранительный клапан КП2 поступает в группу главных резервуаров РС1, РС2, состоящих из четырех главных резервуаров (объемом 250 л

каждый). Из главных резервуаров воздух поступает:

- через разобщительные краны КН17 — КН20 — к электромагнитным клапанам продувки главных резервуаров КЭП6 — КЭП9;
- через разобщительный кран КН8 — во влагомаслоотделитель МО и к разобщительному крану продувки влагомаслоотделителя КН21;
- через влагомаслоотделитель (МО) — в питательную магистраль (ПМ).

От ПМ воздух поступает:

- к концевым кранам КНК1, КНК4 и рукавам РУ1, РУ4;
- через разобщительный кран КН7 в воздухопровод цепи управления;
- к фильтру Ф2 и через разобщительный кран КН2 к блоку тормозного оборудования (БТО), а через кран КН1 — к блоку электропневматических приборов (БЭПП).

В БТО воздух поступает к следующим пневматическим узлам:

- через фильтр Ф до обратного клапана КО1 и далее через обратный клапан КО2, редуктор Ред2 — к пневматическому клапану К;
- в питательный резервуар РС5 объемом 150 л;
- через разобщительные краны КрРШ1, КрРШ2 — в питательные камеры реле давления РД1, РД2;
- через разобщительный кран КрРШ3, редуктор Ред1 — к электропневматическому вентилю ЭПВН;
- к электроблокировочным клапанам КЭБ1, КЭБ2.

Также от ПМ воздух поступает:

- через разобщительный кран КН4 — в питательную камеру реле давления РД;
- через разобщительный кран КН24 — к датчику преобразователя давления ВР6;
- через фильтр Ф1 и разобщительный кран КН22 — к электропневматическому клапану автостопа ЭПК;
- к двухстрелочному манометру МН2;
- к крану вспомогательного тормоза КВТ.

Зарядка сжатым воздухом ПМ происходит до давления 9,0 кгс/см^2, а затем электродвигатель компрессора КМ1 автоматически отключается системой МПСУ и Д через датчик преобразователя давления ВР6, сообщенный с ПМ через разобщительный кран КН24. Электродвигатель компрессора вновь включается, когда давление в главных резервуарах РС1 и РС2 становится менее 7,5 кгс/см^2. На случай неисправности датчика преобразователя давления ВР6 главные резервуары защищены двумя предохранительными клапанами КП1 и КП2, отрегулированными на давление 10 кгс/см^2.

Для удаления конденсата из главных резервуаров служат электропневматические клапаны КЭП6 — КЭП9, управление которыми выведено на пульт управления. Продувка главных резервуаров осуществляется под управлением системы МПСУ и Д как в автоматическом, так и в ручном режимах включения. Автоматическая продувка выполняется каждый раз через 5 с после появления команды «включение МК» или «включение МК принудительно». Продолжительность продувки составляет 1 — 2 с. Ручная продувка осуществляется нажатием кнопки «Продувка резервуаров» на пульте управления (сигнал поступает в систему МПСУ и Д). Продолжительность однократной продувки главных резервуаров в ручном режиме не должна превышать 10 секунд.

Разобщительные краны КН17 — КН20 установлены на случай выхода из строя соответствующего клапана продувки. Конденсат во влагомаслоотделителе удаляют в атмосферу с помощью разобщительного крана КН21.

Для зарядки тормозной магистрали (ТМ) необходимо выключатель цепей управления ВЦУ установить в положение «Включение блокировки тормозов». При этом получает питание электропневматический вентиль В1 устройства блокировки тормозов УБТ, расположенного на блоке электропневматических приборов БЭПП, и происходит включение УБТ.

В БЭПП воздух из ПМ через устройство блокировки тормозов поступает к редуктору РЕД и далее к электропневматическому вентилю В4 и к крану резервного управления КРУ.

После этого ручку контроллера крана машиниста ККМ необходимо установить в положение I или II. При переводе ручки контроллера в положение I получают питание электропневматические вентили В3 — В5, при положении II — В4 и В5.

В БЭПП воздух через электропневматический вентиль В3 (или В4) поступает в управляющую камеру реле давления РД. Из управляющей камеры реле давления РД воздух поступает:

- через кран переключателя режимов КПР к электропневматическим вентилям В5 и В8;
- в уравнительный резервуар РС3 объемом 20 л;
- к манометру МН3.

Далее реле давления РД срабатывает и пропускает воздух из питательной магистрали ПМ через реле давления РД, устройство блокировки тормозов УБТ и разобщительный кран КН3 в тормозную магистраль ТМ.

Из ТМ воздух поступает:

- к концевым кранам КНК2, КНК5 и рукавам РУ2, РУ5;
- через разобщительный кран КН5 к электропневматическому клапану автостопа ЭПК;
- к клапанам аварийного экстренного торможения КАЭТ1 и КАЭТ2;
- к двухстрелочному манометру МН2;
- к блоку тормозного оборудования (БТО).

В БТО воздух поступает:

- к разобщительному крану холодного следования КрРШ4;
- к пневматическому клапану К.

Также от ТМ воздух поступает:

- через разобщительный кран КН27 к датчику преобразователя давления ВР5 и сигнализатору давления СД1;
- через разобщительный кран КН6 к электропневматическому клапану экстренного торможения КЭЭТ;
- к блоку воздухораспределителя БВР.

В БВР сжатый воздух через разобщительный кран КрРФ заполняет соответствующие камеры, а также поступает в запасной резервуар РС4 объемом 20 л.

Датчик преобразователя давления ВР6 предназначен для включения компрессора при давлении воздуха в питательной магистрали 7,5 кгс/см^2 и его выключения при давлении 9,0 кгс/см^2. Работой компрессора управляет система МПСУ и Д.

Датчик преобразователя давления ВР5 обеспечивает следующие функции:

- выключает режим тяги электровоза при снижении давления в тормозной магистрали менее 3,5 кгс/см^2 и включает тягу при давлении в тормозной магистрали 4,5 кгс/см^2;
- обеспечивает защиту от совместного применения электрического и пневматического торможения при экстренной разрядке тормозной магистрали; в случае снижения давления воздуха в ТМ до 3,0 кгс/см^2 происходит отключение электрического тормоза и замещение его пневматическим с давлением воздуха в тормозных цилиндрах не менее 3,5 кгс/см^2.

Электропневматический клапан экстренного торможения КЭЭТ дистанционного управления предназначен для обеспечения разрядки тормозной магистрали темпом экстренного торможения при подаче электрического сигнала.

При описании прохождения сжатого воздуха в случае зарядки блоков БВР, БЭПП и БТО не было упомянуто про датчики давления ДД1 — ДД5 (в зависимости от их расположения на блоках). Данные датчики существенного влияния на работу пневматической схемы электровоза не оказывают. Они предназначены для передачи непрерывной информации диагностики тормозного оборудования и величины давления сжатого воздуха в систему КЛУБ (БЛОК), однако следует помнить, что они задействованы в пневматической системе электровоза.

(Окончание следует)

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВОЗА

(Продолжение цикла статей. Начало см. «Локомотив» № 8 — 12, 2015 г.; № 1 — 12, 2016 г.; № 1 — 3, 2017 г.)

Часть 16. ТЕЛЕЖКИ И РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ ТЕПЛОВОЗОВ

В.С. РУДНЕВ, профессор МИИТа

В конструкциях современных магистральных локомотивов стран мира наибольшее распространение получили тележечные экипажи. На отечественных грузовых и пассажирских тепловозах применяют самые разнообразные конструкции тележек, которые различаются: числом осей, типом букс, способом подвешивания тяговых электродвигателей (ТЭД), типом рессорного подвешивания и рядом других конструктивных исполнений.

Тележка тепловоза объединяет в одно целое колесные пары, буксы, тяговые электродвигатели с системой подвешивания и тяговые редукторы. Эти, ранее рассмотренные узлы ходовой части тепловоза, а также рессорное подвешивание, с которым еще предстоит нам познакомиться, связаны друг с другом через раму тележки. На раме тележки, которая является самым напряженным элементом экипажной части, также размещаются устройства связи тележки с кузовом (рамой) тепловоза. К числу этих устройств относят *опорно-возвращающие устройства (опоры) и шкворневой узел*.

На тепловозах, в основном, применяют двух- и трехосные тележки. Четырехосные тележки применены на магистральных тепловозах с повышенной (4400 — 6000 кВт) секционной мощностью, например, на опытных пассажирских тепловозах ТЭП80, а также скоростных электровозах ЭП200 Коломенского завода и на маневрово-вывозных тепловозах ТЭМ7, ТЭМ14 Людиновского завода, предназначенных для выполнения тяжелой горочной работы.

На отечественных грузовых тепловозах третьего поколения (2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ10У, 2М62У, 2ТЭ116, 2ТЭ116У, 2ТЭ116УД, ТЭ109) применена унифицированная бесчелюстная трехосная тележка с индивидуальным рессорным подвешиванием (рис. 1). Индивидуальный привод каждой колесной пары такой тележки осуществляется от тягового электродвигателя постоянного тока через одноступенчатый цилиндрический тяговый редуктор.

Опорно-возвращающие устройства тепловоза предназначены: для передачи вертикальной нагрузки от веса кузова с оборудованием на тележки; удержания тележек во время движения тепловоза (например, при вилянии экипажа) в положении, при котором ее продольная ось совпадает с осью тепловоза; для обеспечения ограниченного поворота тележек относительно оси кузова при прохождении тепловозом кривых участков пути, а также для возвращения тележек в первоначальное положение при ее отклонении от оси тепловоза.

На отечественных тепловозах нашли практическое применение следующие типы опорно-возвращающих устройств:

- роликовые опоры с постоянным возвращающим моментом и моментом трения применены на тепловозах ТЭ3, ТЭ7, 2ТЭ10Л, ТЭМ2 и др.;
- резино-роликовые опоры — на тепловозах 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2М62У, 2ТЭ116У, 2ТЭ116УД и др.;
- маятниковые опоры — на тепловозах ТЭП60 и ТЭП70 (№ 1 — 7);
- пружинные опоры — на современных тепловозах ТЭП70, ТЭП70БС, 2ТЭ25А, 2ТЭ25АМ, 2ТЭ25КМ.

Рассмотрим узлы связи кузова и рамы тележки на примере серийного грузового тепловоза 2ТЭ116У нового поколения, который поставлялся с 2007 г. на российские железные дороги Луганским заводом. Нагрузка от кузова с оборудованием передается на раму тележки посредством четырех резинометаллических опор 3, расположенных на боковинах 1 рамы (см. рис. 1). Каждая из четырех подвижных опор 3 опорно-возвращающего устройства состоит (рис. 2) из литого стального корпуса 6, внутри которого находится подвижный механизм, состоящий из верхней опоры 1 и цилиндрических роликов 9, удерживаемых на опоре обоймами. Нижняя опорная плита 8 подвижного механизма прикреплена болтами к корпусу 6 опоры, который, в свою очередь, размещен на боковине рамы 7 тележки. Поверхности качения опорных плит выполнены наклонными, угол их наклона составляет 2°.

При движении тепловоза по колее, особенно в кривых участках пути, на поверхности роликов возникают большие контактные напряжения. Для обеспечения эксплуатационной надежности и заданного ресурса работы ролики подвижного механизма изготавливают из легированной стали 40Х и закаливают на глубину до 3 мм до твердости по Роквеллу не ниже HRC 54 — 60.

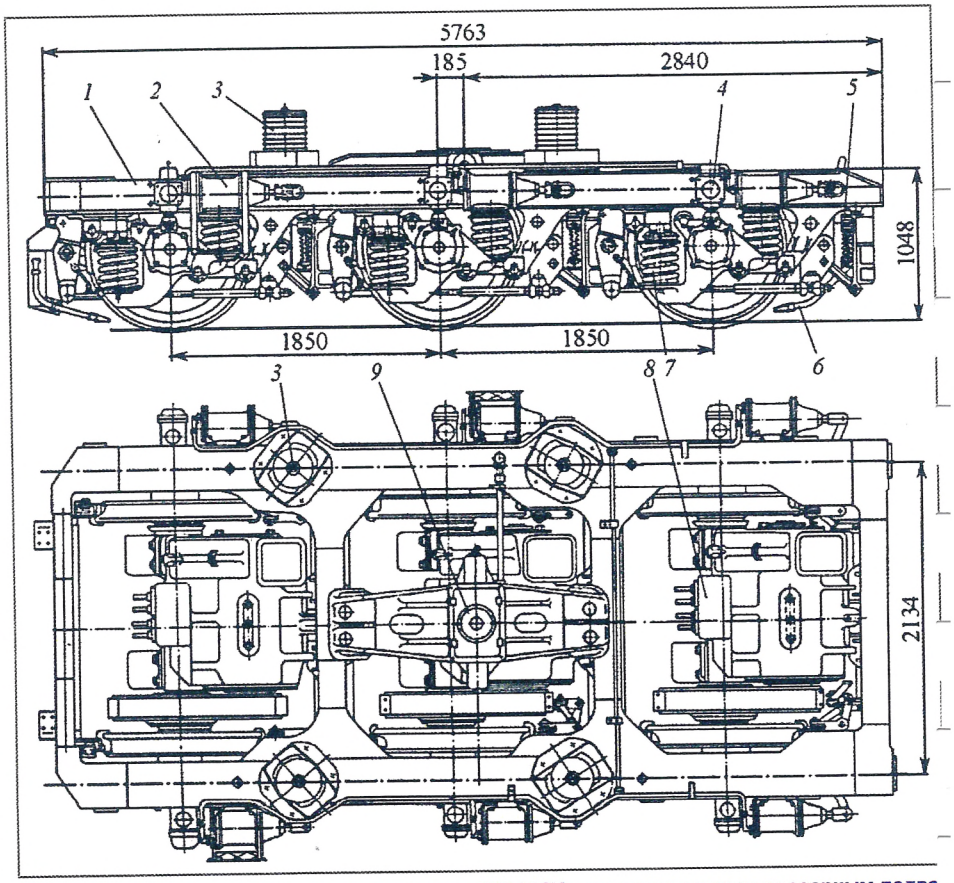


Рис. 1. Унифицированная тележка тепловоза 2ТЭ116У с индивидуальным рессорным подвешиванием:
1 — боковина рамы тележки; 2 — тормозной цилиндр; 3 — опоры кузова; 4 — фрикционный гаситель колебаний; 5 — траверсная подвеска тягового электродвигателя; 6 — песочная труба; 7 — пружинный комплект рессорного подвешивания; 8 — колесно-моторный блок; 9 — гнездо подпятника для шкворн

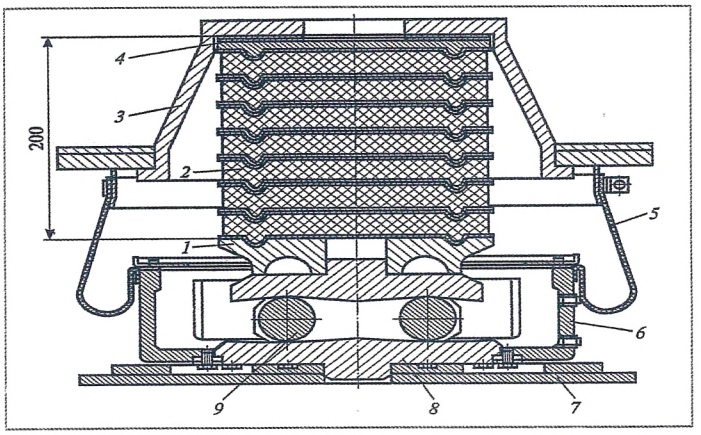


Рис. 2. Резино-роликовая опора кузова тепловоза 2ТЭ116У:
1 — верхняя опора; 2 — резинометаллический элемент; 3 — стакан; 4 — регулировочная пластина; 5 — чехол; 6 — корпус; 7 — рама тележки; 8 — нижняя опора; 9 — ролики

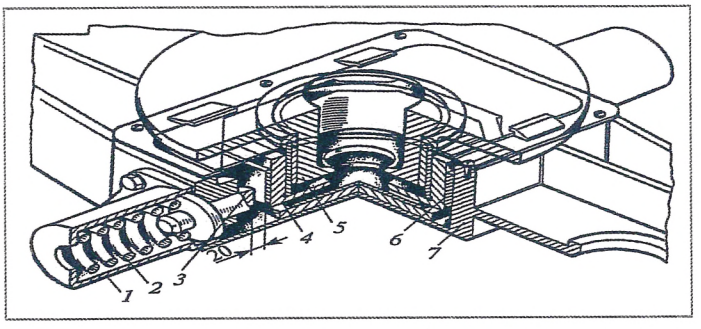


Рис. 3. Шкворневое устройство тепловоза 2ТЭ116У:
1 — стакан; 2 — пружина; 3 — упор; 4 — ползун; 5 — шкворень; 6 — сменные накладки; 7 — балка

На верхнюю опору 1 (см. рис. 2) устанавливается упругий комплект, который состоит из семи резинометаллических элементов 2. Каждый такой элемент представляет собой резиновую шайбу толщиной 30 мм, привулканизированную к двум стальным пластинам. Резиновую шайбу изготавливают из резины 7-ИРП-1347. Рабочее положение упругого элемента фиксируется стаканом 3.

Каждый упругий элемент до установки на тепловоз проходит стендовые испытания, при которых определяется его высота под нагрузкой, равной 140 кН. На одну тележку тепловоза подбирают упругие элементы, у которых отклонение высоты под нагрузкой не превышает величину в 1 мм. Этот параметр также можно регулировать регулировочной пластиной 4 (см. рис. 2).

Передние (ближние к автосцепке) опоры 3 опорно-возвращающего устройства (см. рис. 1) расположены по радиусу 1632 мм относительно центра шкворня 9, задние — по радиусу 1232 мм. Такое расположение опор сделано для выравнивания нагрузок от колесных пар на рельсы.

Каждая опора выполняет функции опорно-возвращающего устройства и состоит из двух ступеней: нижняя жесткая ступень — роликовая опора качения, верхняя упругая — семь резинометаллических элементов. Роликовая опора качения обеспечивает поворот тележки относительно кузова (не более чем на 3 — 4°) и возврат ее в первоначальное положение посредством наклонных поверхностей опор, по которым перекатываются ролики.

Важное место в узлах связи тележек и кузова занимает шкворневое устройство (шкворень). Шкворень предназначен для передачи горизонтальных (тяговых и тормозных) и поперечных усилий от рамы тележки к раме и кузову тепловоза. Он также является центром поворота тележки относительно кузова.

Необходимо отметить, что на тепловозах старой постройки (ТЭ3, М62, 2ТЭ10Л, ТЭМ2 и др.) тележки могли только поворачиваться относительно жесткого шкворня. Шкворневое устройство тележки тепловозов более поздних выпусков (2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ10У, 2ТЭ116У, 2ТЭ116УД, 2М62У и др.) уже может перемещаться в поперечном направлении на ±40 мм (рис. 3).

Это перемещение шкворня улучшает динамику экипажа при прохождении тепловозом кривых участков пути и позволяет обеспечить более плавное вписывание его экипажа, создает устойчивое положение тележек под тепловозом (уменьшается эффект виляния). При этом также уменьшается воздействие экипажа на путь и улучшаются динамико-прочностные показатели работы экипажной части тепловозов в целом.

Для уменьшения износа шкворневого узла, работающего в условиях трения скольжения, его поверхность смазывается осевым маслом с помощью специальной масленки.

Опорно-возвращающее устройство тепловозов 2ТЭ116У работает совместно со шкворнем следующим образом. При входе тепловоза в кривую его тележка поворачивается вокруг центра шкворня относительно продольной оси тепловоза. При повороте тележки ролики подвижного механизма каждой из четырех опор набегают на наклонные поверхности опорных плит.

Кузов тепловоза под действием центробежной силы $F_{цб}$ от кривой радиусом R ($F_{цб} = V^2/R$, где V — скорость движения) смещается в поперечном относительно оси пути направлении за счет сжатия упругих комплектов опор. При этом максимальное перемещение кузова ограничено жесткостью резины комплектов и составляет 20 мм. Затем вступает в работу пружина шкворневого устройства — за счет ее сжатия кузов может перемещаться в поперечном направлении дополнительно еще на 40 мм.

При вступлении тепловоза на прямой участок пути происходит возвращение тележек в первоначальное (до входа в кривую) положение при действии возвращающего момента от горизонтальных сил, возникающих от наклонных поверхностей опор и действия пружины шкворневого устройства. Необходимо заметить, что кроме возвращающего момента при повороте тележек в опорах возникают силы трения, которые способствуют уменьшению эффекта виляния экипажа при движении тепловоза, в том числе и на прямых участках пути. После прохождения кривого участка пути ролики занимают среднее положение относительно наклонных поверхностей опорных плит.

На бесчелюстных унифицированных тележках отечественных пассажирских тепловозов ТЭП70 (начиная с восьмого номера) и ТЭП70БС (рис. 4) применено опорно-возвращающее устройство, которое состоит из восьми комплектов высоких пружин 1 типа «Флексикоил» второй ступени (по четыре с каждой стороны) и **упругого шкворневого устройства с низким расположением шкворня** 5.

Возвращающая сила в таком устройстве возникает вследствие сопротивления пружин поперечному сдвигу. Пружины в этом случае выполняют двойную функцию: служат опорами и обеспечивают возврат тележек в первоначальное положение после прохождения тепловозом кривых участков пути. Перемещение шкворня в поперечном направлении ограничено величиной 60 мм. Из них 30 мм составляет свободный ход, оставшиеся 30 мм — за счет деформации пружин шкворневого устройства.

В связи с тем, что шкворневое устройство предназначено для передачи тяговых и тормозных усилий от рамы тележки к главной раме тепловоза, низко опущенный (до уровня осей колесных пар тележки) шкворень 5 смещен относительно средней оси тележки на 770 мм.

Рессорным (упругим) подвешиванием называется совокупность упругих элементов, связанных с передачей вертикальных нагрузок в конструкции экипажной части тепловоза. При движении тепловоза по рельсовой колее рессорное подвешивание выполняет следующие функции:

- передает силы тяжести (вес) кузова и оборудования тепловоза на оси колесных пар;

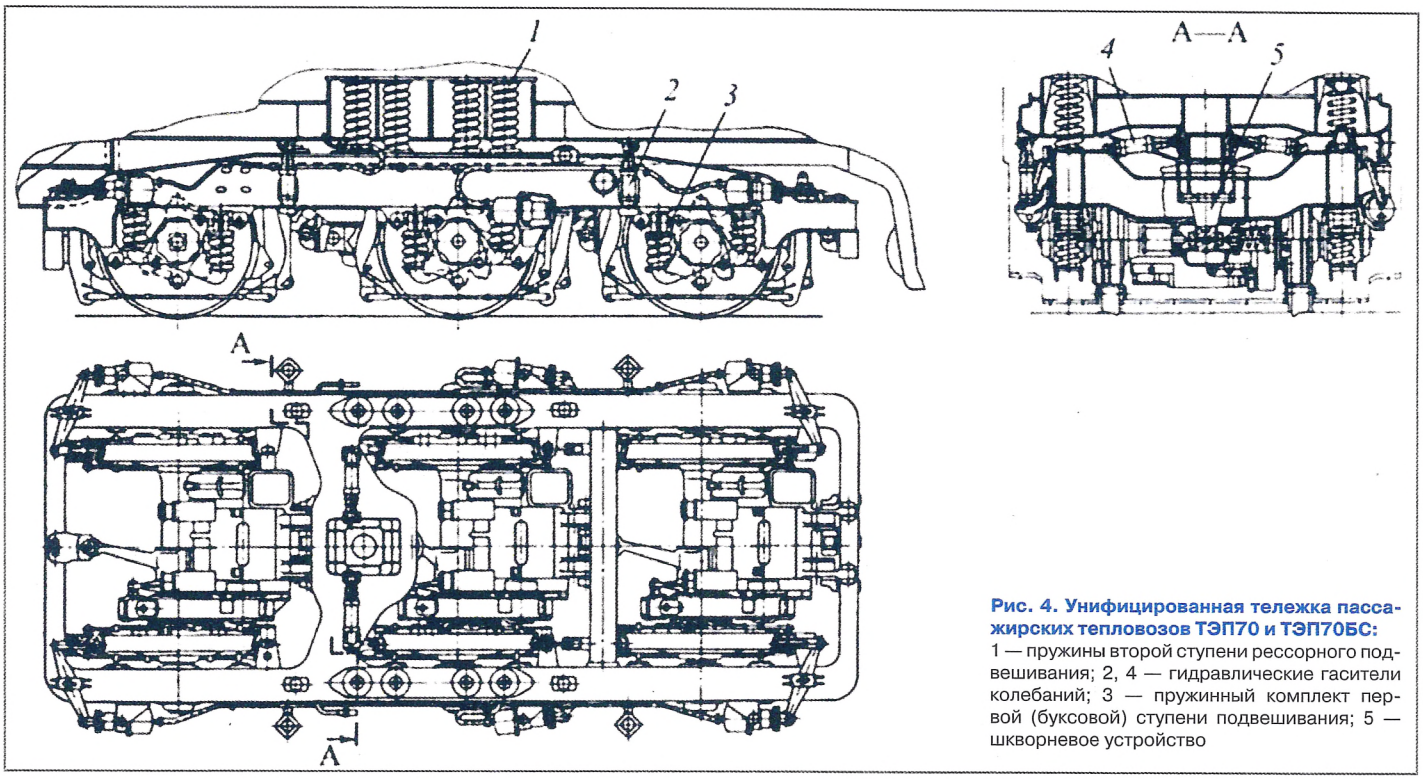


Рис. 4. Унифицированная тележка пассажирских тепловозов ТЭП70 и ТЭП70БС:
1 — пружины второй ступени рессорного подвешивания; 2, 4 — гидравлические гасители колебаний; 3 — пружинный комплект первой (буксовой) ступени подвешивания; 5 — шкворневое устройство

смягчает (снижает) динамическое воздействие сил, действующих на локомотив со стороны пути, и гасит вертикальные колебания его экипажа;

более равномерно распределяет вес оборудования локомотива между осями колесных пар тележки при сбалансированном подвешивании.

Мы часто говорим, что применение упругих элементов в конструкции экипажа смягчает удары, т.е. уменьшает динамическое воздействие неровностей пути на конструкцию локомотива (и членов локомотивной бригады) и виляние колесных пар локомотива в колее. Читателю из школьного курса физики известно, что в соответствии с законом сохранения энергии механическая энергия (в том числе удара колес локомотива на стыках рельсов и неровностях пути) может лишь переходить из одного вида энергии в другой, но не может исчезнуть или погаснуть.

Почему же все-таки рессорное подвешивание смягчает удары? Любое динамическое воздействие на материальное тело, т.е. сила удара по второму закону Ньютона равна произведению массы на ускорение. При постоянной массе соударяющихся тел (экипаж тепловоза и железнодорожный путь) величина силы будет зависеть от ускорения, которое представляет собой скорость изменения скорости. Как уже отмечалось ранее (см. «Локомотив № 3, 2017 г.), при движении тепловоза для его неподрессоренных

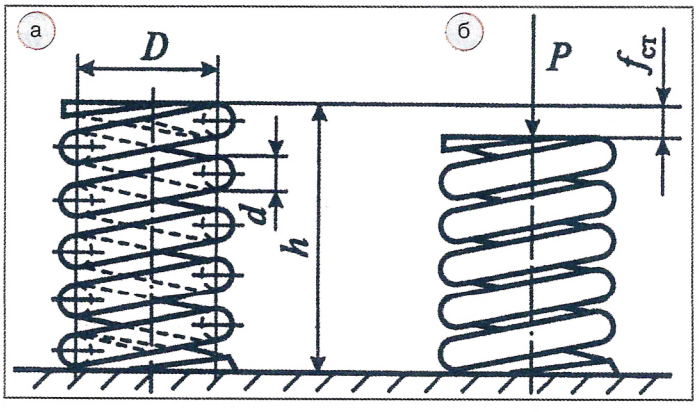


Рис. 5. Цилиндрическая пружина рессорного подвешивания в свободном состоянии (а) и под нагрузкой P (б)

узлов величина ускорения может достигать величины 10g, а в зимний период, по оценке некоторых специалистов по динамике локомотивов, — 25g. Следовательно, с помощью каких-то технических устройств надо стремиться уменьшить ускорение.

Как известно, скорость — это путь, пройденный за единицу времени (V = S/t). Если нам удастся растянуть по времени действия ударной нагрузки, то уменьшатся скорость, ускорение и, соответственно, динамическое воздействие удара на узлы тепловоза. Увеличить время динамического воздействия одной неровности пути на тепловоз, величина которого достигает нескольких сотен килоньютон (десятков тонн), можно за счет упругих колебаний подрессоренного веса узлов тепловоза. В этом случае действие ударной нагрузки (энергии удара) распределяется по времени.

Итак, подведем некоторые итоги. Энергия удара, получаемого тепловозом при прохождении стыка рельсов или неровности пути, преобразуется в энергию колебаний (вертикальных перемещений) кузова и тележек посредством упругой деформации элементов рессорного подвешивания.

Эти колебания характеризуются такими параметрами, как амплитуда и частота. Колебания экипажной части тепловоза должны носить затухающий характер, т.е. амплитуда каждого последующего вертикального перемещения упругих элементов рессорного подвешивания (за счет их сжатия или растяжения) должна уменьшаться.

Можно себе представить, насколько утомительной для пассажиров была бы поездка в вагоне поезда или работа локомотивной бригады на локомотиве, кузова которых постоянно совершали бы незатухающие колебания, не говоря о реальной возможности возникновения резонансных явлений и разрушения конструкции узлов подвижного состава. Для предотвращения этих опасных явлений в систему рессорного подвешивания современных локомотивов включают специальные устройства — гасители колебаний.

В качестве устройств, обладающих упругими свойствами, в рессорном подвешивании тепловозов нашли применение: *винтовые пружины, листовые рессоры, резиновые элементы и пневматические устройства.*

Рассмотрим эти упругие элементы рессорного подвешивания тепловозов.

Цилиндрическую винтовую пружину (рис. 5) рессорного подвешивания тепловозов изготавливают из одного прутка круглого сечения кремнистой стали марок 60С2А или 65С2ВЛ. Пружины подвергают термической обработке: закалка в масле при температуре 870 °С и отпуск при вторичном нагреве до 460 °С. В результате достигается твердость пружин по Роквеллу не ниже HRC 42 — 48.

После термической обработки пружины рессорного подвешивания тепловозов подвергаются упрочнению наклепом дробью, что улучшает их механические характеристики (например, усталостную прочность) и устраняются мелкие дефекты на их поверхности. Заготовки пружин кузовной (второй) ступени рессорного подвешивания тепловозов ТЭП70БС для повышения долговечности перед навивкой дополнительно шлифуют.

Опорные поверхности пружин должны быть плоскими и расположены перпендикулярно оси пружины. Для решения этой задачи концы заготовок пружин оттягивают по длине в $^3/_4$ витка. Поэтому число рабочих витков меньше на 1,5 витка их общего числа. Шаг навивки витков делают таким, чтобы при движении тепловоза при максимальном значении нагрузки на пружину не происходило смыкания ее витков, а между ними оставался зазор порядка 3 мм.

К геометрическим параметрам пружины относятся (см. рис. 5,а): средний диаметр пружины D, высота пружины в свободном состоянии h, число рабочих витков n, диаметр прутка d и др.

Пружина деформируется прямо пропорционально нагрузке P (см. рис. 5,б) и имеет достаточно большой статический прогиб $f_{ст}$. Колебания экипажа в пружине гасятся очень медленно, что обусловлено отсутствием трения между витками. По этой причине в конструкциях рессорного подвешивания тепловозов одновременно с пружинами применяют специальные фрикционные или гидравлические гасители колебаний, резинометаллические амортизаторы или другие типы демпферов (гасителей колебаний).

Листовые рессоры (рис. 6) тепловозов изготавливают из листов рессорной стали марки 60С2 с высоким содержанием кремния. Листы рессор подвергают термообработке: закалка в масле при температуре 880 °С и отпуск при вторичном нагреве до 500 °С. К сборке рессор допускаются листы с твердостью по Бринеллю НВ 363 — 432. Минимальная толщина листов рессор после термообработки должна быть 15,5 мм.

Листовая рессора представляет собой комплект стальных листов, ступенчато уменьшающихся по длине. Верхние (самые длинные) 2 — 3 листа рессоры имеют одинаковую длину и их называют коренными. Комплект листов рессоры охвачен хомутом, который надевают на листы в нагретом состоянии. Для уменьшения износа листов рессор в работе и повышения чувствительности к изменению нагрузки поверхности листов смазывают смесью графита (50 %), солидола (25 %) и машинного масла (25 %). После изготовления или ремонта рессоры испытывают на изгиб под статической нагрузкой, соответствующей напряжению в листах 1000 Н/мм^2.

Достоинством листовых рессор является их способность гасить энергию колебаний экипажа за счет сил трения скольжения между листами рессор. Однако они, по сравнению с пружинами, имеют достаточно большой вес и габариты, нечувствительны к небольшим по силе ударам и жестко передают их оборудованию тепловоза, имеют небольшой статический прогиб.

К основным *характеристикам* винтовых пружин и листовых рессор, как и рессорного подвешивания тепловоза в целом, относятся: *статический прогиб $f_{ст}$, жесткость Ж и гибкость г.*

Прогиб упругого элемента (см. рис. 5,б) под действием веса P расположенных над ним узлов неподвижного тепловоза называется статическим прогибом $f_{ст}$. Принято, что рессорное подвешивание грузовых тепловозов должно иметь $f_{ст}$ = 120 — 130 мм, пассажирских — 150 — 180 мм.

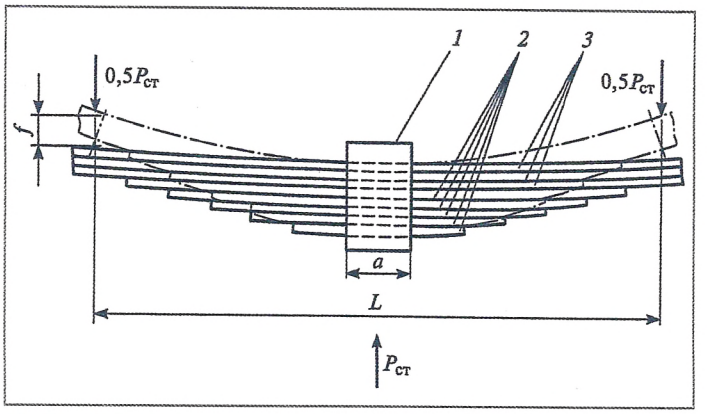


Рис. 6. Листовая рессора:
1 — хомут; 2 — наборные листы; 3 — коренные листы

Отношение вертикальной нагрузки P к прогибу $f_{ст}$ называется жесткостью Ж, т.е. Ж = P/$f_{ст}$. По жесткости Ж обычно характеризуют суммарную упругость рессорного подвешивания тепловоза. Иными словами, жесткость представляет собой нагрузку, необходимую для прогиба упругих элементов на единицу высоты (обычно 1 мм).

Иногда для характеристики упругих элементов используется понятие гибкость *г* элемента, которая является величиной, обратной жесткости, т.е. *г* = 1/Ж.

Резиновые элементы (виброизоляторы) получили самое широкое применение в экипажной части современных тепловозов. Они предназначены для защиты подрессоренных частей экипажа от высокочастотных вибраций (шумов), а также смягчения ударных нагрузок на экипаж тепловоза. В качестве упругого элемента используют морозоустойчивую и маслостойкую резину марок 7-НО-68-1 и 7-В-14, которую изготавливают на основе синтетических каучуков. Температурный диапазон работы этих марок резины составляет от +100 до –55 °С.

Необходимо заметить, что резиновые элементы, изготовленные на основе синтетических каучуков, являются практически несжимаемым материалом, т.е. объем резинового элемента при деформации практически не изменяется. Для того чтобы обеспечить заданную величину прогиба резинового амортизатора, резина должна иметь возможность выпучиваться.

В рессорном подвешивании грузовых тепловозов 2ТЭ10У и 2ТЭ116У виброизоляторы установлены под пружинами 7 (см. рис. 1) и имеют вид кольцевых резиновых пластин высотой 20 мм. На пассажирских тепловозах ТЭП60 и ТЭП70 (№ 1 — 7) применены полые резиновые конусы, которые выполняют функции шкворневых устройств, точнее маятниковых опор кузова на тележки тепловоза.

В опытном порядке ряд секций тепловозов (ТЭ7-001, 2ТЭ10Л-635, ТГМ3Б-2000, ТУ7-0088, 2ТЭ116-184 и ТЭМ7) был оборудован пневматическим рессорным подвешиванием, в котором в качестве упругого элемента конструкторы применили эластичную резинокордную оболочку (пневмоэлемент). Применение в рессорном подвешивании пневмоэлементов (параллельно с цилиндрическими пружинами) позволило обходиться без демпферов, улучшить плавность хода тепловоза за счет регулируемого статического прогиба (65 — 180 мм) и уменьшить массу экипажной части тепловоза. В таком типе подвешивания также отсутствует механический контакт и, как следствие, износ подрессоренных и неподрессоренных узлов и деталей экипажной части.

Основные недостатки пневмоэлементов — большие габаритные размеры и значительная потеря упругости подвешивания в случае потери давления воздуха в пневматической системе подвешивания. По этим и ряду другим причинам дальнейшее использование пневмоэлементов в конструкциях рессорного подвешивания тепловозов было приостановлено.

(Окончание части 16 следует)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗА НА ЕГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Отказы тепловоза по последствиям разделяют на параметрические и отказы функционирования. Отказ функционирования приводит к тому, что тепловоз не может выполнять своих функций. Как правило, отказ функционирования связан с поломками или заклиниванием отдельных элементов оборудования тепловоза. Параметрический отказ приводит к выходу значений параметров (характеристик) тепловоза или его оборудования за допустимые пределы.

Например, в случае ненадлежащего качества ремонта и регулировки топливной аппаратуры тепловоз может быть выдан в эксплуатацию с повышенным (вплоть до параметров, выходящих за верхнюю границу поля нормативных значений) удельным эффективным расходом топлива дизель-генератором при нормальном уровне его мощности. Такой отказ, как и ряд других, в общем случае не ограничивает возможность дальнейшего функционирования тепловоза. Тем не менее, эксплуатация тепловоза, имеющего параметрический отказ, может привести к различного рода последствиям.

Очевидно, что при работе тепловоза с приведенным в примере параметрическим отказом его энергоэффективность снижена только как энергетического объекта, при неизменных многочисленных прочих факторах, в целом определяющих энергоемкость тяги поездов.

В связи с вышеизложенным очевидна необходимость поиска ответа на вопрос, в какой степени параметрические отказы различного оборудования тепловоза (изменение их технического состояния от исходного исправного) влияют на его энергоэффективность в эксплуатации. Для реализации поставленной задачи использован расчетный метод — тяговые расчеты ведения тепловозом поезда заданной массы на принятом участке его работы. В качестве объекта исследований выбран магистральный грузовой тепловоз 2ТЭ116У с микропроцессорной системой управления (МСУ-ТП).

Выполнению тяговых расчетов предшествовала работа по определению среднеэксплуатационного значения мощности, затрачиваемой на различные вспомогательные нагрузки тепловоза 2ТЭ116У (равно как и эффективной мощности дизеля и мощности на тягу поезда) при работе его силовых установок на различных позициях контроллера машиниста (ПКМ) и при исправном техническом состоянии различных групп оборудования этого локомотива. Работа заключалась в анализе соответствующей измерительной информации подсистемы диагностики МСУ-ТП 28 секций тепловозов 2ТЭ116У, накопленной за четыре месяца их эксплуатации на различных участках Октябрьской дороги [1].

В конечном итоге были рассчитаны номинальные, т.е. соответствующие исправному техническому состоянию различного оборудования (отсутствию параметрических отказов), тяговые характеристики тепловоза 2ТЭ116У для всех ПКМ. Одновременно были рассчитаны номинальные значения ряда параметров работы оборудования тепловоза 2ТЭ116У для последующей расчетной оценки влияния степени их изменения от номинальных значений на энергоэффективность этого тепловоза.

На следующем этапе были рассчитаны тяговые характеристики тепловоза, соответствующие различным параметрическим отказам оборудования, которые приводят к изменению режимов работы как оборудования, так и тепловоза в целом. При этом использованы следующие возможные отказы:

- увеличение удельного эффективного расхода топлива дизель-генератором при сохранении его номинальной мощности (имитация ухудшения технического состояния топливной аппаратуры дизеля вследствие некачественного ремонта) — вариант 1;
- увеличение удельного эффективного расхода топлива дизель-генератором с соответствующим снижением его мощности (имитация ухудшения качества рабочего процесса в цилиндрах дизеля вследствие ухудшения их технического состояния) — вариант 2;
- снижение мощности дизель-генератора при сохранении неизменным удельного эффективного расхода топлива (имитация неправильной настройки рычажной передачи привода топливных насосов высокого давления дизеля при исправном их техническом состоянии) — вариант 3;
- увеличение времени работы мотор-вентиляторов охлаждающего устройства дизеля (имитация снижения теплорассеивающей способности секций радиатора охлаждающего устройства) — вариант 4;
- увеличение времени работы тормозного компрессора (имитация ухудшения технического состояния тормозного компрессора или снижения плотности тормозной сети поезда) — вариант 5;
- одновременное увеличение времени работы мотор-вентиляторов охлаждающего устройства и тормозного компрессора — вариант 6;
- увеличение сопротивления в цепи тяговых электродвигателей (имитация ухудшения технического состояния силовых цепей тепловоза) — вариант 7;
- одновременное увеличение времени работы мотор-вентиляторов охлаждающего устройства, тормозного компрессора и увеличение сопротивления в цепи тяговых электродвигателей — вариант 8.

Значения перечисленных параметров изменялись на 5, 10, 15 и 20 % от ранее определенных номинальных значений с соответствующим в большинстве случаев снижением мощности тягового генератора и пересчетом тяговой характеристики тепловоза.

Тяговые характеристики тепловоза, соответствующие различным вариантам изменения технического состояния его оборудования, использовались в качестве исходных данных для выполнения вариантных тяговых расчетов.

Расчеты выполнялись с использованием специальной программы, одной из опций которой является синтез закона управления силовой установки тепловоза (режимной карты), обеспечивающего выдержку заданного времени хода поезда по участку (заданной средней технической скорости). Текущий режим работы силовой установки тепловоза изменялся в случае отклонения настоящей скорости движения поезда от заданной средней технической на установленную величину (в расчетах допустимое отклонение принималось равным 10 %). При этом задача оптимизации режима ведения поезда по минимальному расходу топлива не ставилась и не решалась.

Расчеты выполнены применительно к участку Воркута — Инта Северной дороги (нечетное направление) протяженностью 268 км, имеющему более 200 кривых и ряд подъемов с уклонами 8,5 — 9,2 ‰. В качестве расчетного был принят состав массой 4800 т брутто, состоящий из 54 четырехосных полувагонов, как наиболее характерный для данного направления. Время хода по участку для всех вариантов расчетов задавалось постоянным (315 мин) с допустимым отклонением ±1 % для всего пути. Результаты вариантных тяговых расчетов и данные по влиянию отклонений различных параметров на энергоэффективность тепловоза 2ТЭ116У приведены в таблице.

Результаты вариантных тяговых расчетов и оценки влияния отклонения различных параметров на энергетическую эффективность тепловоза 2ТЭ116У

Вариант расчета	Отклонение параметра, %	Расход топлива за поездку G, кг	Изменение расхода топлива за поездку ΔG, кг	Средний КПД тепловоза η, %	Изменение КПД тепловоза Δη, %
Исходный	0	2187,1	0,00	29,19	0,00
Вариант 1	5	2293,2	+4,85	27,85	–4,59
	10	2399,2	+9,70	26,62	–8,81
	15	2505,2	+14,54	25,49	–12,68
	20	2611,2	+19,39	24,45	–16,24
Вариант 2	5	2251,2	+2,93	27,63	–5,35
	10	2388,1	+9,19	26,19	–10,28
	15	2541,3	+16,19	24,70	–15,39
	20	2732,4	+24,93	23,25	–20,35
Вариант 3	5	2159,1	–1,28	28,99	–0,69
	10	2187,1	0,00	28,78	–1,40
	15	2210,2	+1,06	28,60	–2,02
	20	2254,6	+3,09	28,37	–2,81
Вариант 4	5	2189,3	+0,10	29,16	–0,10
	10	2201,2	+0,64	29,14	–0,17
	15	2211,2	+1,10	29,10	–0,31
	20	2206,6	+0,89	29,02	–0,58
Вариант 5	5	2191,3	+0,19	29,18	–0,03
	10	2195,4	+0,38	29,17	–0,07
	15	2201,7	+0,67	29,16	–0,10
	20	2208,5	+0,98	29,15	–0,14
Вариант 6	5	2201,9	+0,68	29,15	–0,14
	10	2211,0	+1,09	29,11	–0,27
	15	2215,8	+1,31	29,03	–0,55
	20	2220,9	+1,55	28,98	–0,72
Вариант 7	5	2160,3	–1,23	29,14	–0,17
	10	2189,8	+0,12	29,04	–0,52
	15	2191,5	+0,20	28,95	–1,82
	20	2161,0	–1,19	28,83	–1,24
Вариант 8	5	2200,2	+0,60	29,09	–0,35
	10	2205,1	+0,82	28,92	–0,92
	15	2212,0	+1,14	28,80	–1,34
	20	2221,4	+1,57	28,59	–2,06

Некоторое наблюдаемое в ряде случаев несоответствие относительных изменений КПД тепловоза и расходов топлива тепловозом за поездку связано с тем, что изменение мощности дизель-генератора, отдаваемой на тягу поезда, при сохранении заданного времени хода его по участку (с учетом принятого в расчетах допустимого отклонения), приводит к изменению режима ведения состава по участку и времени работы дизель-генератора на различных ПКМ, в том числе на холостом ходу, где расход топлива принят постоянным и не зависящим от технического состояния оборудования тепловоза.

Дополнительным фактором, оказывающим небольшое (в пределах 2 %) влияние на результаты расчетов, является точность поддержания заданной технической скорости в каждой расчетной поездке. Снижение среднего значения скорости сопровождается уменьшением количества израсходованного топлива. При этом среднее значение КПД тепловоза, определяемое заданным вариантом параметрического отказа его оборудования, также будет отличаться от исправного состояния в худшую (меньшую) сторону на величину, зависящую от заданного для данной поездки вида отказа. Отмеченное принципиально не влияет на конечную цель проведенных расчетов — определение степени влияния параметрических отказов различного оборудования (ухудшения технического состояния оборудования) на энергоэффективность тепловоза в эксплуатации.

В качестве показателей энергоэффективности здесь в целях сравнительного анализа использованы относительное изменение расхода топлива тепловозом за поездку и относительное изменение КПД тепловоза, значения которых (см. таблицу) рассчитаны по формулам:

$$\Delta \bar{G} = (G_B/G_H - 1)\cdot 100\ \%;$$

$$\Delta \bar{\eta} = (\eta_B/\eta_H - 1)\cdot 100\ \%,$$

где подстрочные индексы В, Н — соответственно, значения показателя при вариантном (измененном) и номинальном (исправном) техническом состоянии основного и вспомогательного оборудования тепловоза.

Зависимости значений вышеупомянутых показателей энергоэффективности тепловоза 2ТЭ116У от значений относительного отклонения соответствующего параметра для четырех вариантов имитации ухудшения технического состояния оборудования этого тепловоза представлены на рисунке.

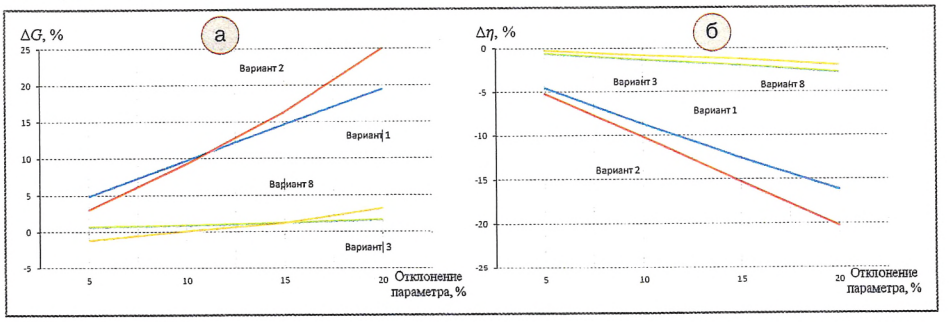
Анализ приведенных в таблице и на рисунке данных позволяет сделать вывод о том, что основным фактором, определяющим энергетическую эффективность тепловоза в эксплуатации, является теплотехническое состояние дизеля, интегральным показателем которого является величина удельного эффективного расхода топлива. Увеличение его на 20 % даже при сохранении мощности дизель-генератора приводит к снижению КПД тепловоза на 16 % и возрастанию расхода топлива за поездку на 19 %.

Основными причинами роста удельного эффективного расхода топлива являются ненадлежащее качество ремонта топливной аппаратуры дизеля (вариант 1) и ухудшение его технического состояния в процессе эксплуатации (вариант 2). В последнем случае увеличение удельного эффективного расхода топлива сопровождается снижением мощности дизель-генератора, что приводит к еще большему уменьшению КПД тепловоза и увеличению расхода топлива. К такому же результату может приводить неблагоприятное сочетание атмосферных условий (снижение атмосферного давления при одновременном увеличении температуры окружающей среды).

Существенное, но гораздо меньшее влияние на энергоэффективность тепловоза оказывает снижение уровня мощности дизель-генератора при нормальном техническом состоянии дизеля (вариант 3), связанное с неправильной настройкой рычажной передачи привода реек топливных насосов высокого давления дизеля, а также с изменением (повышением) температуры топлива. В этом случае величина удельного эффективного расхода топлива может сохраняться неизменной вследствие увеличения коэффициента избытка воздуха в режимах тепловозной характеристики дизеля, которое частично или полностью компенсирует снижение его механического КПД, связанное с уменьшением мощности.

При этом условии уменьшение мощности дизель-генератора на 5 — 10 % может приводить даже к некоторой экономии топлива из-за смещения режимов работы дизель-генераторной установки в сторону относительно более экономичных для данных (пониженных) мощностей повышенных промежуточных ПКМ. И только снижение мощности дизель-генератора на 20 % приводит к уменьшению КПД тепловоза и увеличению расхода топлива за поездку приблизительно на 3 %.

Все остальные рассмотренные факторы не оказывают существенного влияния на энергетическую эффективность тепловоза. Так, при одновременном (весьма маловероятном) увеличении сопротивления в цепи тяговых электродвигателей, времени работы тормозного компрессора и мотор-вентиляторов охлаждающего устройства на 20 % снижение КПД тепловоза и изменение расхода топлива за поездку составит 1,5 — 2 %.



Расчетные относительные изменения расхода топлива (а) и среднего КПД (б) тепловоза 2ТЭ116У за поездку с грузовым поездом на участке Воркута — Инта при ухудшении технического состояния его оборудования

Таким образом, основным фактором, определяющим уровень энергоэффективности тепловоза в эксплуатации при прочих равных условиях, влияющих на энергоэффективность осуществляемого им перевозочного процесса, является качество рабочего процесса в цилиндрах дизеля.

В связи с этим необходимыми условиями обеспечения энергоэффективной эксплуатации тепловозов являются:

- прямой контроль качества рабочего процесса в цилиндрах дизеля при выходе тепловозов из «тяжелых» видов текущего и заводского ремонтов;
- оперативный контроль энергоэффективности при нахождении тепловозов в рабочем парке.

Первая задача эффективно решается с использованием специализированного комплекса-системы «Магистраль-Э», в автоматическом режиме выполняющего интегральную количественную оценку послеремонтного уровня энергоэффективности тепловоза с выдачей рекомендаций по его повышению на основании анализа индикаторных диаграмм цилиндров дизеля [2].

Вторая задача решается посредством косвенной оперативной оценки изменения качества рабочего процесса в цилиндрах дизеля по данным подсистем диагностики бортовых микропроцессорных систем управления тепловозов (МСУ), либо по результатам контрольных реостатных испытаний тепловозов, не оборудованных МСУ [3].

Необходимо особо подчеркнуть, что в обоих случаях оценки энергоэффективности выполняются без прямого измерения расхода топлива тепловозом. Методические основы, а также программно-аппаратные средства таких видов контроля энергоэффективности тепловозов разработаны в АО «ВНИКТИ» в сотрудничестве с Петербургским государственным университетом путей сообщения (ФГБОУ ВО ПГУПС).

Техническое состояние (энергетические показатели) отдельных групп вспомогательного оборудования тепловоза не оказывает заметного влияния на его энергоэффективность в эксплуатации. Основным требованием к вспомогательному оборудованию тепловоза является обеспечение надежной и безопасной работы как дизель-генераторной установки, так и всего тепловоза в целом.

Библиография

1. Перминов В.А. Влияние технического состояния вспомогательного оборудования тепловозов на их энергоэффективность в эксплуатации / Перминов В.А., Грачев В.В., Курилкин Д.Н., Нестеров И.Э. // Вестник ВНИКТИ. Вып. 97 – Коломна: ОАО «ВНИКТИ», 2015. – с. 45 — 48.

2. Перминов В.А. К вопросу обоснования выбора ПЭЛ для определения уровня энергоэффективности тепловозов косвенным способом / Перминов В.А., Клименко Ю.И., Васин П.А., Нестеров И.Э. // Вестник ВНИКТИ. Вып. 97 – Коломна: ОАО «ВНИКТИ», 2015. – с. 34 — 44.

3. Перминов В.А. Оперативный контроль уровня энергоэффективности магистрального тепловоза рабочего парка / Перминов В.А., Федотов М.В., Грачев В.В., Нестеров И.Э. // Вестник ВНИКТИ. Вып. 97 – Коломна: ОАО «ВНИКТИ», 2015. – с. 22 — 27.

Канд. техн. наук **Ю.И. КЛИМЕНКО, В.А. ПЕРМИНОВ,**
АО «ВНИКТИ»,
канд. техн. наук **В.В. ГРАЧЁВ, Д.Н. КУРИЛКИН,**
инж. **А.В. ФРОЛОВ,** ФГБОУ ВО ПГУПС

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОВОЗ ДЛЯ БАМА

Актуальной проблемой отечественного железнодорожного транспорта остается создание отечественного магистрального тепловоза, обеспечивающего скоростное движение грузовых поездов массой до 7100 т по самым трудным участкам профиля железных дорог, обладающего высокой эксплуатационной надежностью и экономичностью с минимальной стоимостью жизненного цикла. Именно выполнение этих требований может сделать отечественные тепловозы конкурентоспособными на мировом рынке транспортной техники.

В декабре 2016 г. под председательством вице-президента ОАО «РЖД» О.С. Валинского состоялось заседание секции «Локомотивное хозяйство» НТС ОАО «РЖД», на котором были рассмотрены технические требования к перспективному тяговому подвижному составу и сформирована матрица эксплуатационных требований к локомотивам на период до 2025 — 2030 гг.

В результате обсуждения на заседании секции было принято решение о разработке концептуальных платформ новых локомотивов на перспективу до 2030 г. с учетом их унификации на полигонах эксплуатации и с реализацией параметров, сформулированных в матрице эксплуатационных требований.

Первым шагом на пути создания концептуальных платформ новых локомотивов стала рекомендация предприятиям транспортного машиностроения руководствоваться матрицей требований при разработке перспективных локомотивов, а Дирекции тяги поручено организовать в апреле 2017 г. проведение расширенного совещания с предприятиями локомотивостроительного комплекса по рассмотрению приятых ими решений.

Предъявляемые ОАО «РЖД» эксплуатационные требования к магистральным грузовым тепловозам на период до 2025 – 2030 гг., согласно матрице, следующие:

- Длина полигона безотцепочного следования или продолжительность эксплуатации без захода в депо для проведения технического обслуживания и экипировки — 3000 км.
- Унифицированная весовая норма для вагонов с осевой нагрузкой 25 тс (с учетом ограничений по усилиям на автосцепке) — 7100… 9000 т.
- Нагрузка на ось до 27 тс с возможностью увеличения или снижения нагрузки в условиях депо.
- Длина поезда из условия ограничений — до 600 осей.
- Допустимые скорости — 100… 120 км/ч.
- Беспроводное соединение по системе многих единиц с возможностью обеспечения распределенной тяги.
- Максимальная секционность — 2 или 3; количество осей в секции — от 6 до 8.
- Возможность экипировки локомотива без отцепки — при наличии на станции смены локомотивных бригад устройств заправки песком и топливом.
- Возможность проведения эксплуатационного технического осмотра тепловоза через 6000 км.
- Возможность пересылки одной бригадой сплоток локомотивов.
- Возможность отставления локомотива от эксплуатации до 10 суток в «холодном» состоянии с минимальным временем ввода в эксплуатацию.
- Простой в ожидании работы при наличии автономных систем прогрева.
- Наличие на локомотивах систем СУТП, РУТП и ИСАВП-РТ.
- Наличие системы дистанционного управления.
- Возможность обслуживания тепловоза машинистом без помощника.
- Наличие на тепловозе интерфейса для использования систем автоматического и (или) дистанционного управления локомотивом на выделенных линиях.

На основании вышеперечисленных эксплуатационных требований, действующих ограничений по инфраструктуре и достигнутого технического уровня развития отечественного тепловозостроения и электромашиностроения нами рассмотрены возможные пути реализации технических требований в части разработки (выбора колесной формулы экипажной части и типа электрической передачи) перспективного модульного грузового тепловоза. Разработка такого локомотива даст возможность наращивать тяговые потребности в зависимости от грузопотока.

В ОАО «РЖД» действует отраслевой стандарт СТО «РЖД» 1.07.002-2010 «Инфраструктура железнодорожного транспорта на участках обращения грузовых поездов повышенного веса и длины. Технические требования». В соответствии с требованием пункта 4.5.5 этого документа максимально допускаемая растягивающая продольная сила в грузовых поездах повышенного веса и длины не должна превышать 1275 кН (130 тс), а максимально допустимая сжимающая сила — 1176 кН (120 тс). Указанные ограничительные значения продольных сил в составе грузового поезда должны быть обязательно учтены при создании концептуальных платформ новых локомотивов.

В настоящее время на железных дорогах России широко эксплуатируются современные грузовые тепловозы серий 2ТЭ116У мощностью 2×2650 кВт, 3ТЭ116У мощностью 3×2650 кВт и 2ТЭ25КМ мощностью 2×2650 кВт с четырехтактными дизелями типа Д49, электрической передачей переменно-постоянного тока и конструкционной скоростью 100 км/ч.

Эти локомотивы оборудуются тяговыми электродвигателями (ТЭД) постоянного тока типа ЭД133 мощностью 414 кВт, что обеспечивает создание силы тяги одной колесной парой 53,9 кН (5,5 тс) в длительном режиме работы ТЭД, при диаметре колес 1050 мм и передаточном отношении тягового редуктора 4,41. Колесные пары с таким диаметром колеса и параметром тягового редуктора применяются на всех типах выпускаемых и эксплуатируемых магистральных и маневровых тепловозов, кроме 2ТЭ25К и 2ТЭ25А.

Дополнительно техническими условиями на изготовление и поставку ТЭД типа ЭД133 установлен часовой режим, при котором обеспечивается сила тяги 58,4 кН (5,96 тс).

В настоящее время тяговые электродвигатели постоянного тока для комплектации перспективных колесно-моторных блоков с моторно-осевыми подшипниками качения выпускаются ГП Завод «Электротяжмаш», г. Харьков (ЭД133К), освоены в производстве ООО «Сибэлектропривод», г. Новосибирск (ЭДТ133К) и ООО «ПК "НЭВЗ"», г. Новочеркасск (ДТК417К).

По сообщению специалистов ГП Завод «Электротяжмаш», г. Харьков, конструкторы предприятия работают над созданием тягового электродвигателя постоянного тока, обеспечивающего силу тяги длительного режима 60,76 кН (6,2 тс), а в перспективе и до 63,7 кН (6,5 тс при диаметре колес 1050 мм и и передаточном отношении тягового редуктора 4,41).

Необходимо отметить, что именно достигнутые в настоящее время величины вращающего момента тягового электродвигателя постоянного тока накладывают основное ограничение на конструкцию перспективного локомотива на период до 2030 г.

Исходя из ограничения по растягивающей силе тяге и существующего единственного типа тягового электродвигателя с длительной силой тяги 53,9 кН (5,5 тс), определим максимально возможное число тяговых осей для реализации в голове поезда растягивающей силы 1275 кН (130 тс):

$$n_{oc} = \frac{F_K^{огр}}{F_{Kдл}^{ТЭД}} = \frac{1275}{53,9} = 23,66 \qquad (1)$$

Принимаем для дальнейших расчетов число тяговых осей модульного тепловоза 24 оси.

Сформировать тепловозов из 24 тяговых осей в голове поезда возможно, используя четыре шестиосные секции или три восьмиосные.

Восьмиосный модуль будет иметь длительную силу тяги 431,2 кН (44 тс), а шестиосный — 323,4 кН (33 тс).

При этом расчетный коэффициент тяги (коэффициент сцепления) при реально допустимой по состоянию пути нагрузке 25 тс/ось составит 0,22. Аналогичные значения коэффициента тяги реализуются на тепловозах типа 2ТЭ116У и 2ТЭ25КМ:

$$\varphi_T^{24} = \frac{F_K^{2ТЭ25КМ}}{P_{ос} \times n_{ос}} = \frac{323,6}{235,4 \times 6} = 0,229 \qquad (2)$$

Наиболее проблемным, с позиций реализации силы тяги тепловоза и подтверждения показателей надежности в условиях эксплуатации, по причинам сложного плана и профиля пути, а также климатических условий — является БАМ. На первом этапе нами был проведен анализ продольного профиля пути от станции Таксимо до Советской Гавани протяженностью почти 3200 км. Результаты этого анализа представлены на рисунке, из которого следует, что сравнительные тяговые расчеты надо проводить при крутизне руководящего подъема 10 ‰.

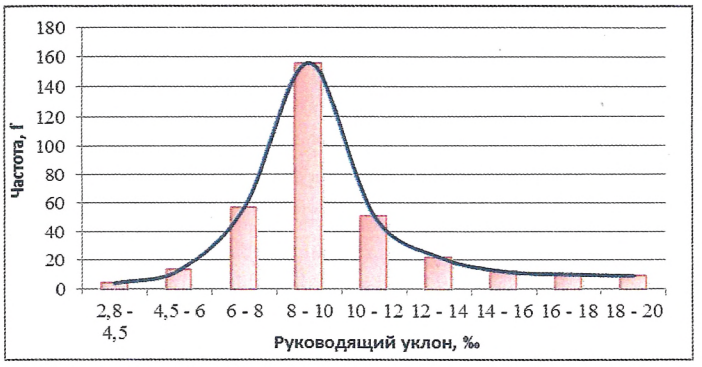


Рис. Диаграмма распределения руководящих подъемов

Основные технические параметры модуля

Характеристика	Расчетный параметр
Номинальная мощность дизеля, кВт	3000
Колесная формула	$(2_0+2_0)-(2_0+2_0)$
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	245 (25)
Диаметр колеса, мм	1050
Передаточное число тягового редуктора	4,41
Длительная сила тяги, кН (тс)	431,2 (44)
Коэффициент тяги длительного режима	0,22
Сила тяги часового режима, кН (тс)	467,2 (47,67)
Коэффициент тяги часового режима	0,238
Конструкционная скорость, км/ч	100
Скорость длительного режима, км/ч	21
Тип тяговой передачи	переменно-постоянного тока

Для оценки тяговых свойств предлагаемого модульного тепловоза нами также были проведены сравнительные тяговые расчеты для двух возможных типов автономных локомотивов для участка Таксимо — Советская Гавань.

Выполнен расчет необходимой силы тяги, создаваемой тепловозом для ведения поезда массой 7100 т (71 условный вагон с нагрузкой 25 тс/ось) по действительному профилю. В результате расчетов было установлено, что для ведения поезда вышеуказанной массы на подъемах величиной до +10‰, модульный тепловоз должен быть способным реализовать касательную силу тяги порядка 800 кН (81,63 тс). Такую силу тяги могут обеспечить два восьмиосных модуля, либо три шестиосных модуля тепловоза. В первом случае «запас» по величине силы тяги составит 10 %, во втором — 20 %.

По результатам выполненных расчетов установлено, что наиболее оптимальным вариантом обеспечения тяговыми средствами поездов массой 7100 т является применение восьмиосных модулей тепловоза, которые по сравнению с шестиосным вариантом исполнения обеспечивают сокращение одного шестиосного модуля при ведении каждого поезда по участку Таксимо — Советская Гавань.

Кроме того, в перспективе можно рассмотреть вождение поездов массой 9000 т с использованием трех восьмиосных модулей в голове поезда с применением существующей технологии подталкивания.

Конструктивно восьмиосный тяговый модуль может быть выполнен в капотно-кузовном варианте по прототипу уже построенных тепловозов в таком кузове. Возможно применение проходных кабин, что позволит осматривать и контролировать оборудование третьего (четвертого) модуля локомотива при работе по системе многих единиц.

Восьмиосные локомотивы могут быть разработаны на базе экипажной части тепловоза ТЭМ7А производства ОАО «Людиновотепловоз». Или на базе основной трехосной унифицированной бесчелюстной тележки тепловозов, используемой на большинстве выпускаемых и эксплуатируемых маневровых и магистральных тепловозов (М62, ТЭ10, ТЭ116, ТЭМ2, ТЭМ18, 2ТЭ25КМ и т.д.).

В таблице приведены основные характеристики модуля перспективного грузового тепловоза.

В качестве силовой установки предлагается использовать дизель 16ЧН26/26 мощностью 3000 кВт, применяемый на тепловозах серии ТЭП70. Дизельные двигатели мощностного ряда Д49 являются основным типом дизеля, применяемым на всех сериях выпускаемых и эксплуатируемых грузовых и пассажирских тепловозов ОАО «РЖД» и используются для модернизации тепловозов серий ТЭ10 и М62.

В перспективе на этом модуле грузового тепловоза возможно применение разработанного АО «ХК "Коломенский завод"» по Федеральной целевой программе дизеля Д300 мощностью 3500 кВт, что приведет к увеличению тяговых показателей перспективного тепловоза (длительная скорость возрастет с 21,5 до 23,5 км/ч).

Дополнительно для перспективного локомотива необходимо будет разработать модификацию тягового синхронного генератора для питания восьми ТЭД через восьмиканальный выпрямитель с целью полноценного использования системы поосного регулирования силы тяги.

Производство тяговых синхронных генераторов мощностью 2800 кВт освоено в ООО «ПК "НЭВЗ"», а шестиканальные выпрямители изготавливаются в ОАО «Электровыпрямитель» и ЗАО «ЭлектроСИ». Этими изделиями комплектуются тепловозы 2ТЭ25КМ, производимые ЗАО «УК "БМЗ"».

Важно отметить, что перспективные восьмиосные модули грузового тепловоза могут быть полностью укомплектованы продукцией отечественных производителей, что обеспечит унификацию с комплектующим оборудованием, которое применяется на выпускаемых и эксплуатируемых грузовых тепловозах.

По мнению авторов, предлагаемые восьмиосные локомотивы могут быть в ближайшие два года разработаны в ЗАО «УК "БМЗ"», ОАО «Людиновотепловоз» и АО «ХК "Коломенский завод"». Изготовление однотипных локомотивов на трех заводах обеспечит здоровую конкуренцию между предприятиями и позволит ОАО «РЖД» выбрать наиболее надежный и экономичный грузовой локомотив.

В перспективе при создании тяговых электродвигателей постоянного тока с длительной силой тяги 63,7 кН (6,5 тс) возможна разработка восьмиосного модуля грузового тепловоза с длительной силой тяги 509 кН (52 тс), который практически уже сегодня может заменить двухсекционные тепловозы ТЭ10 всех индексов, а в двухсекционном варианте — трехсекционные тепловозы 3ТЭ10 всех индексов.

Проведенные тяговые расчеты показали, что применение трех восьмиосных модулей локомотива в голове поезда обеспечит движение поезда массой 9000 т на всем расчетном профиле участка Таксимо — Советская Гавань. А использование этих модульных тепловозов в качестве толкачей может решить задачу преодоления двух «узких» мест БАМа.

В заключение необходимо отметить, что переход на шестиосный модуль возможен только в случае реализации на таком тепловозе силы тяги на расчетном режиме работы локомотива 431 кН (44 тс). При этом расчетный коэффициент тяги тепловоза составит 0,293. Многолетний опыт использования тепловозов 2ТЭ25А с асинхронным тяговым приводом на БАМе не подтвердил возможность реализации коэффициента тяги 0,29, заложенного в техническом задании на этот локомотив, во всех эксплуатационных условиях этой магистрали при расчетной скорости 18,5 км/ч.

Читатели могут задать вопрос: «А почему асинхронный привод нашел широкое применение на тепловозах железных дорог Северной Америки?»

По нашему мнению, при допустимой на железных дорогах США нагрузке от колесной пары на рельсы до 33 тс и даже при среднеэксплуатационном коэффициенте тяги 0,25 один тяговый электродвигатель обеспечивает реализацию колесной парой более 80 кН (8,16 тс) тяги.

Применение передачи переменного тока на тепловозах США позволило снять ограничение по силе тяге, которое создавал двигатель постоянного тока, и обеспечило сокращение на одну треть парка дизельных локомотивов.

На наш взгляд, в перспективе до 2030 г. предлагаемый модульный тепловоз может стать платформой новых дизельных локомотивов, предназначенных для вождения скоростных тяжеловесных грузовых поездов массой 9000 — 18000 т на неэлектрифицированных участках железных дорог страны. При этом, должны быть решены вопросы дистанционного автоматического беспроводного управления из одной кабины машиниста несколькими (3 — 6) модулями (сплотками), определенным образом расставленными по длине грузового состава.

Инж. **А.О. ЗАХАРОВ**, ПКБ ЦТ
инж. **А.С. КУЛАБУХОВ**, ПКБ ЦТ
проф. **В.С. РУДНЕВ**, МИИТ
инж. **И.Н. КУДЕЛЬКИН**, МИИТ

УЛУЧШИТЬ ТЯГОВОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

В хозяйстве электрификации и электроснабжения нашей Компании уделяют большое внимание повышению пропускной способности дорог, а также снижению потерь электроэнергии, в частности, автоматизации процессов управления, применению установок емкостной компенсации (см. «Локомотив» № 6, 2009 г.; № 1, 2011 г.; № 8, 2012 г.; № 5, 7, 2013 г.; № 6, 10, 2014 г.; № 5, 2015 г., № 10, 12, 2016 г. и др.).

Недавно пришло известие из управления электроснабжения Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры: согласно инвестиционному проекту «Внедрение ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте в 2015 — 2016 годах» здесь успешно отработана технология работы устройства поперечной компенсации реактивной мощности системы тягового электроснабжения. Ее можно применять на тяговых подстанциях и постах секционирования дорог, электрифицированных по системе переменного тока. Сегодня устройство уже внедряется на постах секционирования Заринская и Аламбай Алтайской дистанции электроснабжения Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры.

Предложенное устройство поперечной компенсации (см. рисунок) можно без преувеличения именовать инновационным. Оно позволяет повысить энергетическую эффективность работы конкретного подразделения, улучшить показатели качества электрической энергии, например, повысить коэффициент мощности системы тягового электроснабжения. Внедренное новшество содержит тиристорно-реакторное оборудование, по сути своей — плавно регулируемый потребитель реактивной мощности.

Тиристорный силовой полупроводниковый модуль имеет естественное охлаждение, оптическую систему управления и контроля. В компенсирующем реакторе с сухой изоляцией и естественным охлаждением отсутствует магнитный сердечник. Фильтро-компенсирующая цепь является источником реактивной мощности и фильтром высших гармонических составляющих тока, включает в себя реактор и конденсаторную батарею.

Конденсаторная батарея состоит из силовых конденсаторов, соединенных последовательно-параллельно. В качестве силовых конденсаторов применено оборудование, рассчитанное на работы под напряжением 10 кВ, мощностью 450 квар, содержащее встроенные предохранители и разрядные резисторы. Батарея собрана так, чтобы была возможна небалансная защита.



Инновационное устройство поперечной компенсации реактивной мощности системы тягового электроснабжения

Данное устройство подключается к шине 27,5 кВ поста секционирования. Сигнал от встроенного трансформатора напряжения поступает в систему управления, которая в свою очередь регулирует величину мощности тиристорно-реакторной группы так, чтобы напряжение контактной сети в точке подключения поддерживалось на заданном уровне.

При отсутствии нагрузки тиристорный блок будет полностью открыт, и мощность тиристорно-реакторной группы скомпенсирует мощность фильтро-компенсирующей цепи. Таким образом предотвращается возникновение перенапряжений, вызванных установкой конденсаторов.

Следует подчеркнуть, что в нынешних условиях режима экономии устройству присуще немаловажное качество: оно работает в необслуживаемом режиме с дистанционным управлением. Также предусмотрен режим местного управления, используемый при техническом обслуживании.

Экономический эффект достигается благодаря разгрузке тяговой сети от потоков реактивной мощности, потребляемой электроподвижным составом. Кроме того, повышается уровень напряжения в тяговой сети, снижаются коэффициенты загрузки трансформаторов тяговых подстанций, сокращаются технологические потери электрической энергии и в целом улучшаются показатели качества электрической энергии.

Все это позволяет увеличить пропускную способность участка, ранее ограниченную параметрами тягового электроснабжения. Кстати, полезная мощность устройства выбирается исходя из конкретных условий эксплуатации по результатам расчетов.

Планируемый годовой экономический эффект на единицу продукции в среднем может достичь нескольких миллионов рублей. Таким образом, срок окупаемости данного инновационного устройства составит не более восьми лет. Это и многое другое позволяют утверждать, что у новой технологии широкие перспективы!

В Кунгурской дистанции электроснабжения Свердловской дирекции инфраструктуры ведётся строительство новой тяговой подстанции Шумково с высоким уровнем автоматизации процессов управления. Ее потребность вызвана необходимостью преодолеть все, что сдерживает качественное тяговое электроснабжение на горном профиле пути при пропуске «пакета» поездов массой 6300, 9000, 6300 т с интервалами между поездами 8 мин на участке главного хода Шаля — Пермь II.

Ведущие специалисты хозяйства, ученые отрасли всесторонне проанализировали способы усиления системы тягового электроснабжения. В результате был выбран проект одноагрегатной подстанции с напряжением 35 кВ в первичной цепи от тяговой подстанции Тюриково. К ее преимуществам можно отнести отсутствие необходимости присоединения к сети 110 кВ, что в разы снижает общие затраты на строительство станции, а также использование оборудования модульного типа, что в пять раз уменьшает площади, занимаемые объектом.

В задании на проектирование тяговой подстанции (на эту важную особенность указывают все специалисты) одним из основных критериев выбора оборудования и материалов было минимальное техногенное воздействие на окружающую среду. Данное экологическое требование выполнили путем применения современного и технологичного оборудования без использования трансформаторного масла, элегаза (шестифтористая сера, SF_6, используемая как среда гашения электрической дуги) и других загрязняющих и токсичных веществ.

Кроме того, новое оборудование позволяет автоматизировать управление процессом переработки электрической энергии, обеспечивает возможность диагностики и мониторинга технического состояния, что способствует минимальному пребыванию обслуживающего персонала на территории подстанции и, как следствие, оптимизировать затраты на обслуживание.

На подстанции предусмотрена автоматизированная система диагностики силового оборудования тяговых подстанций постоянного тока. Она непрерывно отслеживает состояние оборудования. Система мониторинга позволяет комплексно контролировать оборудование тяговой подстанции, передавать данные с контролируемых объектов, обрабатывать их и сохранять в единой базе. Полученные результаты отображаются в масштабе реального времени на действующем автоматизированном рабочем месте специалиста.

Программа мониторинга изучает состояние силового оборудования на трех уровнях — нормальном, тревожном и аварийном. Это позволяет своевременно решать, когда проводить техническое обслуживание и ремонт. Внешнее управление тяговой подстанцией будет осуществляться по системе телеуправления.

Можно без преувеличения утверждать, что сооружение одноагрегатной малообслуживаемой модульной тяговой подстанции Шумково на участке Кишерть — Тюриково стало новым словом в области электрификации дорог. Ввод в строй данного объекта позволит не только снять существующие ограничения в системе тягового электроснабжения, но и эксплуатировать саму подстанцию, не нанося вреда окружающей среде

По материалам дорожных центров научно-технической информации и библиотек ОАО «РЖД

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Мировой рынок технического обслуживания подвижного состава развивается быстрее, чем рынок производства запасных частей (OEM) — такой вывод сделала немецкая консалтинговая компания «SCI Verkehr», выполнив исследование «Техническое обслуживание подвижного состава. Глобальные тенденции развития рынка послепродажного обслуживания». Производители подвижного состава пытаются расширить свое присутствие на рынке послепродажного обслуживания, чтобы компенсировать медленный рост рынка OEM.

Многие железные дороги и компании-операторы, давно обслуживающие собственный парк подвижного состава, реорганизовали свои отделения по техническому обслуживанию или заключили контракты с внешними партнерами. В последние годы требования к проведению технического обслуживания повысились, поэтому появилась необходимость вводить изменения в структуру производства, совершенствовать технологии, подготавливать квалифицированный персонал. В результате разработаны различные организационные модели проведения технического обслуживания подвижного состава, охватывающие разные регионы мирового рынка.

Немецкая компания «Voith Turbo Rail Service» в июне 2015 г. организовала на принадлежащем ей заводе вблизи Киля (Германия) конференцию для презентации своей деятельности в области технического обслуживания подвижного состава. Такие мероприятия проводятся каждые два года. Сотрудники компании встречаются со своими клиентами, чтобы обсудить вопросы поставок и послепродажного обслуживания подвижного состава, в частности тепловозов «Maxima» и «Gravita» (рис. 1).



Рис. 1. Тепловоз «Gravita» компании «Voith Turbo» (Германия)

Компания «Voith Turbo Rail Service» является отделением компании «Voith Turbo» и специализируется:

- на капитальном ремонте любого типа подвижного состава, независимо от его производителя. Восстанавливает все типы тележек, силовые модули «RailPacks», коробки передач, гидравлические передачи, колесные пары, системы охлаждения, автосцепки и накопители энергии;
- на ремонте подвижного состава непосредственно на месте эксплуатации. При этом обеспечивается мобильное обслуживание по индивидуальному варианту с учетом требований заказчиков, поставок комплектующего оборудования и запасных частей;
- на производстве новых деталей, узлов и систем подвижного состава в соответствии с техническими требованиями клиентов. Изготавливает стальные конструкции и сварные детали, выполняет покраску, сборку, установку и др.;
- на инженерном обслуживании подвижного состава (подготавливает программное обеспечение, дает оценку шумовому уровню, выхлопам вредных веществ и др.).

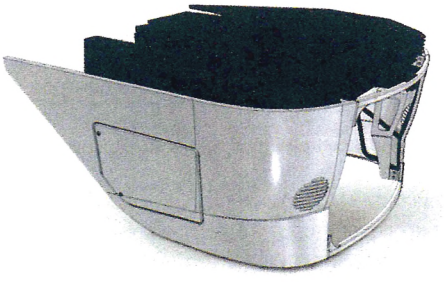


Рис. 2. Алюминиевый обтекатель для дизель-поезда компании «Hyundai Rotem» (Южная Корея)

В то время как многие компании, которые работают на международном рынке, постоянно стремятся к централизации сервисного обслуживания, чтобы уменьшить его стоимость, компания «Voith Turbo Rail Service» идет в противоположном направлении, децентрализуя свою деятельность. Например, с декабря 2014 г. помимо нескольких существующих сервисных центров она организовала еще три центра, базирующихся в Германии, с помощью которых более оперативно реагирует на нужды клиентов.

Экспертно-консультационный центр в Хайденхайме обеспечивает техническое обслуживание гидравлических передач и силовых модулей «RailPacks» с производственной мощностью 250 — 300 передач в год.

Технический центр в Мергель Штеттине осуществляет техническое обслуживание коробок передач с производственной мощностью 1000 передач в год.

Технический центр в Киле выполняет техническое обслуживание тележек, колесных пар и систем охлаждения.

Кроме того, компания имеет завод в Зальцгиттере для технического обслуживания автосцепок и накопителей энергии.

Учитывая запросы клиентов, компания «Voith Turbo Rail Service» недавно освоила новые направления в области бизнеса. Одно из них — «Entity in Charge of Maintenance» (ECM) — «Структура требований на техническое обслуживание», включающая:

- всесторонний менеджмент для создания технологического процесса технического обслуживания подвижного состава, обеспечивающего бесперебойное снабжение инструментами, подготовку персонала необходимого уровня квалификации;
- развитие технического обслуживания, в рамках которого определены объем работ, квалификационные оценки и требуемая документация;
- мониторинг подвижного состава (оперативный анализ работы систем и оборудования), техническое обслуживание которого запланировано;
- отбор соответствующего штата, реализация технического обслуживания, контроль результатов.

Другая область деятельности компании — управление ресурсами, осуществляя мониторинг в реальном времени, в том числе для проведения технического обслуживания подвижного состава, принадлежащего или арендуемого клиентами. Компания использует свое программное обеспечение OPRA («Optimise, plan, realise, analyse» — «Оптимизация, план, реализация, анализ») для обработки и оценки технических характеристик, которые регистрируются на подвижном составе.

Графики технического обслуживания устанавливаются в соответствии с информацией, предоставляемой по каналу обратной связи. Программное обеспечение OPRA является основой для обслуживания подвижного состава по техническому состоянию.

Компания «Voith Turbo» надеется извлечь прибыль от ожидаемого роста в секторе ремонта и технического обслуживания подвижного состава к 2020 г., по данным консалтинговой компании «SCI Verkehr», на уровне 3,7 % в год. Однако требуются инвестиции, особенно в технологии, оборудование и подготовку квалифицированных кадров.

Последние контракты компании «Voith Turbo Rail Service» — это капитальный и восстановительный ремонт всех автосцепок для девяти челночных поездов, обращающихся в Евротоннеле. Кроме того, компания устанавливает новые алюминиевые обтекатели (рис. 2) на головные вагоны 62 дизель-поездов южнокорейской компании «Hyundai Rotem» серии 22000 железных дорог Ирландии.

В мае 2016 г. французская компания «Alstom» выиграла контракт стоимостью 40 млн. евро на техническое обслуживание эксплуатируемых в Нидерландах 12 пятивагонных электропоездов семей-



Рис. 3. Дизайн-проект электропоезда «Civity» компании CAF (Испания)

ства «Civity» (рис. 3) и 13 вагонов производства испанской компании CAF. Контракт действует с 2019 по 2024 годы с возможностью его продления еще на два года. Компания CAF построит для британского оператора пассажирских сообщений «TransPennine Express» электропоезда и пассажирские вагоны, предназначенные для использования в составе поездов с новыми тепловозами «Vossloh» серии 68.

Испанская компания-производитель берет на себя техническую поддержку эксплуатации поставленного подвижного состава и снабжение запасными частями, в связи с чем примет участие в финансировании создания нового логистического центра. Техническое обслуживание электропоездов и вагонов компания «Alstom» будет осуществлять на своих технических центрах, открытых в Манчестере, Ливерпуле и Глазго. При этом предполагается создать 25 новых рабочих мест.

Также в мае 2016 г. «Alstom» получила разрешение на приобретение участка площадью 120 тыс. м^2 в Уиднсе (недалеко от Ливерпуля) под размещение нового технического центра и транспортной академии. По оценке «Alstom», создание научно-производственного центра стоимостью 20 млн. фунтов стерлингов необходимо для усиления присутствия компании на британском рынке, в частности, на рынке технического обслуживания подвижного состава и его модернизации.

Открытие технического центра и академии компании «Alstom» намечено на осень 2017 г. В задачи академии входят исследовательская деятельность и подготовка специалистов в области инжиниринга, производства, управления проектами и других железнодорожных специальностей, а также повышение квалификации работающих на предприятиях отрасли в Северо-Западной Англии.

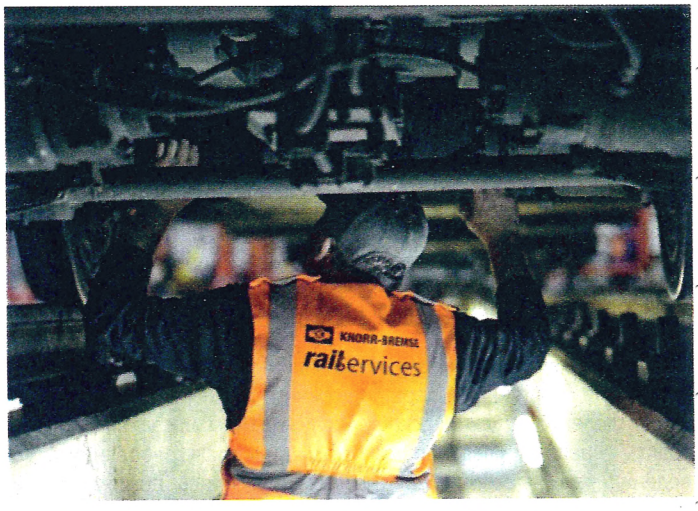


Рис. 4. Сотрудник отделения «RailServices» компании «Knorr-Bremse» (Германия) за работой

Компании-производители отдельных узлов подвижного состава занимаются также его сервисным обслуживанием. Например, у немецкой компании «Knorr-Bremse» существует отделение «RailServices», которое отвечает за послепродажное обслуживание своей продукции (рис. 4).

Американский производитель подшипников компания «Timken» открыла в 2013 г. сервисный центр в г. Райпур (Индия). Площадь центра составляет более 9 тыс. м^2. Современное оснащение центра позволяет быстро проводить диагностику, восстановительные и ремонтные работы подшипников для подвижного состава.

Ведущие компании-изготовители все чаще берут на себя обеспечение сервисного обслуживания поставляемого ими подвижного состава — его систем, узлов и деталей. Кроме того, некоторые компании участвуют в тендерах на техническое обслуживание подвижного состава стороннего производства. Компании готовы вкладывать свои средства в модернизацию и открытие новых предприятий сервисного обслуживания подвижного состава. В свою очередь, развитая сеть центров его проведения квалифицированным персоналом, использующим эффективное оборудование и информационные технологии, способствует повышению качества технического обслуживания подвижного состава и безопасности движения.

По материалам журналов «International Railway Journal», «Railway Gazette International»; «Railvolution»; компаний «Voith Turbo», «Alstom», «Knorr-Bremse», «Timken»

И.М. МИШИН,
ведущий инженер ЦНТИБ ОАО «РЖД»

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Завершены поставки вагонов типа «Ока» Московскому метрополитену

Метровагонмаш (МВМ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») выполнил обязательства по контракту перед Московским метрополитеном и отправил в адрес заказчика последний восьмивагонный состав модели 81-760/761 «Ока». Об этом сообщили в департаменте по внешним связям холдинга.

Таким образом, поставки метропоездов серии «Ока» Московскому метро завершены, в дальнейшем для столичного метрополитена будут производиться вагоны новой серии — 81-765/766/767 «Москва». «Ока» поставлялась Московскому метрополитену, начиная с 2012 г.; в общей сложности для этого заказчика построено 1320 вагонов.

Помимо поставки вагонов, контракт предусматривает обслуживание техники производителем на протяжении всего её жизненного цикла. Метровагонмаш обязан обеспечивать выдачу на линию оговоренного числа поездов, нести ответственность за их исправность, своевременно выполнять техническое обслуживание и плановые ремонты.

На вагоны серии 81-760/761 установлены современный асинхронный тяговый привод, микропроцессорная система управления, тележки, позволяющие обеспечивать плавный и тихий ход поезда. Кузова вагонов изготавливаются из нержавеющей стали.

В настоящее время в стадии реализации находится контракт, предполагающий поставку Московскому метрополитену вагонов новой серии 81-765/766/767. В период с 2017 по 2020 гг. для него будет построено 768 вагонов «Москва». Начало поставок запланировано на февраль 2017 г.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

НОВОСТИ СТАЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

ГЕРМАНИЯ

Началась опытная эксплуатация новых междугородных высокоскоростных электропоездов ICE 4 серии 412, строящихся на платформе поезда ICx компании Siemens AG. Электропоезда — переменного тока на напряжение 15 кВ частотой 16,7 Гц, 12-вагонные, максимальная скорость движения 250 км/ч. Поезд ICE 4 имеет улучшенные экологические показатели: сниженный уровень шума, уменьшенное энергопотребление в расчёте на одно сидячее место (почти на 22 % ниже в сравнении с модернизированным вариантом поезда ICE 1). К концу 2030 г. планируется поставка до 300 электропоездов ICE 4.

В связи с началом эксплуатации высокоскоростных поездов ICE 4-го поколения проведена модернизация депо Руммельсбург в Берлине. Был реконструирован и расширен цех техобслуживания вагонов. В частности, смонтирована установка для автоматического отключения и заземления воздушной контактной сети с потолочным рельсом, что обеспечивает безопасность персонала при работах на крыше подвижного состава.

Вместо обычной системы отключения-включения с механическим ключом на пульте, с затратами времени на хождение вдоль поезда до пульта и обратно, была реализована система с транспондерами по технологии радиочастотной идентификации (RFID). Допуск определённого лица с транспондером на платформу осуществляется только после его радиочастотной идентификации на пульте управления с одновременным автоматическим отключением и заземлением контактной сети.

Для допуска высокоскоростных электропоездов ICE 4 на железные дороги Германии (DB) были проведены испытания на поведение в экстремальных условиях в климатической камере австрийской компании Rail Tec Arsenal в Вене. Кроме стандартных испытаний, по заказу DB были выполнены тесты на надёжность и безотказность работы климатического оборудования: систем вентиляции, обогрева и кондиционирования.

12-недельная программа испытаний предусматривала проверку поведения всех компонентов подвижного состава, в частности, токоприёмника, стеклоочистителя, дверей, подножек и туалетов, в различных климатических условиях — туман, дождь, сильный ветер, снег и низкие температуры.

Центр Rail Tec Arsenal располагает для испытаний двумя климатическими камерами длиной 100 и 33,8 м, соответственно, для небольших составов при скоростях ветра до 300 км/ч и отдельных единиц подвижного состава при скоростях ветра до 120 км/ч.

*

На предприятии компании Siemens в Мюнхен-Алалахе при постройке электровозов Vectron используется технология лазерного проецирования взамен прежних алюминиевых шаблонов. Это позволяет быстрее, дешевле и качественнее определять и обозначать точное положение присоединяемых (привариваемых) в процессе сборки локомотива конструктивных элементов.

Применяются системы лазерного проецирования «Werklicht» от Extend3D («цифровой шаблон») и LUPO (Laser-Unterstützes Positionieren — позиционирование с помощью лазера). Система «Werklicht» из двух видеокамер, промышленного лазера и программного обеспечения почти на 80 % сокращает затраты времени на позиционирование и быстро реагирует на вносимые конструктивные изменения.



Высокоскоростной электропоезд ICE 4 компании Siemens

ИСПАНИЯ

Компания «Ogi» и «Tria Railway» совместно разработали технологию изменения ширины колесной базы, получившую название ECOSYS (Sistema Europeo de Cambio de Ancho — Европейская система изменения ширины колесной базы). Изменение ширины для перехода на другую колею происходит автоматически при максимальной скорости подвижного состава 15 км/ч. Приступить к эксплуатации этой системы планируется в 2017 г.

Читайте в ближайших номерах:

- Изменения в конструкции и электрических цепях электровозов серии ЭП1
- Системы дизеля тепловоза ТЭП70
- Схема цепей управления в тормозном режиме электропоезда ЭД4М
- Улучшить обслуживание оборудования электровозов ЧС7
- Принцип работы объединенного регулятора дизеля тепловоза М62
- Схема пневматического тормозного оборудования электровоза 2ЭС6 «Синара»
- Тепловоз 2ТЭ25КМ: цепи возбуждения тягового генератора
- Школа молодого машиниста

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Британское дизайнерское агентство PriestmanGoode предлагает две концепции сидений в поездах, которые позволят максимально увеличить вместимость и комфорт пассажиров. Проект создан Британским агентством по безопасности и стандартизации (RSSB) как часть программы «Перспективный дизайн поездов сегодня» (Tomorrow's Train Design Today). Разработаны концепции сидений Horizon и Island Bay, которые могут быть установлены в новых или уже существующих поездах.

Сиденья типа Horizon позволят повысить вместимость пригородного поезда на 20 — 30 %, а также увеличить пространство для стоящих и сидящих пассажиров. Сидения разработаны с учетом эргономических требований и полностью обеспечивают нормальное сидячее положение. Каждое сиденье имеет две подставки для ног для удобства пассажиров разного роста, столик для мобильного устройства, зарядное устройство, место для размещения багажа.

Сиденья типа Island Bay могут удобно трансформироваться для стандартного сидения при обычных перевозках и увеличения вместимости при перевозках в часы пик. Подобная конфигурация сидений позволяет увеличить вместимость на 15 — 20 %. Предлагается установка сиденья с задней спинкой в конце ряда. Предусмотрен также вариант для людей с ограниченными физическими возможностями.



Сиденья типа Horizon



Сиденья типа Island Bay

АВСТРИЯ

Электровоз переменного тока TRAXX AC3 Last Mile со вспомогательным дизелем, разработанный компанией Bombardier, прошел сертификацию на право эксплуатации на Австрийских федеральных железных дорогах. На неэлектрифицированных участках (в портах, промпредприятиях и т.д.) локомотив питается от аккумуляторных батарей и вспомогательного электрогенератора. Переход с одного вида тяги на другой выполняется во время движения. При маневровой работе возможно дистанционное управление электровозом.

Компания Bombardier получила более 240 заказов на поставку локомотивов серии TRAXX AC3.



Электровоз TRAXX AC3 Last Mile компании Bombardier

ИТАЛИЯ

Польская компания PESA завершила поставку в Италию дизель-поездов облегчённого типа ATR220 (Swing), предназначенных для использования в региональных сообщениях. В настоящее время в парке подразделения пассажирских региональных перевозок насчитывается 80 поездов ATR220.

В составе поезда три вагона, но возможна эксплуатация сцепки из двух составов. Максимальная скорость — 130 км/ч; мощность двигателей — 2×390 кВт; категория двигателя Euro IIIB с системой каталитического снижения в выхлопах содержания окислов азота; передача — гидродинамическая Voith T211 re.4, автоматическая.



Дизель-поезд ATR220 (Swing)

ФРАНЦИЯ

Компания Vossloh Locomotives GmbH расширяет свою линейку локомотивов на французском рынке, предлагая, кроме 3-осного маневрового тепловоза G6, также 4-осный гибридный тепловоз DE 18 на два вида тяги (с накопителем энергии). Локомотив имеет мощность 1440 кВт, малый расход топлива, может эксплуатироваться на разных участках. Допуск локомотива к эксплуатации во Франции осуществляется в соответствии с технической спецификацией по интероперабельности локомотивов и пассажирских вагонов (TSI LOC&PAS).



Гибридный тепловоз DE 18 компании Vossloh Locomotives GmbH

По материалам журналов «Elektrische Bahnen», «Eisenbahntechnische Rundschau».

ТБ
Ш Ж.Д.
0082047

СОРОКОВЫЕ ФРОНТОВЫЕ...

Ко Дню Великой Победы

Подборка стихов поэтов, прошедших неизмеримо трудными и кровопролитными верстами Великой Отечественной войны.



РОДИНА, ВСТРЕЧАЙ ГЕРОЕВ!

...роковые

...роковые, роковые,
...нные и фронтовые,
...звещенья похоронные
...перестуки эшелонные.
...т накатанные рельсы.
...сторно. Холодно. Высоко.
...погорельцы, погорельцы
...чуют с запада к востоку...
...о я на полустанке
...оей замурзанной ушанке,
...е звездочка не уставная,
...ырезанная из банки.
...это я на белом свете,
...дой, веселый и задорный.
...меня табак в кисете,
...меня мундштук наборный.
...и с девчонкой балагурю,
...больше нужного хромаю,
...айку надвое ломаю,
...е на свете понимаю.
...ак это было! Как совпало –
...на, беда, мечта и юность!
...го все в меня запало
...лишь потом во мне очнулось!..
...роковые, роковые,
...нцовые, пороховые...
...на гуляет по России,
...мы такие молодые!

Давид САМОЙЛОВ

...огда пройдешь путем ...лонн...

...да пройдешь путем колонн
...жару, и в дождь, и в снег,
...да поймешь, как сладок сон,
...радостен ночлег.
...огда путем войны пройдешь,
...не поймешь порой,
...хлеб хорош и как хорош
...ток воды сырой.
...огда пройдешь таким путем
...день, не два, солдат,
...поймешь, как дорог дом,
...ак отчий угол свят.
...да — науку всех наук —
...ю постигнешь бой,—
...ще поймешь, как дорог друг,
...ак дорог каждый свой —
...ро отвагу, долг и честь
...будешь зря твердить.
...ни в тебе, какой ты есть,
...им лишь можешь быть.
...им, с которым, коль дружить
...дружбы не терять, как говорится,
...кно жить и можно умирать.

Александр ТВАРДОВСКИЙ

Назови меня именем светлым

Назови меня именем светлым
Чистым именем назови –
Донесется, как песня, с ветром
До окопов голос любви.
Я сквозь грохот тебя услышу,
Сновиденья за явь приму.
Хлынь дождем на шумную крышу,
Ночью ставни открой в дому.
Пуля свалит в степи багровой –
Хоть на миг сдержи суховей,
Помяни меня добрым словом,
Стынуть буду — теплом повей.
Появись, отведи туманы,
Опустись ко мне на траву,
Подыши на свежие раны –
Я почувствую, оживу.

Александр ЯШИН

Если я не вернусь, дорогая

Если я не вернусь, дорогая
Нежным письмам твоим не внемля,
Не подумай, что это — другая.
Это значит... сырая земля.
Это значит, дубы-нелюдимы
Надо мною грустят в тишине,
А такую разлуку с любимой
Ты простишь вместе с Родиной мне.
Только вам я всем сердцем и внемлю,
Только вами и счастлив я был:
Лишь тебя и родимую землю
Я всем сердцем, ты знаешь, любил.
И доколе дубы-нелюдимы
Надо мной не склонятся, дремля,
Только ты мне и будешь любимой,
Только ты да родная земля!

Иосиф УТКИН

Я столько раз видала рукопашный...

Я столько раз видала рукопашный,
Раз наяву. И тысячу — во сне.
Кто говорит, что на войне не страшно,
Тот ничего не знает о войне.

Юлия ДРУНИНА

Его зарыли в шар земной...

Его зарыли в шар земной,
А был он лишь солдат,
Всего, друзья, солдат простой,
Без званий и наград.
Ему как мавзолей земля –
На миллион веков,
И Млечные Пути пылят
Вокруг него с боков.
На рыжих скатах тучи спят,
Метелицы метут,
Грома тяжелые гремят,
Ветра разбег берут.
Давным-давно окончен бой...
Руками всех друзей
Положен парень в шар земной,
Как будто в мавзолей...

Сергей ОРЛОВ

Бери шинель, пошли домой!

А мы с тобой, брат, из пехоты,
А летом лучше, чем зимой.
С войной покончили мы счёты,
Бери шинель, пошли домой!
Война нас гнула и косила,
Пришёл конец и ей самой.
Четыре года мать без сына,
Бери шинель, пошли домой!
К золе и к пеплу наших улиц
Опять, опять, товарищ мой,
Скворцы пропавшие вернулись,
Бери шинель, пошли домой!
А ты с закрытыми очами
Спишь под фанерною звездой.
Вставай, вставай, однополчанин,
Бери шинель пошли домой!
Что я скажу твоим домашним,
Как встану я перед вдовой?
Неужто клясться днем вчерашним,
Бери шинель пошли домой!
Мы все – войны шальные дети,
И генерал, и рядовой.
Опять весна на белом свете,
Бери шинель, пошли домой!

Булат ОКУДЖАВА

Фото А.В. Молчанова



В депо имени Ильича – Аэроэкспресс освоены техническое обслуживание и текущий ремонт электропоездов разных серий

«Иволга» ЭГ2Тв готова к полетам

Недавно парк пригородных электропоездов Центральной пригородной пассажирской компании пополнился двумя поездами серии ЭГ2Тв «Иволга». Электропоезд ЭГ2Тв был разработан и построен Тверским вагоностроительным заводом и является представителем платформы российских электропоездов нового поколения, на базе которой возможно создание составов для городского, пригородного и интермодального сообщений.

Новый электропоезд отличается высокой экономичностью и энергоэффективностью. Применение асинхронного тягового двигателя позволяет существенно повысить удельную мощность и величину показателя ускорения, что позволит значительно сократить эксплуатационные расходы.

Электропоезд ЭГ2Тв состоит из пяти вагонов и вмещает в себя до 1250 пассажиров. Возможна также эксплуатация двух таких поездов по системе многих единиц. Конструкционная скорость — 120 км/ч.

Салоны электропоезда оборудованы системой микроклимата с функцией обеззараживания воздуха, а также бортовой системой информирования с бегущими строками и боковыми маршрутными указателями на вагонах.

Эксплуатация двух электропоездов серии ЭГ2Тв «Иволга» начнется на маршруте Москва (Киевский вокзал) — Новопеределкино. Техническое обслуживание электропоезда будут проходить в депо имени Ильича — Аэроэкспресс.



В кабине машиниста нового электропоезда



Пассажирский салон электропоезда ЭГ2Тв максимально приспособлен для массовых городских перевозок



В головных вагонах электропоезда имеются места для лиц с ограниченными возможностями



Отсутствие тамбуров и широкие входные двери прислонно-сдвижного типа способствуют быстрой высадке и посадке пассажиров



Санитарные узлы оборудованы пеленальными столами



Тележка с пневмоподвешиванием обеспечивает плавный ход поезда, низкий уровень шума и вибраций