№2
2017

ЛОКОМОТИВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

РЖД

Лучшие проекты бережливого производства

Проблемы внедрения информационных технологий в депо

Электрическая схема тепловоза 2ТЭ116

Особенности аппаратов и цепей электровозов серий ЧС7 и ЭП1

Система автоматического запуска-остановки дизеля

Схема цепей управления электропоезда ЭД4М

«Ермак» должен стать лучшим в мире!

Фрикционные тормоза «Ласточки»

Школа молодого машиниста



ЭЛЕКТРОВОЗ ЭП20 ПОЛУЧИЛ НОВУЮ КАБИНУ

ISSN 0869-8147



На пленарном заседании в Актовом зале – историческом наследии ПГУПС



В президиуме – проректор ПГУПС, профессор Т.С. Титова

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ — РАЗВИТИЮ ТРАНСПОРТА

В Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС) прошла IV Международная научно-техническая конференция «Локомотивы. XXI век», приуроченная к 140-летию со дня рождения русского ученого Ю.В. Ломоносова — создателя первого тепловоза с электрической передачей Ю^3-001. На открытии конференции присутствовали вице-президент ОАО «РЖД» — начальник Дирекции тяги О.С. Валинский, ректор этого учебного и научного центра А.Ю. Панычев и другие руководители.

В работе форума приняли участие ученые и специалисты, представляющие крупнейшие в России, ближнем и дальнем зарубежье исследовательские организации, транспортные вузы и конструкторские бюро, компании-производители оборудования, используемого в подвижном составе ОАО «РЖД». Выступили также молодые ученые, аспиранты и студенты.

Было подписано соглашение о взаимодействии между Дирекцией тяги ОАО «РЖД» и Петербургским государственным университетом путей сообщения. В рамках конференции состоялись интересные и познавательные экскурсии.

Благодаря стараниям коллектива кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ПГУПС научно-техническая конференция была проведена слаженно и продуктивно. Более подробно о прошедшем форуме рассказывается на с. 6 — 11 этого журнала.



Торжественный момент подписания соглашения о сотрудничестве между Дирекцией тяги ОАО «РЖД» и Петербургским государственным университетом путей сообщения



Среди участников – заместитель начальника Дирекции тяги ОАО «РЖД» Н.Л. Михальчук (справа) и ведущий инженер отдела новой техники дирекции А.В. Омельченко



Профессор ПГУПС Г.С. Афонин



Специалист из Омска В.Ю. Теттэр



Лектор из Вильнюса В.Л. Петренко



Международная конференция собрала участников и гостей из ближнего, дальнего зарубежья и городов России

В номере:

Эффективность поступательного процесса 2
ЧИКИРКИН О.В.

Знаковые проекты улучшений — во все депо 3
БЕРГ С.С.

Курсом инновационного развития

Векторы инноваций 6
КАРЯНИН В.И.

Проблемы внедрения информационных технологий в локомотивных депо 11
ЛАКИН И.К., ПУСТОВОЙ И.В.

Страсти по энергоэффективности 13
ЯВРИЯНЦ К.В.

В помощь машинисту и ремонтнику

Электрическая схема тепловоза 2ТЭ116 16
АНИСИМОВ В.П.

«Ермак» должен стать лучшим в мире электровозом! 21
ГАЗИЗОВ Ю.В., МЕЛЬНИЧЕНКО О.В.

Особенности цепей сигнализации электровозов ЧС7 24
ЕРМИШКИН И.А.

Аппараты вспомогательных цепей и цепей управления электровозов серии ЭП1 ..28
ПОТАНИН А.А.

Схема цепей управления электропоезда ЭД4М в тяговом режиме 32
ГОРЯЧЕВ В.Е.

Система автоматического запуска и остановки дизеля для тепловозов 34
АБРАМОВ О.В., КАЩЕНКО А.А.

Школа молодого машиниста

Принципы работы основных узлов и агрегатов тепловоза. Тяговый привод колесных пар тепловоза 36
РУДНЕВ В.С.

Автотормоза

Фрикционные тормоза для электропоезда ЭС2Г «Ласточка» 40
ЧУЕВ С.Г., ПОПУЛОВСКИЙ С.А. и др.

На научно-технические темы

Пути повышения энергетической эффективности электровозов переменного тока с коллекторным приводом 43
ВАСИЛЬЕВ И.П.

За рубежом

Новости стальных магистралей 47

На 1-й с. обложки: **на электровозах ЭП20, начиная с № 053, устанавливается новая кабина машиниста, разработанная в рамках программы импортозамещения специалистами ЗАО «Трансмашхолдинг», ООО «ТРТранс» и НПП «Полет».** Фото ЗАО «Трансмашхолдинг»

ЛОКОМОТИВ

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

№2 (722), февраль 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 26.01.2017.
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 3935 экз. Заказ 1118.

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.

Кузбасская магистральная дорога
- филиал ОАО «РЖД»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

О.В. ЧИКИРКИН,
главный инженер Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД»

Эксплуатационный локомотивный комплекс вошел в программу проектов «Бережливое производство ОАО «РЖД» с 2012 г. С этого периода по 2016 г. в Дирекции тяги достигнута положительная динамика развития программы проектов «Бережливое производство» (рис. 1):

- количество предприятий возросло с 19 до всех 146 эксплуатационных локомотивных депо Дирекции (более чем в 7 раз);
- число реализованных проектов бережливого производства повысилось с 30 до 277;
- экономический эффект от реализации проектов возрос с 10 до 280,7 млн. руб.

В 2016 г. пересмотрено 284 технологических процесса, направленных на снижение потерь и улучшение технологии производства работ

Основной экономический эффект при внедрении проектов бережливого производства Дирекция тяги получает благодаря сокращению расхода топливно-энергетических ресурсов, снижению подготовительно-заключительного и накладного времени локомотивных бригад, оптимизации использования бюджета времени локомотивов.

Одним из главных инструментов мотивации работников Дирекции тяги на выявление и сокращение потерь в производственном процессе при реализации проектов бережливого производства является дополнительное премирование работников. В Дирекции тяги действует соответствующее Положение от 15.08.2016 № ЦТ-208/р, предусматривающее премирование работников эксплуатационных локомотивных депо за реализацию проектов бережливого производства в размере 15 % от подтвержденного экономического эффекта, а работников региональных дирекций — в размере 5 % за организацию корректировок бюджетов затрат и тиражирования реализованных проектов.

По итогам работы за 2016 г. на премирование работников структурных подразделений Дирекции тяги за реализованные проекты бережливого производства выделены средства фонда поощрения ОАО «РЖД» на сумму более 26,7 млн. руб.

Ежегодно работники Дирекции тяги принимают активное участие в тематическом конкурсе «Лучшее подразделение в Программе проектов "Бережливое производство"». В 2016 г. в системе 4И от эксплуатационного локомотивного комплекса было подано 139 заявок на участие в конкурсе от всех региональных дирекций тяги. По итогам рассмотрения работ на центральном уровне в финал конкурса ОАО «РЖД» вышли 5 проектов, разработанных специалистами эксплуатационных локомотивных депо Новокузнецк, Смычка, Котлас, Лянгасово и Рузаевка.

По результатам голосования в режиме реального времени членами Центральной конкурсной комиссии ОАО «РЖД» победителями конкурса в номинации «Лучшее структурное подразделение» определены:

I место присвоено депо Новокузнецк Западно-Сибирской дирекции тяги за проект «Организация технического обслуживания локомотивов в сервисном отделении Междуреченск сервисного локомотивного депо Абакан»;

II место — депо Смычка Свердловской дирекции тяги за проект «Перенос места явки локомотивных бригад, отдыхающих в доме отдыха локомотивных бригад Гороблагодатская, со станции Кушва на станцию Гороблагодатская»;

III место — депо Котлас Северной дирекции тяги за проект «Размен маневрового локомотива на станции Ломоватка».

По итогам конкурсов ОАО «РЖД», проведенных в 2013 — 2015 гг., структурным подразделениям Дирекции тяги, занявшим первые места, вручены ценные призы. Так, за победу в конкурсе 2013 г. эксплуатационному локомотивному депо Нижнеудинск выделен микроавтобус типа ГАЗ 322137, за победу в конкурсах 2014 и 2015 гг. локомотивным депо Улан-Удэ и Абакан предоставлены новые компьютеры.

В 2016 г. в эксплуатационное локомотивное депо Мурманск за победу в тематическом конкурсе Дирекции тяги на «Лучшее технологическое решение по эффективному использованию локомотивов в маневровом виде движения» поставлен новый маневровый тепловоз ТЭМ18ДМ № 956.

Для повышения квалификации работников Дирекции тяги в вопросах применения инструментов бережливого производства в 2016 г. организовано обучение работников как очное, так и дистанционное на базе отраслевых институтов (в том числе на базе Корпоративного университета ОАО «РЖД»). Так, в 2016 г. обучение курсу «Бережливое производство» прошли 239 работников структурных подразделений Дирекции тяги.

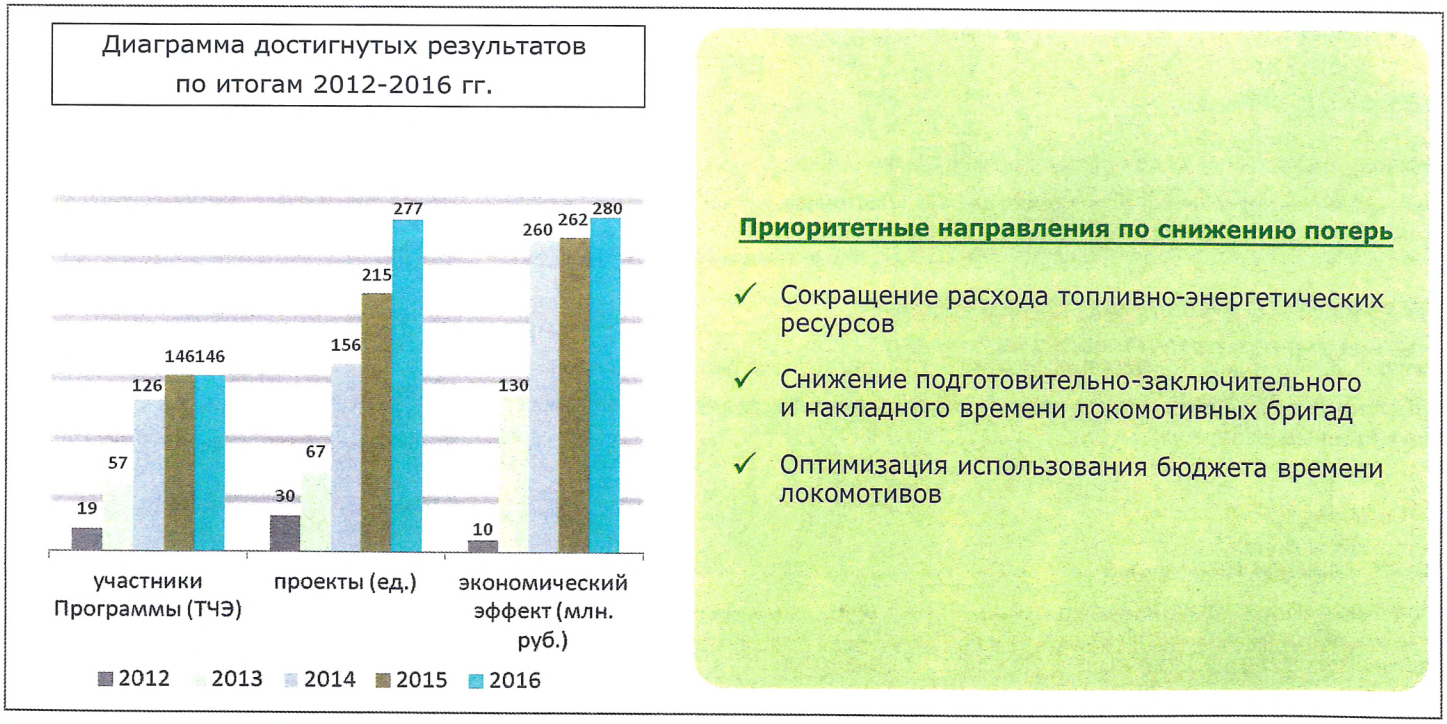


Рис. 1. Динамика развития программы проектов «Бережливое производство» в Дирекции тяги за 2012 — 2016 гг.

Результаты внедрения технологий бережливого производства активно освещаются в средствах массовой информации — в газетах «Гудок», «Северная магистраль», «Железнодорожник Поволжья», «Восточно-Сибирский путь», в журналах «Железнодорожный транспорт», «Локомотив», «ЛИНиЯ» и др.

В 2016 г. успешно реализован проект бережливого производства депо Лянгасово «Организация вождения грузовых поездов на участке Лянгасово — Мураши — Пинюг — Сольвычегодск тепловозами серии 2ТЭ10МК».

До реализации проекта на участке Лянгасово — Мураши — Пинюг Горьковской дороги вождение грузовых поездов осуществлялось тепловозами серии 2ТЭ10М. Грузовые поезда с Северной дороги следовали от станции Сольвычегодск до станции Пинюг во главе с тепловозами серии 2ТЭ10МК.

Для оптимизации использования локомотивов и локомотивных бригад реализован вариант обслуживания грузового движения на участке от станции Сольвычегодск до станции Лянгасово объединенным тепловозным парком Северной и Горьковской дорог с использованием локомотивов серии 2ТЭ10МК Северной дирекции тяги без смены локомотива на станции Пинюг.

За время реализации проекта в 2016 г. по предлагаемой технологии проведено 987,5 пар поездов. Для дальнейшего развития проекта и наиболее эффективного использования локомотивных бригад планируется вождение поездов на участке Мураши — Сольвычегодск без смены локомотивных бригад по станции Пинюг.

Не менее перспективный проект, направленный на оптимизацию технологического процесса подталкивания поездов тепловозами 2ТЭ116 на перегоне Бутурлиновка — Терехово (с лимитирующим подъемом 12 ‰), реализован в 2016 г. в эксплуатационном локомотивном депо Лиски Юго-Восточной дирекции тяги.

По ранее действовавшей технологии подталкивающий тепловоз следовал по всему перегону Бутурлиновка — Терехово протяженностью 24 км (в голове поезда), из которых 6 км — лимитирующий подъем. На станции Терехово происходили остановка состава и отцепка «толкача», который возвращался на станцию Бутурлиновка. Для сокращения потерь специалисты депо приняли решение оборудовать тепловоз 2ТЭ116, задействованный в подталкивании, устройством дистанционной отцепки.

По итогам реализации проекта подталкивающий локомотив следует в хвосте поезда и после прохождения лимитирующего подъема локомотивная бригада без остановки поезда дистанционно производит его отцепку, и локомотив возвращается на станцию Бутурлиновка, исключая резервный пробег, равный 24 км.

Благодаря новой технологии работы, в 2016 г. пересмотрена и утверждена инструкция «О порядке работы подталкивающего локомотива на перегоне Бутурлиновка — Терехово».

В продолжение данной тематики, на 2017 г. запланирована реализация проекта по оптимизации технологического процесса подталкивания поездов на участке Яблоновая — Тургутуй Забайкальской дороги.

Предыдущая технология подталкивания подразумевала прицепку к поезду весом более 3,3 тыс. т по станции Яблоновая подталкивающего локомотива с последующей его ручной отцепкой по станции Тургутуй после полной остановки поезда. В результате этого возникали потери времени на остановку поезда и отцепку «толкача».

Для исключения потерь предложено также оборудовать локомотивы, задействованные в подталкивании, устройством дистанционной отцепки. По новой технологии подталкивающий локомотив будет возвращаться назад на станцию Яблоновая, а поезд, не останавливаясь по станции Тургутуй, следовать далее. Также необходимо будет внести изменения в соответствующую инструкцию с ознакомлением причастных работников и обучением локомотивных бригад. Итогом реализации данного проекта станет значительная экономия электроэнергии и фонда оплаты труда.

Дальнейшая работа по внедрению проектов бережливого производства позволит Дирекции тяги продолжить совершенствование перевозочного процесса, оптимизацию расходов на тягу поездов и получение значительного экономического эффекта.

ЗНАКОВЫЕ ПРОЕКТЫ УЛУЧШЕНИЙ — ВО ВСЕ ДЕПО

С.С. БЕРГ,
главный инженер Центральной дирекции
моторвагонного подвижного состава — филиала ОАО «РЖД»

Начав свою работу в 2012 г., Центральная дирекция моторвагонного подвижного состава (ЦДМВ) организовала поэтапное расширение программы внедрения проектов бережливого производства в депо. На первом этапе в проекте участвовало 11 депо, сегодня в процесс улучшений вовлечены все 49 предприятий Дирекции.

На начальном этапе с увеличением полигонов внедрения росло и количество внедряемых проектов улучшений, направленных на устранение явных потерь. Для обеспечения достигнутой вовлеченности и мотивации персонала ежегодно выплачиваются премии за внедрение проектов бережливого производства.

В 2016 г. реализовано 132 проекта улучшений, экономический эффект от которых составил около 95,5 млн. руб. На 2017 г. запланированы 144 проекта с ожидаемым экономическим эффектом свыше 17,6 млн. руб. В 2016 г. заявленная сумма для выделения средств из фонда поощрения для дополнительного премирования работников составила 14,5 млн. руб., предполагаемая сумма для выделения из фонда поощрения в 2017 г. составит 2,6 млн. руб. Для увеличения материальной заинтересованности работников в Дирекции разработано Положение от 15.09.2016 № 289р о дополнительном премировании работников структурных подразделений Центральной дирекции моторвагонного подвижного состава за результаты внедрения бережливого производства.

В 2016 г. структурные подразделения Центральной дирекции активно участвовали в конкурсе «Лучшее подразделение в проекте "Бережливое производство в ОАО "РЖД"». Было подано 37 заявок. По результатам отбора Центральной конкурсной комиссией в финал вышли 5 депо.

Победителями конкурса в номинации «Лучшее структурное подразделение» определены:

I место присвоено моторвагонному депо Отрожка Юго-Восточной дирекции за проект «Организация участка полимерного литья»;

II место — депо Дёма Куйбышевской дирекции за проект «Оптимизация технологических процессов»;

III место — депо Санкт-Петербург-Балтийский за проект «Организация рабочего места механической очистки тележек».

Занявший первое место проект предусматривал своевременное обеспечение производственного процесса моторвагонного депо Отрожка необходимыми деталями из полимерных материалов. На рис. 1 — 3 представлено оборудование участка полимерного литья (оборудование для литья под давлением, место для обработки деталей после отливки, стеллажи для хранения готовой продукции и пресс-форм).



Рис. 1. Оборудование для литья под давлением в депо Отрожка



Рис. 2. Место для обработки деталей после отливки



Рис. 3. Стеллажи для хранения готовой продукции и пресс-форм



После реализации проекта:

- ***выполнены работы по разработке технологического процесса по производству полного освидетельствования колесных пар;***
- ***произведены работы по расширению условного номера предприятия (клейма);***
- ***произведена расконсервация технологического оборудования и упорядочивание рабочих мест в цеху;***
- ***получены дополнительные рабочие места***

Рис. 4. Оборудование и организация процесса ремонта полного освидетельствования колесных пар в цехе депо Анисовка

Основные задачи данного проекта заключались в сокращении затрат на закупку материалов, снижении уровня запасов на складе, уменьшении потерь времени на ожидание поставок.

Благодаря данному проекту:

- на 290 ч снижено время ожидания запасных частей;
- сокращен объем производственных запасов, освобождены складские помещения;
- получен экономический эффект в размере 820 тыс. руб.;
- заложена возможность увеличения количества и расширения ассортимента выпускаемой продукции в зависимости от объемов и видов проводимого ремонта моторвагонного подвижного состава.

Основной экономический эффект в 2016 г. в размере 59,2 млн. руб. был получен в Центральной дирекции от реализации проекта «Организация процесса ремонта полного освидетельствования колесных пар» в моторвагонном депо Анисовка Приволжской дирекции, занявшего первое место в программе проектов бережливого производства в 2015 г. На рис. 4 представлено оборудование и организация процесса ремонта полного освидетельствования колесных пар в цехе депо.

Дальнейшая реализация данного проекта позволит обеспечить проведение полного освидетельствования колесных пар для всех моторвагонных депо региональных дирекций.

В 2016 г. был разработан индивидуальный проект по внедрению в эксплуатацию внешнего источника питания цепей управления освещением электропоезда в моторвагонном депо Домодедово. Благодаря сокращению «горячего простоя» экономический эффект от уборки одного электропоезда на смотровой канаве составил чуть более 1470 руб.

При годовом объеме проведения ТР-1 в количестве 665 секций и ТО-3 в количестве 4320 секций подвижного состава серии ЭД4М экономический эффект составил свыше 1,4 млн. руб. Данный проект будет тиражирован по всем региональным дирекциям ЦДМВ.

На 2017 г. запланирован индивидуальный проект по снижению расхода электроэнергии при использовании обогрева санузлов электропоездов в зимних условиях. Ожидаемый годовой экономический эффект только по одному электропоезду составит около 100 тыс. руб.

В 2017 г. Центральная дирекция планирует организовать и обеспечить:

- условия для реализации постоянных улучшений процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта моторвагонного подвижного состава;
- тиражирование полученного на передовых предприятиях опыта организации и внедрения проектов;
- эффективность системы мотивации сотрудников;
- информационную, аналитическую и административную поддержку проектов улучшений;
- использование системы проектного мониторинга как эффективного инструмента управления программой внедрения.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Демиховский завод получил сертификат на электропоезд ЭП3Д и начал его поставки в Казахстан

Демиховский машиностроительный завод (ДМЗ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») получил сертификат соответствия Таможенного союза на новый электропоезд переменного тока ЭП3Д. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

Приемочная комиссия подтвердила соответствие поезда современным требованиям, предъявляемым к безопасности пассажирских перевозок. Сертификат действует 5 лет. Он позволяет без ограничений эксплуатировать новые поезда на территории государств Евразийского экономического союза — России, Белоруссии, Казахстана. По истечении указанного срока ЭП3Д должен будет пройти процедуру повторной сертификации.

Электропоезд ЭП3Д разработан в 2016 г. По механическим узлам и элементам он в значительной степени унифицирован с электропоездом постоянно тока ЭП2Д, который также создан недавно конструкторами ДМЗ и пришел на смену ЭД4М. Поезд удачно сочетает в себе современный дизайн, высокую функциональность, комфортабельность, экономичность и безаварийность эксплуатации, а также соответствие самым строгим требованиям, предъявляемым к безопасности.

Примененные при создании электропоезда технологии позволяют формировать поезда разной составности, использовать их на линиях как с большим, так и с малым пассажиропотоком, на участках как с низкими, так и с высокими платформами. Поезд может эксплуатироваться при температурах от –50 до +50 °С.

Благодаря использованию самых современных технических решений обеспечивается снижение эксплуатационных затрат. Электропоезд оборудован системами пассивной безопасности (крэш-система), обеспечения микроклимата с функцией обеззараживания воздуха. Установлен энергосберегающий комплект электрооборудования, который позволяет экономить до 20 % энергии. Существенно снижает уровень шума и вибрации в салонах мощный статический преобразователь собственных нужд.



В составе электропоезда имеются вагоны 1-го, 2-го и 3-го классов. Электропоезд оборудован системой беспроводного доступа к локальному информационно-развлекательному порталу посредством Wi-Fi с возможностью выхода пассажиров в сеть Интернет.

В электропоезде предусмотрены условия для беспрепятственного проезда маломобильных пассажиров. Это подъемник, позволяющий поднять инвалидную коляску с низкой платформы, туалетный комплекс для пользования людьми с ограниченными возможностями, специальные места для крепления инвалидных колясок в салонах.

ДМЗ, в соответствии с действующим контрактом, поставил в Казахстан четыре шестивагонных электропоезда ЭП3Д. Казахстанские железнодорожники первыми начинают эксплуатацию новых поездов.

Завершены поставки дизель-поездов ДП-С в Сербию

Специалисты ОАО «Метровагонмаш» (г. Мытищи, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») завершили исполнение контракта на поставку 27 двухвагонных дизель-поездов ДП-С Сербским железным дорогам. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

Контракт на поставку поездов был заключен в октябре 2014 г. Общая стоимость подвижного состава, построенного по сербскому заказу, составила 100 млн. долларов США. Ранее, в 2011 — 2013 гг. для Сербских железных дорог на Метровагонмаше были созданы еще 12 аналогичных поездов.

ДП-С — единственный дизель-поезд, предназначенный для эксплуатации на железных дорогах «европейской» колеи шириной 1435 мм, который серийно производится в России. Он создан специально для Сербских дорог в соответствии с предложенным заказчиком техническим заданием.

Дизель-поезд предназначен для перевозки пассажиров на неэлектрифицированных участках, оснащается современными экономичными дизельными двигателями. В конструкции используются межвагонные переходы, обеспечивающие безопасное и комфортное перемещение пассажиров по всему составу. В кабинах машиниста и каждом салоне установлена система отопления и вентиляции.

В вагоне с санитарным блоком рядом с входной дверью находится многофункциональное помещение для детских колясок, велосипедов, инвалидных колясок и крупногабаритного багажа. В этой же зоне, со стороны санитарного блока и напротив него, на боковых стенах расположены раскладные сидения. Посадка и высадка пассажиров поезда предусмотрены как с высоких, так и с низких платформ, а также с земли.



Дизель-поезд ДПС соответствует требованиям действующих международных стандартов и европейских норм по уровню шума, энергетической эффективности, качеству материалов, выбросу выхлопных газов.

Российские дизель-поезда базируются в депо Вршац, Зренянин, Заечар, Лапово, Сомбор, Рума. За время эксплуатации они получили множество положительных отзывов от пассажиров, которые отмечают высокое качество сборки и комфортабельность поездов.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

ВЕКТОРЫ ИННОВАЦИЙ

В.И. КАРЯНИН, спец. корр. журнала

Состоявшаяся в Петербургском государственном университете путей сообщения императора Александра I (ПГУПС) IV Международная научно-техническая конференция «Локомотивы. XXI век» отличалась своей представительностью, разнообразием и актуальностью рассматривавшихся тем, насыщенной программой.

Открытие конференции состоялось на пленарном заседании, проведенном в историческом помещении петербургского университета — Актовом зале. Участников и гостей конференции приветствовали ректор этого учебного и научного центра А.Ю. Панычев и вице-президент ОАО «Российские железные дороги» — начальник Дирекции тяги **О.С. Валинский**.

— Современный локомотивный комплекс — сложная система самостоятельных структур, — отметил Олег Сергеевич. — Договорные взаимоотношения внутри комплекса обеспечивают бюджетное управление жизненным циклом тягового подвижного состава. Это совершенно новая форма управления в системе Российских железных дорог, благодаря внедрению которой износ локомотивного парка снижен с 82 % на начало столетия до 68 % на сегодняшний день.

Главный инженер Октябрьской дороги **В.Ф. Танаев** привел основные положения инновационной политики, проводимой на дороге в области локомотивного хозяйства, подробно остановившись на внедрении безлюдных технологий в управлении маневровой работой. В настоящее время одной из передовых площадок в масштабе не только Октябрьской дороги, но и всей сети, где обкатываются такие технологии, является железнодорожный узел, обслуживающий комплекс портовых сооружений в г. Усть-Луга. Благодаря сотрудничеству специалистов компаний «Siemens» (Германия), ОАО «НИИАС», АО «ВНИКТИ» и ОАО «РЖД» уже сегодня достигнут высокий уровень автоматизации маневровых операций на сортировочной станции Лужская, превосходящий все известные мировые аналоги.

Перспективам развития железнодорожного транспорта, в частности, максимальному исключению человеческого фактора, посвятил свое выступление **В.Н. Орлов**, в недавнем прошлом начальник Службы научно-технической политики Октябрьской дороги. Хотя он избран депутатом областного Законодательного собрания, но продолжает поддерживать внедрение технологий, которые способствуют повышению эффективности работы магистрали.

Директор Департамента развития систем мониторинга технического состояния локомотивов ООО «Локомотивные технологии» **И.К. Лакин**, рассказывая о новейших технологиях в организации сервисного обслуживания, ознакомил с трехконтурной системой управления этим процессом. Она основана на управлении инцидентами — любыми ситуациями, отличными от штатной эксплуатации локомотива. Помимо управления собственно инцидентами, система включает управление производственными процессами и уровнем сервиса. Для оперативного выявления инцидентов компания эффективно использует бортовые средства диагностики.

Заместитель директора ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» **В.В. Кобылянский** представил концептуальную платформу новых локомотивов на перспективу до 2025 г. с учетом унификации тягового подвижного состава на полигонах эксплуатации. В рамках концепции предполагается создание ряда перспективных грузовых локомотивов на базе двух унифицированных платформ — шести- и восьмиосной. Модульная конструкция позволит изготавливать как электровозы, так и тепловозы посредством замены соответствующих модулей.

Использование съемного балласта предоставит возможность корректировать тяговые свойства новых локомотивов (осевые нагрузки) в пределах одного модельного ряда.

Каждый из шести основных модулей снимается и устанавливается вместе со вспомогательным оборудованием, обеспечивающим его работу. Такой подход, наряду с удешевлением производства нового тягового подвижного состава, позволит широко использовать крупноагрегатные методы его ремонта. Благодаря этому улучшатся показатели использования локомотивов, сократятся затраты на их техническое обслуживание.

Начальник Октябрьской дирекции тяги **А.В. Лебедев** рассказал о ходе реализации полигонных технологий работы локомотивов на участках Октябрьской и Северной дорог. Основная цель внедрения полигонных технологий — снижение себестоимости перевозок при одновременном увеличении пропускной способности участков в направлении станции Лужская. В настоящее время по такой технологии уже работают тепловозы серий 2ТЭ116У и 2ТЭ116УД приписки Октябрьской и Северной дорог на участке Ярославль — Лужская. При этом достигнут экономический эффект 20,9 млн. руб. в год.

В ближайшей перспективе планируется внедрение полигонной технологии эксплуатации электровозов 2ЭС4К и 3ЭС4К на участке Бабаево — Лужская с ожидаемым экономическим эффектом 499 млн. руб. в год. Другой резерв увеличения пропускной способности участков Октябрьской и Северной дорог — развитие тяжеловесного и длинносоставного движения, в частности, на участках Кошта — Лужская и Лужская — Сонково с использованием электровозов 2ЭС4К. Ожидаемый экономический эффект составит более 10 млн. руб. в год.

Важный резерв сокращения расходов на тягу поездов — использование альтернативных видов топлива, в частности, природного газа. Генеральный директор ООО «ППП Дизельавтоматика» (г. Саратов) **В.В. Фурман** представил участникам конференции разработанную на этом предприятии линейку комплектов газоподающей аппаратуры. Она реализует распределенную импульсную пода-



Вице-президент ОАО «РЖД» О.С. Валинский



Ректор ПГУПС канд. экон. наук А.Ю. Панычев



Главный инженер Октябрьской дороги В.Ф. Танаев



Депутат областного Законодательного собрания В.Н. Орлов

чу цикловых объемов сжатого газа к впускным клапанам двигателя на такте впуска, что исключает утечку газа в выпускной коллектор.

Электронное управление работой электрогазовых клапанов обеспечивает высокое качество регулирования как угловой скорости коленчатого вала, так и, при необходимости, нагрузки двигателя. Предприятием разработаны комплекты газоподающей аппаратуры как для двигателей с искровым зажиганием, так и работающих по газодизельному циклу, разной мощности и различного назначения.

По завершению пленарного заседания в Колонном зале научного центра было подписано соглашение о сотрудничестве между Дирекцией тяги ОАО «РЖД» и Петербургским государственным университетом путей сообщения Императора Александра I. Соглашение предусматривает организацию совместной профориентационной деятельности; пропаганду инженерного наследия и традиций железнодорожного образования; подбор и подготовку специалистов в области железнодорожного транспорта; обеспечение производственной подготовки обучающихся в университете.

Кроме того, стороны договорились совместно проводить научные исследования, издавать учебные и методические пособия, сборники и монографии, обмениваться научной, технической, правовой и другой информацией в области железнодорожного подвижного состава. Соглашение было подписано вице-президентом ОАО «РЖД», начальником Дирекции тяги ОАО «РЖД» О.С. Валинским и ректором Петербургского государственного университета путей сообщения А.Ю. Панычевым.

Далее работа IV Международной научно-технической конференции продолжалась по секциям. Всего за два дня на секционных заседаниях было сделано более 30 докладов. Особенностью прошедшей конференции стало заметно возросшее представительство производителей локомотивов и основного оборудования, в том числе зарубежных.

Главный конструктор Инжинирингового центра филиала АО «Желдорреммаш» (г. Ярославль) **Р.С. Сорокин** представил инновационный двухосный маневровый тепловоз ТЭМ31М, созданный совместно специалистами этой компании, а также филиала ОАО НПОА им. Н.А. Семихатова ОКБ «Автоматика». Тепловоз предназначен для выполнения легкой и средней маневровой работы как на путях ОАО «РЖД», так и на предприятиях промышленности. Повышенные тяговые свойства, возможности работы по системе многих единиц и проследования кривых малого радиуса (до 40 м), привлекательные экономические и экологические характеристики обеспечивают тепловозу высокий уровень конкурентоспособности. Модульное исполнение позволяет осуществлять ремонт основного оборудования путем его замены, а сравнительно небольшая стоимость отдельных узлов и агрегатов — формировать комплект ЗИП, которым при необходимости можно воспользоваться, полностью исключая избыточный простой локомотива.

Руководитель железнодорожных проектов компании «Cummins» в России и СНГ **Д.В. Мамин** проинформировал участников о конструктивных особенностях и основных характеристиках ряда высокооборотных дизельных двигателей производства «Cummins Inc.» (США) мощностью от 37 до 3300 кВт. Представитель компании рассказал также об использовании двигателей как при создании нового подвижного состава (тепловозов ТЭМ31М и ТЭМ28, дизель-поезда ДП-М), так и при модернизации локомотивов ТЭМ2-УГМК и ТГМ4Б-УГМК.

Специалист компании «Hedemora Turbo&Diesel» (Швеция) **А.А. Домрачев** ознакомил с проектами модернизации дизеля типа Д49 тепловозов 2ТЭ116 и 2ТЭ116У. Штатный турбокомпрессор предлагается заменять более совершенным HS5800, а оборудование топливоподачи — системой E-PPN («Heinzmann GmbH & Co. KG») с электронным управлением впрыском топлива. Особенностями турбокомпрессора HS5800 являются отсутствие водяного охлаждения газоприемного корпуса турбины и повышенный КПД. По информации докладчика, такая модернизация приводит к снижению расхода топлива на 12 — 16 % при одновременном повышении надежности дизеля и увеличении межремонтных пробегов.

Большой интерес вызвали доклады ведущих специалистов компаний-производителей тормозного и другого оборудования, используемого на подвижном составе ОАО «РЖД». Руководитель группы тормозных систем локомотивов ОАО МТЗ ТРАНСМАШ (г. Москва) **С.А. Утенков** представил линейку выпускаемых предприятием тормозных модулей, устанавливаемых на новые и модернизируемые локомотивы. Модульный принцип компоновки тормозного оборудования позволяет существенно сократить время на его монтаж, исключив его ошибки, повысить надежность работы тормозной системы, снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт локомотива в целом.

В настоящее время предприятие изготавливает модули Е.311 (тепловоз 2ТЭ25А), Е.300Т (электровоз ЭП20), Е.310 (электровоз 2ЭС5), Е.311КМ (тепловоз 2ТЭ25КМ), Е.315, Е.317, Е.323 (маневровые локомотивы) и др. Одновременно продолжается выпуск модернизированных тормозных приборов известных серий для замены устаревшего оборудования.

Главный инженер ООО «Кнорр-Бремзе. Системы для рельсового транспорта» **В.В. Крылов** рассказал участникам о выпускаемом компанией современном тормозном оборудовании, уделив особое внимание винтовым и поршневым безмасляным компрессорным установкам. Применение безмасляных компрессоров обеспечивает значительное (до 40 %) снижение расходов на техническое обслуживание, исключает попадание масла в сжатый воздух. При этом нет ограничений по продолжительности работы безмасляного компрессора (ПВ до 100 %), допускается холодный его пуск без предварительного прогрева. Значительно больший эффект достигается, когда используются двухкомпрессорные установки. В этом случае повышается надежность тормозной системы, снижаются энергопотребление, стоимость компрессорной установки и затраты на ее техническое обслуживание.

Другое направление деятельности компании — производство оборудования для дисковых тормозов. Заместитель начальника службы гарантийного и послепродажного обслуживания СП «Кнорр-



Директор Департамента ООО «Локомотивные технологии» И.К. Лакин



Заместитель директора ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» В.В. Кобылянский



Начальник Октябрьской дирекции тяги А.В. Лебедев



Генеральный директор ОАО «ППП Дизельавтоматика» В.В. Фурман

Бремзе 1520» **С.В. Петров** ознакомил с работой недавно открытого в г. Санкт-Петербург завода и сервисного центра компании. Оснащенный самым современным технологическим и станочным оборудованием завод, наряду с сервисным обслуживанием современного тормозного оборудования, осуществляет производство отдельных его видов, в частности, узлов и деталей для дисковых тормозов, безмасляных компрессорных установок и др.

Главный конструктор ЗАО «МЫС» **А.Г. Потерянский** ознакомил участников научно-технической конференции с продукцией своего предприятия — модульными кабинами локомотивов и их элементами, изготавливаемыми преимущественно из композитных материалов. Предприятие активно сотрудничает практически со всеми ведущими локомотивостроительными и локомотиворемонтными заводами России, использует новейшие технологии изготовления несущих элементов конструкций кабин.

Другое направление деятельности ЗАО «МЫС» — производство локомотивных вентиляторных установок, основные узлы которых (вентиляторные колеса, лопасти спрямляющих аппаратов и др.) изготавливаются из стеклопластика. Продукция предприятия успешно эксплуатируется на тепловозах 2ТЭ25А, 2ТЭ25КМ, ТЭМ18В, ТЭМ28 и ТЭП70БС, электровозах 2ЭС5 и ЭП20, газотурбовозе ГТ1h-001, других серийных локомотивах.

В ряде докладов представлялись результаты работ специалистов конструкторских бюро, ученых исследовательских организаций, а также транспортных вузов, которые проводились с целью совершенствования узлов и систем подвижного состава. Главный конструктор проекта ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» **И.П. Васильев** рассказал о результатах испытаний электровоза 3ЭС5К-434 с поосным регулированием силы тяги и независимым возбуждением тяговых двигателей.

Сила тяги электровоза в зоне ограничения по сцеплению за счет ее перераспределения по осям с учетом их динамических нагрузок увеличивается на 10 %. Повышается также устойчивость к боксованию при использовании независимого возбуждения тяговых двигателей в зоне низких и средних скоростей движения (0 — 50 км/ч). В ближайшее время будет проведена очередная серия испытаний, цель которых — совершенствование алгоритма управления локомотивом.

Маркетинг-инженер ООО «Готовые решения» (г. Санкт-Петербург) **В.А. Глущенко** представил разработанную специалистами предприятиями концепцию создания инновационных модульных синхронных электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов. По удельным мощностным и экономическим показателям такие двигатели должны значительно превосходить получившие широкое распространение асинхронные двигатели.

Аспирант ПГУПС **В.П. Приймин** поделился результатами исследований, направленных на повышение энергетической эффективности локомотивных систем кондиционирования воздуха. В докладе предложена оригинальная методика оценки эффективности таких систем, выполнен сравнительный анализ существующих систем, даны рекомендации по оптимизации их структуры с целью повышения энергоэффективности.



Руководитель железнодорожных проектов компании «Cummins» в России и СНГ Д.В. Мамин



Главный инженер ООО «Кнорр-Бремзе. Системы для рельсового транспорта» В.В. Крылов

Аспирант Московского государственного университета путей сообщения (МГУПС) **Г.И. Некрасов** проанализировал возможность применения асинхронного привода водяных насосов системы охлаждения тепловозного дизеля. Такое техническое решение позволит стабилизировать тепловой режим дизеля в процессе его работы, уменьшить продолжительность работы на холостом ходу при прогреве (за счет периодической прокачки воды по системе), улучшить пусковые свойства дизеля.

Аспирант этого же университета **А.Г. Силюта** представил методику, содержащую алгоритм расчета параметров газовоздушного тракта дизеля при наличии системы регулирования газотурбинного наддува путем перепуска части наддувочного воздуха мимо дизеля или за турбину, а также части отработавших газов за турбину. Методика позволяет рассчитать режимы эксплуатации дизеля при различных сечениях в клапанах перепуска воздуха и газов, варьируя характеристиками турбокомпрессора и условиями окружающей среды при работе на заданной частоте вращения коленчатого вала по нагрузочным характеристикам.

Особой актуальностью отличались доклады молодых специалистов АО «ВНИКТИ» (г. Коломна). Заведующая лабораторией надежности **Е.Е. Белова** предложила коренным образом изменить порядок назначения гарантийных сроков эксплуатации для нового и прошедшего капитальный ремонт тягового подвижного состава. Длительность периода его гарантийной эксплуатации должна обеспечивать возможность подтверждения показателей надежности, заявленных в стандарте вида ТУ на его поставку. Если эти показатели не подтверждаются, локомотив должен быть возвращен на завод-изготовитель как не соответствующий условиям поставки. Автором предложен ряд методов для оценки показателей надежности по результатам гарантийной эксплуатации.

Заведующий лабораторией колесных пар этого научного центра **Д.А. Князев** рассказал о разработанной программной среде аналитического расчета прочности оси колесной пары подвижного состава методами, актуализированными действующими стандартами. Этот программный продукт позволяет быстро выполнить расчет оси в полном соответствии с рекомендациями действующих стандартов. Без сомнения, он будет востребован и конструкторами подвижного состава, и экспертными организациями, осуществляющими его сертификацию.

Инженер этой лаборатории АО «ВНИКТИ» **М.В. Тимаков** посвятил доклад сравнительному анализу погрешностей измерения сил взаимодействия колеса и рельса, который выполняют двумя наиболее распространенными методами — методом Шлюмпфа и методом кромочных напряжений. Докладчиком было показано, что последний метод менее чувствителен к смещению пятна контакта «колесо-рельс» от центральной оси рельса, поэтому может быть рекомендован для использования при выполнении прочностных расчетов как конструктивных элементов ходовой части подвижного состава, так и верхнего строения пути.

Профессор Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина **Е.В. Сливинский** представил очередную разработку возглавляемого им творческого коллектива — весьма оригинальный и смелый проект модернизации газораспределительного механизма тепловозного дизеля, направленный на увеличение проходного сечения клапанов. Последнее, по мнению авторов проекта, может быть достигнуто посредством высверливания в штоке клапана вертикального канала диаметром 8 мм, соединяющегося с впускным или выпускным патрубком несколькими радиальными отверстиями.

Инженер ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» **А.С. Кулабухов** поделился соображениями специалистов ПКБ и АО «ВНИКТИ» по поводу выбора алгоритма оптимального управления дизель-генератором тепловоза в различных условиях эксплуатации и совершенствованию процесса заводской приемки дизель-генераторов. Активное обсуждение вызвало его предложение ввести сезонную коррекцию расчетной (длительной) скорости тепловоза в связи с изменением мощности дизель-генератора, вызванным сезонным же изменением атмосферных условий, прежде всего температуры окружающей среды.

Значительное внимание участники конференции уделили вопросам совершенствования системы технического обслуживания подвижного состава и развития ее диагностического обеспечения. Так, большой интерес вызвал доклад директора Департамента развития систем мониторинга технического состояния локомотивов ООО «Локомотивные технологии» И.К. Лакина о комплексном управлении производственными процессами сервисного локомотивного депо.

В настоящее время в группе компаний «Локомотивные технологии» ведутся работы по созданию и внедрению Единой информационной системы (ЕИС ЛТ), подсистемой которой является технология управления производственными процессами сервисных локомотивных депо (СЛД) под обобщенным названием АСУ «Сетевой график» (АСУ СГ). Реализация автоматизированной системы позволит повысить управляемость процессов сервисного обслуживания локомотивов и помочь в решении важнейшей задачи, стоящей перед локомотиворемонтным комплексом — повышении надежности локомотивов при одновременном сокращении затрат на ТО и Р.

Студент ПГУПС **Ф.А. Леонов** представил результаты своей научной работы по созданию базы данных для автоматизированного создания контрольных листов ремонта применительно к скоростным поездам «Сапсан». Руководитель научно-исследовательского отдела ООО «НПК Энергосервис-Резерв» (г. Омск) **В.Ю. Теттэр** рассказал о современных методах обработки диагностической информации. Генеральный директор ООО «Техтранс-Д» **П.А. Васин** предложил методику построения прогноза изменения технического состояния дизеля, обеспечивающую возможность планирования сроков и объемов его технического обслуживания.

Инженер АО «ВНИКТИ» **И.П. Подовалов** ознакомил участников с новыми функциональными возможностями бортовой микропроцессорной системы управления тепловоза для решения задач комплексного использования диагностической информации. В состав бортовой микропроцессорной системы управления тепловоза введен разработанный специалистами отдела надежности и диагностики АО «ВНИКТИ» модуль автоматизированной системы контроля (АСК), обеспечивающий прием диагностической информации от системы управления и передачу ее на сервер диагностики и мониторинга. Макетный образец сервера развернут в АО «ВНИКТИ». В настоящее время производится отладка методов диагностирования и алгоритмов автоматизированной обработки диагностической информации, накапливаемой на сервере.

Один из отмеченных методов представил инженер ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» **С.А. Дмитриев**. Разработанный им метод диагностирования узлов одинакового исполнения силовых установок локомотивов (тяговые двигатели, цилиндры дизеля) основан на корреляционном анализе диагностических параметров, характеризующих состояние однотипных узлов. Признаком ухудшения технического состояния узла является снижение коэффициента корреляции между его диагностическим параметром (например, током тягового двигателя) и средним значением этих параметров по всем узлам данного типа (средним значением тока всех ТЭД локомотива).

Ряд докладов был посвящен общим вопросам повышения качества эксплуатации локомотивов. Генеральный директор ООО «РегионТранспортГрупп» (г. Санкт-Петербург) **А.В. Исаев** рассмотрел некоторые актуальные проблемы выполнения судебно-технических экспертиз, связанных с расследованием транспортных происшествий. Были представлены разработанная им методика расчета сил сопротивления движению от тормозных башмаков, а также некоторые аспекты исследования действий машиниста в ходе выполнения таких экспертиз. Докладчик предложил внести в нормативные документы допустимое время реакции машиниста на возникновение обстоятельств, препятствующих безопасному движению транспортного средства, взяв за основу соответствующий норматив, используемый при расследовании авиапроисшествий.

Аспирант ПГУПС **А.С. Рунов** доложил о результатах своих исследований дисковых тормозов скоростных поездов, в частности, способах расчета коэффициентов трения таких тормозов. Студентка этого университета **А.С. Пополитова** представила на суд участников конференции результаты своей первой научной работы, посвященной актуальной проблеме расчета тормозного пути при торможении локомотивом без использования тормозов поезда. От точности такого расчета во многом зависит производительность маневровой работы на станциях, в том числе на сортировочных горках.

Большой интерес вызвал доклад лектора Вильнюсского технического университета имени Гедиминаса (Литва) **В.Л. Петренко** об использовании компьютерного моделирования при расследовании железнодорожных катастроф. Выступающий поделился опытом трехмерного компьютерного моделирования динамики поезда с использованием программной среды «Универсальный механизм» (UM). В ходе моделирования решалась задача определения продольно-динамических реакций в составе применительно к условиям крушения грузового поезда на перегоне Гайжунай — Скаруляй (Литва) 21.08.2006 г. с целью заключения о правильности действий машиниста по управлению тормозами. В результате моделирования было установлено отсутствие в составе предельно-допустимых реакций в момент схода вагонов, что позволило исключить ошибку управления тормозами из предполагаемых причин крушения.

Новый подход к определению сил сцепления колеса с рельсом и сопротивления движению предложил аспирант Дальневосточного университета (ДВГУПС) **Р.В. Коблов**. Основываясь на классических трудах в области механики твердых тел таких грандов, как Леонардо да Винчи, Шарль Кулон, Н.П. Петров, автор научной работы предлагает изменить принятую в отечественной практике модель взаимодействия элементов в системе «колесо-рельс» и соответствующую ей методику расчета сил в пятне контакта.

Доцент Белорусского университета транспорта (БелГУТ, г. Гомель) **С.Я. Френкель** представил результаты анализа влияния массы состава и средней осевой нагрузки на величину удельного расхода топлива тепловозами. Из них следует, что степень влияния этих факторов на действительный удельный показатель расхода топлива существенно превосходит их влияние на нормативное значение показателя, определяемое, исходя из существующей методики нормирования. По результатам анализа сделан вывод о необходимости уточнения методики определения нормы расхода топлива с целью повышения значимости влияния квалификации машиниста и технического состояния тепловоза на результат ее выполнения.

На конференции прозвучали также доклады, посвященные смежным областям железнодорожного транспорта, а также его истории. Докторант университета Аалто (г. Хельсинки, Финляндия) **И. Хирвенсало** рассказал о своем проекте перспективного паро-электрического биотопливного локомотива (паровоза нового поколения). Рассмотрены различные компоновки локомотива, выполнена оценка его энергетических и экономических показателей.

Директор Санкт-Петербургского филиала Института земного магнетизма и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова (СПбФ ИЗМИРАН) **Ю.А. Копытенко** проинформировал участников конференции о магнитных полях, создаваемых электрическим транспортом, их спектральном составе и уровнях излучений. Магнитные поля, создаваемые электрическим транспортом, по уровню излучения сопоставимы с естественным магнитным полем Земли, однако отличаются от него сложным спектральным составом (поскольку порождаются разными источниками) и нестационарностью. Наиболее сильному воздействию магнитных полей подвергаются пассажиры и водители городского электротранспорта, значительно меньшему — пассажиры электропоездов.

Преподаватель ПГУПСа **А.С. Краснов** проанализировал пути развития энергосбережения на теплоэнергетических объектах локомотивного хозяйства. По его оценке, потенциал энергосбережения составляет не менее 2 — 2,5 млрд. руб. в год. Автором предло-

жен ряд мер, реализация которых позволит существенно сократить потери тепловой энергии на производственных объектах отрасли. К отмеченным мерам относятся: разработка системы показателей энергоэффективности объектов и системы их контроля; замена изношенного основного теплообменного оборудования; подготовка режимных карт работы котельных, соответствующих их действительным техническим параметрам, жесткий контроль их выполнения; перевод котельных на жидкое и газообразное топливо, а на ряде объектов паровых котлов — в водогрейный режим.

Благодарность начальнику Дирекции тяги (ЦТ) ОАО «РЖД» О.С. Валинскому и главному инженеру Октябрьской дороги В.Ф. Танаеву за возрождение движения паровозов на сети дорог выразил председатель Общества любителей железных дорог **А.Б. Вульфов**. Профессор ПГУПС **Г.С. Афонин** рассказал о роли русских ученых в становлении и развитии тяги поездов и тяговых расчетов. Аспирант этого университета **С.В. Критский** напомнил участникам конференции об истории создания, доводки и относительно недолгой эксплуатации тепловозов серии 2ТЭ121, их заметной роли в повышении технического уровня отечественных локомотивов.

Интересный доклад об узкоколейной железной дороге Гулбене — Алуксне сделал специалист СИА «Ригас сатиксме» (г. Рига, Латвия), магистрант ПГУПС **А.В. Ковалевский**. Несмотря на статус памятника культурного значения, небольшую протяженность (33 км), дорога является действующей транспортной артерией, обеспечивая регулярное движение двух пар пригородных поездов в сутки, и пользуется заслуженной любовью местных жителей. Вместе с тем, она популярна и среди туристов, предлагая гостям разнообразную культурную программу, тематические и увлекательные поездки.

В заключение заведующий кафедрой «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ПГУПС **Д.Н. Курилкин** проинформировал участников о серии современных интерактивных программно-обучающих комплексов, предназначенных для изучения электрического оборудования и электрических схем тепловозов, разработанных на кафедре. В состав комплекса входят мультимедийный учебник с иллюстрированным описанием работы схемы, а также компьютерная программа-тренажер нового поколения, позволяющая работать со схемой локомотива практически как с реальным физическим объектом.

На тренажере наглядно представляются реакция схемы на включение-отключение органов управления, изменение режимов работы силового оборудования, допуская установку перемычек между любыми точками схемы, корректно отображая работу контрольной лампы и измерительных приборов. Предоставляется возможность вводить практически неограниченное количество как одиночных, так и множественных отказов в виде нарушения цепи в контакте, обрыва провода, короткого замыкания в катушке с корректным срабатыванием аппаратов защиты.

Наряду с насыщенной научной программой, в рамках конференции были организованы интересные и познавательные экскурсии. Участники конференции посетили локомотивное депо и вокзал станции Царскосельская Малой Октябрьской железной дороги (МОЖД). Движение поездов по ней открылось 68 лет назад. Ее новому участку, построенному несколько лет назад в южной части города и соединившему Санкт-Петербург с г. Пушкин, было присвоено имя «Малая Царскосельская железная дорога». Гости увидели на станции два тепловоза серии ТУ10 (№ 001 и 025), ретро-паровоз КП4-447 «Октябренок» и 11 цельнометаллических пассажирских вагонов. Все можно было потрогать, даже подняться, например, в кабину сине-голубого узкоколейного тепловоза ТУ2 с красивым названием «Пегас».

Помимо станции Царскосельская, на Малой Царскосельской железной дороге есть еще две станции — Молодежная (вокзальный комплекс, совмещенный с постом ЭЦ) и разъезд Юный. Общая протяженность путей составляет 10,8 км. Свой персонал МОЖД «выращивает» для себя сама, являясь центром профессиональной ориентации на железнодорожные профессии. В дни



Доцент Белорусского университета транспорта (БелГУТ, г. Гомель) С.Я. Френкель



Заведующий кафедрой «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ПГУПС Д.Н. Курилкин

конференции на ней было открыто представительство факультета «Транспортные и энергетические системы» ПГУПС. Для обучения учащимся детской железной дороги предоставлены разработанные кафедрой «Локомотивы и локомотивное хозяйство» электронные учебники по различным системам локомотива.

В кружках железнодорожного профиля и других направлений сейчас занимаются около 1,5 тыс. подростков. Каждый год до ста выпускников МОЖД поступают в высшие и средние профильные образовательные учреждения. До 80 % бывших юных железнодорожников успешно работают на предприятиях Октябрьской магистрали. С «октябрятами» экскурсанты смогли пообщаться, осмотреть их учебные классы. Правила там серьезные и совсем взрослые. Юный железнодорожник обязан соблюдать внутренний распорядок, принимать активное участие в жизни Малой Октябрьской детской железной дороги и заботиться о ее авторитете, с честью носить и беречь форму юного железнодорожника.

Также в рамках конференции ее участники побывали на станции Лужская Усть-Лужского железнодорожного узла, посетили центр управления сортировочной горкой, ознакомились с автоматизированной системой управления роспуском вагонов. Экскурсантам рассказали, что на узле ежесуточно выгружается от 2,5 до 3 тыс. вагонов. Несмотря на экономические санкции, годовая выгрузка непрерывно растет: в 2015 г. она составила 60 млн. т, а в 2016 г. достигла 70 млн. т. Станция обеспечивает около половины выгрузки вагонов в регионе и одну треть всей Октябрьской магистрали. Коллектив узла уверенно движется к поставленной главой государства цели — перерабатывать не менее 100 млн. т грузов в год.

Железнодорожная станция Лужская Октябрьской дороги стала испытательной площадкой для новейших технологий работы сортировочных станций, которые в ближайшие годы будут широко внедряться на железных дорогах России. Уже в настоящее время основные технологические операции на станции выполняются локомотивами, перемещающимися по путям без участия машиниста. Это стало возможным благодаря реализации международного проекта с участием фирмы «Siemens» (Германия), поставившей оборудование сортировочной горки и системы управления роспуском составов, Людиновского тепловозостроительного завода, изготовившего локомотивы ТЭМ7А, АО «ВНИКТИ», спроектировавшего и изготовившего систему управления локомотивом, ОАО «НИИАС», разработавшего систему горочной автоматической сигнализации, и еще ряда отечественных предприятий и организаций.

В настоящее время осуществляется опытная эксплуатация оборудования, которая должна быть завершена к 2018 г. К этому времени четырьмя локомотивами, выполняющими основные маневровые операции, будет управлять оператор с центрального пульта, взяв на себя функцию машиниста.

В ходе обмена мнениями как отечественные, так и зарубежные участники конференции отметили чрезвычайно высокий технический уровень проекта и его большое как практическое, так и научное и образовательное значение.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОКОМОТИВНЫХ ДЕПО

И.К. ЛАКИН,
директор Департамента развития систем мониторинга технического состояния локомотивов (ДРСМ) ООО «Локомотивные технологии»,
И.В. ПУСТОВОЙ,
начальник Управления автоматизации производственных процессов ДРСМ ООО «Локомотивные технологии»

Впервые информационные технологии пришли в локомотивные депо с внедрением информационной системы «Интегрированная обработка маршрутов машинистов» (ИОММ), разработанной совместно Горьковской, Свердловской, Южно-Уральской, Северной и Куйбышевской дорогами в 70 — 80 годы прошлого века. Сама программа работала на больших электронно-вычислительных машинах (ЭВМ) серии ЕС в информационно-вычислительных центрах (ИВЦ) дорог.

В депо устанавливались телетайпы для передачи данных с маршрутов машинистов (форма ТУ-3, позже — ТУ-3ВЦ). Интерфейс (телетайпные бумажные формы) был очень простой — не было даже экранов. Главной проблемой была сложность исправления ошибок: с ИВЦ приходил ответ о наличии ошибок, и ввод следовало полностью повторить. Второй проблемой было сокращение числа работников в группе учета: вместо 20 — 30 работавших человек достаточным было оставить 5 — 7.

Позже телетайпы были заменены на персональные компьютеры (ПК), интерфейс стал более дружественным, работа существенно упростилась. ИОММ и ее приемник ЦОММ (система аналитической обработки данных о выполняемых локомотивами поездках) остаются одной из основных информационных систем локомотивного комплекса ОАО «РЖД».

Второе автоматизированное рабочее место (АРМ), появившееся одновременно с ИОММ, — рабочее место дежурного по депо для передачи в информационную систему АСОУП сообщений «230» о заходе и выходе локомотивов в депо (АРМ ТЧД). Здесь не было проблем с сокращением работников, даже наоборот — во многих депо при дежурном по депо появился оператор для работы на телетайпе (такие же операторы аналогично работали на станциях для ввода сообщений о прибытии, отправлении или проследовании поезда). Как и в ИОММ в АРМ ТЧД главная проблема была — это устойчивая связь с ИВЦ. Интересно отметить, что быстродействие канала Депо-ИВЦ было 50, а позже 100 бод (примерно 5 байтов в секунду)! Сейчас уже 10 млн. байт в секунду никого не удивляет.

Не менее серьезная проблема АРМ ТЧД, которая остается и сейчас у оперативного персонала депо, — это недостаток времени для ввода данных в компьютер. Без ввода данных дежурным по депо, диспетчером, нарядчиками и другими оперативными работниками база данных будет не полной. С другой стороны, оперативные работники крайне заняты. Выход из положения — максимально дружественный интерфейс программы. Другой выход — автоматизация формирования всех видов отчетов, справок и других документов.

Исходя из вышеизложенного, при создании автоматизированных информационных систем необходимо соблюдать определенные правила.

Правило 1: *интерфейс программ для оперативных работников депо должен быть максимально дружественным с сокращением до минимума времени ввода информации.*

Правило 2: *все виды отчетов должны распечатываться в автоматизированном режиме.*

Реально первый компьютер (тогда еще ЭВМ) появился в депо в 1983 г. Это была ЭВМ «Электроника Д3-28», которая была внедрена в локомотивном депо Боготол Красноярской дороги для диагностирования электронных систем управления электровозов ВЛ80Р, имевших впервые в СССР электронную систему управления выпрямительно-инверторными преобразователями (БУВИП-80, БУВИП-100, БУВИП-113, БУВИП-133, ПП-99, ПП-120, ПП-290 и др.). Внедрение автоматизированной системы технического диагностирования (АСТД) на базе ЭВМ позволило поднять надежность ВЛ80Р в 2,5 — 5 раз, после чего уже ни у кого не вызывала сомнений целесообразность перехода от электровозов переменного тока с механическим групповым переключателем (ВЛ80С) к электровозам с ВИП.

Главные проблемы с внедрением АСТД были связаны с отладкой самой технологии диагностирования, когда к электровозу дистанционно подключались информационные кабели и компьютер с использованием имитаторов работы электровоза. Пришлось даже модернизировать весь парк электровозов ВЛ80Р специальными диагностическими разъемами. С персоналом проблем не было: с компьютером АСТД работали высокопрофессиональные электромеханики депо, которые не только быстро освоили работу с ЭВМ, но и давали много ценных советов.

Одна из первых проблем информационных технологий в депо, которая возникла сразу, — это «грязные руки». Электромеханики и слесари, работающие на локомотиве, при вводе данных в компьютер существенно пачкают клавиатуру и манипулятор «мышь». Такое же положение сложилось и с появлением сенсорных экранов. Проблема «грязных рук» остается и сейчас. С одной стороны, проблема преодолевается более частой сменой относительно недорогих клавиатур и мышей. С другой стороны — повышением общей культуры производства, в том числе работой в перчатках.

Другая проблема, с которой столкнулись первопроходцы IT-технологий в депо — отсутствие помещений, пригодных для работы ЭВМ. Как и в предыдущем случае проблема решается в рамках повышения культуры производства, оснащением мастеров цехов современными рабочими местами с нормальными климатическими условиями.

Правило 3: *внедрение компьютеров должно сопровождаться повышением культуры труда.*

В 1986 г. на базе депо Боготол была проведена сетевая школа, которая дала толчок развитию АСТД для практически всех видов оборудования. АСТД была внедрена в локомотивных депо Иланская, Абакан, Нижнеудинск, Иркутск, Улан-Удэ, Северобайкальск, Смоляниново и других, где были электровозы ВЛ80Р, а позже — ВЛ85. В этих депо АСТД внедрялась на базе ЭВМ средней серии СМ1634. ЭВМ серии СМ были крайне ненадежные, что сдерживало их внедрение и использование для решения других задач депо. Это была главная проблема, которая была преодолена только с появлением персональных ЭВМ (ПЭВМ) типа «Персональный компьютер» (ПК).

Главным продолжателем идей АСТД стал Научно-исследовательский институт технологий, контроля и диагностирования железнодорожного транспорта (НИИТКД, г. Омск). Теперь системы диагностирования на базе микропроцессоров или компьютеров стали обычным делом. Разработки НИИТКД можно увидеть на сайте института.

В конце 80-х годов прошлого века произошел прорыв персональных компьютеров, которые повсеместно используются в отечественной железнодорожной отрасли. Высокая надежность ПК, дружественный интерфейс, простота разработки пользовательских программ для ПК — все это совершило революцию в системе управления железнодорожным транспортом в целом и локомотивными депо в частности. Стихийно на разных дорогах и даже в отдельных депо стали разрабатываться автоматизированные рабочие места самого различного назначения. Именно этот стихийный этап развития АРМ выработал общие подходы к работе с компьютерами, прошел этап накопления опыта работы с ПК, их обслуживанием и защитой.

Главная проблема первого этапа внедрения персональных компьютеров — очень высокая стоимость, делавшая их нерентабельными. В конце 80-х — начале 90-х ПК стоил от 40 до 70 тыс. руб. при зарплате работавших на них 200 — 300 руб. Именно поэтому антивандальные мероприятия играли важную роль на первом этапе внедрения ПК. Этот этап развития информационных технологий в депо продолжался до конца 90-х годов, к концу которых стоимость ПК резко упала, стала соизмерима с зарплатой работников. В результате в 2000-е годы начался современный этап развития информационных технологий в ло-

комотивных депо, когда в МПС РФ было принято решение о создании автоматизированной системы управления локомотивным хозяйством (АСУТ).

АСУТ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАБОТЫ С ПК

Самое первое автоматизированное рабочее место (АРМ) на базе персонального компьютера было АРМ нарядчика локомотивных бригад (АРМ ТЧБ), которое разработано в Дорожном конструкторско-технологическом бюро (ДКТБ) Красноярской дороги и внедрено в депо Красноярск в 1989 г. Позже АРМ ТЧБ ДКТБ было внедрено во всех депо Красноярской, Восточно-Сибирской и Кемеровской дорог. Позже на его основе было разработано новое АРМ ТЧБ под операционную систему Windows. Именно в этом варианте под руководством ЗАО «Отраслевой центр внедрения новой техники и технологий» АРМ было внедрено во всех локомотивных депо. Именно на АРМ ТЧБ впервые начали сталкиваться с современными проблемами внедрения информационных технологий.

Первая проблема — отсутствие опыта работы с ПК —оказалась не очень большой. Благодаря дружественному интерфейсу, достаточно быстро работники депо осваивали работу с компьютером. Со временем эта проблема становилась все менее значительной. Сейчас в депо уже редко встретишь специалистов, не умеющих работать с компьютером.

Вторая проблема, более серьезная, до сих пор до конца не преодоленная, — это достоверность информации в базе данных АРМ. Чтобы эффективно пользоваться компьютером, следует ввести в него необходимую исходную информацию. До появления ПК в депо существовала (и до сих пор существует) система бумажных учетных (ТУ) и отчетных (ТО) форм. Практика показала, что, если первичной является бумажная форма, добиться полноты и достоверности базы данных в компьютере крайне сложно. Именно поэтому при внедрении АРМ ТЧБ изначально из цеха эксплуатации депо убирались информационные доски, на которых отражалась дислокация локомотивных бригад, отменялось ведение бумажных журналов (положенная для хранения в бумажном виде информация распечатывалась в конце смены), ТУ превращались в ТО.

Правило 4: *информация в ПК должна быть первична по отношению к бумажным носителям информации.*

Достоверность информации в ПК была существенно повышена, когда работник депо, на которого возложена обязанность формировать те или иные отчеты, начинает их распечатывать в автоматизированном режиме. В АРМ ТЧБ именно после автоматизации формирования отчетов пользователи приняли АРМ как полезное и удобное в работе.

Правило 5: *автоматизация распечатки отчетов не только освобождает время работникам, но и повышает достоверность данных в информационной системе.*

С появлением вместо ЭВМ персональных компьютеров появилась новая проблема — компьютерные вирусы, с которыми пришлось столкнуться с самых первых дней установки ПК. Желание запустить собственную, как правило, игровую программу на рабочем компьютере в первые годы внедрения ПК неминуемо приводило к заражению ПК — появлению на нем вредоносных интерактивных программ. Сейчас борьба с компьютерными вирусами достаточно отлажена, но риск заражения остается.

Следующие проблемы информационных технологий носят более сложный системный характер. АРМ, как правило, несет в себе контрольные функции, запрещая неправильные действия и подсказывая правильные. В АСУ «Сетевой график» эта технология названа «Встроенное качество». Внедрение АРМ столкнулось с проблемой: то, что «положено», часто не совпадало с практикой жизни. В АРМ ТЧБ это были: соблюдение режима труда и отдыха локомотивной бригады, ограничение переработок, справедливость при назначении нарядов (на «выгодные» рейсы), пропорциональность распределения нарядов между «своими» и «чужими» бригадами.

С одной стороны, АРМ позволяют сразу наладить корректную работу согласно существующим регламентам, с другой – это может привести к остановке технологического процесса. На Красноярской, Восточно-Сибирской и Кемеровской дорогах руководство локомотивного хозяйства проявило решительность, и АРМ нарядчика локомотивных бригад строго соблюдало требования труда и отдыха бригад. При дальнейшем распространении АРМ на дорогах такой твердости, как первоначально, проявлено не было.

Проблема «встроенных» контрольных функций остается и сейчас. Данная задача имеет место не только на железнодорожном транспорте. В свое время основателями системы менеджмента качества был предложен принцип постоянного улучшения (цикл PDCA), согласно которому следует зафиксировать существующий уровень качества (в случае с АРМ – соблюдение регламентов) и последовательно повышать этот уровень благодаря внесению корректирующих мероприятий.

Правило 6: *контрольные и защитные функции («Встроенное качество») следует реализовывать в АРМ постепенно на постоянной основе по мере накопления опыта ее эксплуатации.*

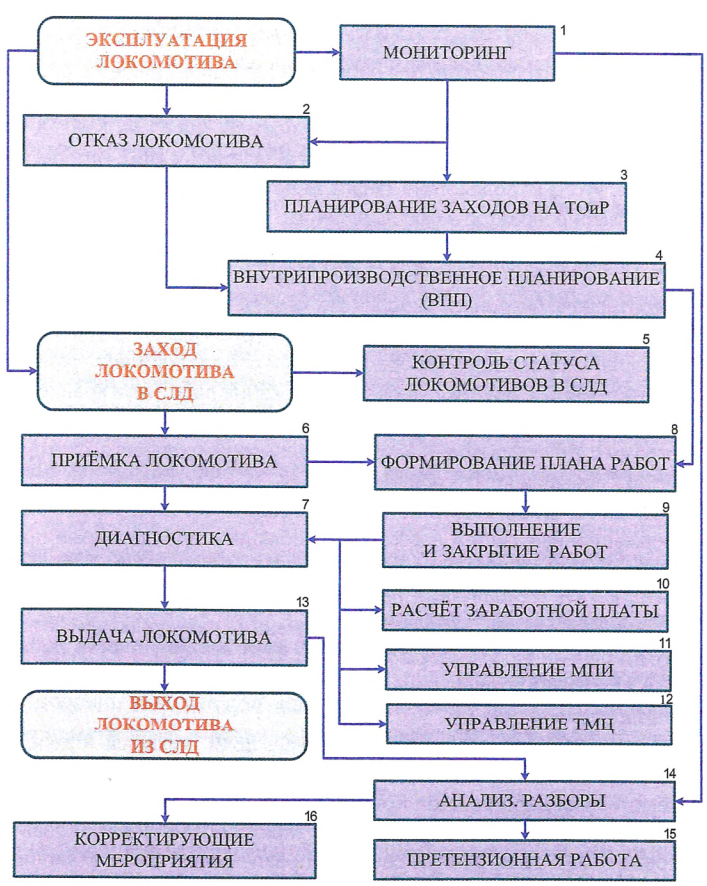
С начала 2000-х годов «стихийный» этап внедрения АРМ прекращается. Согласно решению Главного управления локомотивного хозяйства (позже – Дирекции тяги) Министерства путей сообщения начинается комплексное внедрение автоматизированной системы управления локомотивным хозяйством — АСУТ.

АСУТ обобщила в себе ранее накопленный на разных дорогах опыт, унифицировала технологию работы локомотивных депо. АСУТ в первую очередь была направлена на автоматизацию эксплуатационной работы — работы с локомотивными бригадами. Автоматизация управления ремонтом локомотивов реально началась только после внедрения сервисного технического обслуживания и ремонта локомотивов.

АСУ «СЕТЕВОЙ ГРАФИК»

В группе компаний «Локомотивные технологии», в том числе в ООО «ТМХ-Сервис», для управления технологическими процессами сервисных локомотивных депо разрабатывается и внедряется информационно-управляющая система АСУ «Сетевой график», которая была описана в январском номере журнала за 2017 г. На рисунке представлена структура рабочих мест АСУ «Сетевой график».

АСУ «Сетевой график» в 2016 г. внедрялась в следующих пилотных сервисных локомотивных депо (СЛД): Тюмень, Югра (г. Сургут), Барабинск, Боготол-Сибирский, Тында-Северная, Амурское



Структура рабочих мест АСУ «Сетевой график»

(г. Комсомольск-на-Амуре) и Дальневосточное (г. Хабаровск). Кроме отладки самой технологии управления, специалистам пришлось столкнуться и с субъективными трудностями — известными и новыми. К известным следует отнести следующие проблемы: технология управления в сервисных локомотивных депо сильно отличается друг от друга (нужна унификация процессов управления), компьютерные технологии требуют строгого соблюдения технологических процессов, что при «бумажной» форме учета часто не соблюдается, у мастеров возникает проблема «грязных рук», а также нехватки времени.

Хотелось бы привести примеры главной технологической проблемы внедрения АСУ в депо — соблюдение технологической дисциплины, о которой уже шла речь выше.

По технологии «Встроенное качество» программа не должна позволять работать с ошибками. Для этого в программу вводятся специальные контрольные алгоритмы. Например, новый замер толщины бандажа не может быть больше предыдущего, время начала работы не может быть позже ее окончания, ремонт локомотива может выполняться только во время нахождения локомотива в депо, нельзя выполнять работу слесарем с разрядом ниже указанного в технологической карте, нельзя получить деталь на складе, если она не предусмотрена технологической картой и наоборот: нельзя выполнить работу, если не были получены на складе соответствующие запасные части, нельзя выполнить работу за время, значительно меньшее предусмотренного операцией и др.

Достаточно простые логические правила вызывают большие проблемы на первом этапе внедрения информационных технологий, особенно если идет речь о реализации работы в режиме online (часто этот режим называют режимом реального времени). При бумажных технологиях учета работы всегда была возможность сделать записи «потом»: в конце смены, когда будет удобно и др. АСУ «Сетевой график» предполагает учет выполнения работ в режиме online, что требует от исполнителей более высокой дисциплины работы с информацией, чем это было ранее. У исполнителей часто возникает протест: «не успеваем», «мешает работе», «неудобно». Опыт внедрения показал, что при наличии доброй воли исполнители и мастера достаточно быстро привыкают к работе по правилам. Более того, становится приятней работать в условиях технологической дисциплины.

Правило 7: *именно внедрение информационных технологий должно обеспечить соблюдение технологических процессов технического обслуживания и ремонта локомотивов.*

Еще одна проблема внедрения АСУ «Сетевой график» — это установленный порядок ведения бумажных журналов. С одной стороны, информационные технологи позволяют отказаться от бумажных форм учета и даже отчета. С другой стороны, ведение журналов предусмотрено регламентами. Например, журнал учета выполненных ремонтов формы ТУ-28, который ведется в депо на каждый локомотив. Журнал эффективно заменяется программой АСУ «Сетевой график». Но наличие журнала в бумажном виде предусмотрено регламентами и договором с сервисной компанией. Частично проблема преодолевается распечаткой журнала в конце смены, при выдаче локомотива. Однако задачу отказа от морально устаревших учетных и отчетных форм надо решать на системном уровне.

Таким образом, внедрение автоматизированных информационно-управляющих технологий в сервисных локомотивных депо группы компаний «Локомотивные технологии» сталкивается с проблемами, которые можно отнести к «детским болезням» и будут преодолены по мере обучения персонала, совершенствования программного обеспечения, привыкания персонала депо к новым технологиям.

СТРАСТИ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Дискуссию ведут читатели

Опубликованная в журнале «Локомотив» № 8 за 2016 г. статья д-ра техн. наук В.Н. Игина «Энергоэффективность локомотивов в зеркале статистики» содержит серьезные замечания и рекомендации как по техническим характеристикам приобретаемых ОАО «РЖД» локомотивов, так и по организации эффективного использования локомотивного парка сети. Поднятые в статье вопросы заслуживают подробного обсуждения и выработки взвешенных технических решений.

Безусловное достоинство статьи — попытка выработки критериев энергоэффективности, в особенности, на стадии проектирования локомотивов, когда данные по удельному расходу топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) еще не получены. Насколько решена эта задача автором статьи, попробуем разобраться.

Для качественной оценки энергоэффективности локомотивов предлагается ввести новый параметр — зависимость расхода ТЭР от объема выполненной перевозочной работы. В обоснование предлагаемого метода приводятся гистограммы, отражающие отмеченные параметры в процентах от сетевого объема. Однако эту зависимость вполне реально отражает и существующий показатель — удельный расход ТЭР на измеритель (кВт·ч или кг ут на 10^4 т·км бр.).

Согласно приведенной в опубликованной статье методике, наиболее эффективными из вновь приобретаемых электровозов грузовых серий являются 3ЭС4К, 2ЭС6 и 2ЭС10, опережая 3ЭС5К. Но это подтверждают и данные удельного расхода ТЭР, для получения которых не нужно выполнять никаких расчетов и строить гистограммы, а достаточно обратиться к статистике. Целесообразность и новизна предлагаемой методики вызывает сомнение. Не в ее пользу говорит и необходимость оперирования данными объема работы и расхода ТЭР в процентах от сетевого объема. Так, для электровоза 3ЭС5К в таблицах и гистограммах приведены следующие данные: объем работы 0,22 %, расход электроэнергии 0,16 % от сетевых значений.

Практическое применение параметров величиной в десятые и сотые доли процента крайне затруднительно и может привести к недопустимым погрешностям при расчетах, особенно при округлении тысячных долей одного параметра в большую сторону, а другого — в меньшую. На гистограмме, приведенной в журнале «Локомотив» № 8, 2016 г., эти параметры вообще не видны.



К.В. ЯВРИЯНЦ,
инженер Службы корпоративной информатизации Северо-Кавказской дороги

Другой вопрос: справедлив ли приведенный в статье вывод о более высокой энергоэффективности новых грузовых электровозов постоянного тока в сравнении с 3ЭС5К переменного? Само сравнение этого показателя электровозов разного рода тока некорректно по следующим причинам. На электровозах постоянного тока нет потерь энергии в тяговых трансформаторах, выпрямительно-инверторных преобразователях и сглаживающих реакторах. Соответственно, нет расхода энергии и на охлаждение силовых аппаратов и установок, а также на привод мотор-насоса трансформатора.

Тот факт, что приведенные преимущества электровозов постоянного тока теряются в масштабе потерь энергии в контактной сети — тема другого разговора. Но рассматриваемую в опубликованной статье разницу в удельном расходе между локомотивами 3ЭС4К (68,1 кВт·ч/изм) и 3ЭС5К (106,3 кВт·ч/изм) нельзя объяснить только отмеченными выше факторами. Необходимо сравнить и усло-

вия их эксплуатации, прежде всего крутизну и протяженность подъемов на обслуживаемых участках.

Как пример, электровозы 3ЭС4К эксплуатируются на участке Белореченская — Туапсе Северо-Кавказской дороги. В нечетном направлении от Белореченской до Туапсе (а это направление груженого вагонопотока) крутизна лимитирующих подъемов составляет 8,7 ‰, в четном направлении крутизна подъема существенно выше — 16,1 ‰, но в этом направлении следует только порожняк. А вот электровозы 3ЭС5К эксплуатируются на дорогах Восточного полигона, где крутизна подъемов достигает 26,4 ‰ и повсеместно применяется подталкивание поездов. Естественно, что удельный расход ТЭР для 3ЭС5К будет значительно выше.

Также в публикации приводятся данные о низком удельном расходе дизельного топлива на участке Тюмень — Сургут, обслуживаемом тепловозами ТЭП70 и 2ТЭ116. Напрашивается вывод: тепловозы постройки 80-х годов прошлого века энергоэффективнее выпускаемых в настоящее время? Однако стоит обратиться к данным о профиле пути, и картина проясняется. Крутизна лимитирующих подъемов этого участка не превышает 6,5 ‰. Весовая норма 6000 т на тепловоз 2ТЭ116 в обоих направлениях говорит сама за себя. Это не единственный случай оценки энергоэффективности локомотива только по данным удельного расхода ТЭР.

В ранее опубликованной статье В.Н. Игина «Концепция развития энергетической стратегии» (см. «Локомотив» № 5 и 6, 2016 г.) приводятся данные о низком удельном расходе дизельного топлива Свердловской и Приволжской дирекциями тяги. Результаты действительно впечатляют: удельный расход дизельного топлива по Приволжской дирекции на 28,7 %, а по Свердловской на 31,7 % ниже среднесетевого (данные за январь 2015 г.). Приводится рекомендация: «Распространение достигнутых результатов энергоэффективности при эксплуатации серийных тепловозов 2ТЭ116К, 2ТЭ116У, ТЭП70БС и ТЭМ18ДМ Свердловской и Приволжской дирекций тяги среди остальных дирекций должно стать одним из основных ориентиров Энергетической стратегии».

Достижения в этих дирекциях тяги, безусловно, есть, и распространять их надо, но только чудес не бывает. На большинстве участков тепловозных ходов Приволжской дороги крутизна лимитирующих подъемов составляет 3,4 — 5,5 ‰ и весовая норма даже для «старичков» 2ТЭ10 (всех индексов) составляет 8000 т на оба направления (участки Астрахань — Аксарайская — Верхний Баскунчак — Волжский и др.). Можно ли сравнивать условия работы локомотивов на этих участках и на участках тепловозных ходов БАМа с их 19 ‰ подъемами? Соответственно, некорректно сравнивать и данные по удельному расходу ТЭР с участками, которые имеют легкий и тяжелый профили пути.

Автор статьи «Энергоэффективность локомотивов в зеркале статистики» утверждает, что большая часть локомотивов используется не по назначению, в частности, грузовые массово используются в пассажирском, хозяйственном или маневровом движении. В подтверждение этому приводятся данные о распределении серий локомотивов по роду выполненной работы в 2015 г. Так, в грузовом движении использовались 69 % серий грузовых и 31 % серий пассажирских электровозов, в пассажирском движении — 60,5 % грузовых и 39,5 % пассажирских.

Казалось бы, вывод о полной хаотичности подвязки локомотивов под поезда блестяще подтверждается. Однако ключевыми словами в приведенных данных являются «количество серий», а не количество самих локомотивов. Согласно методике В.Н. Игина, если хотя бы один электровоз ВЛ80С (или другой серии) в течение года был поставлен под пассажирский поезд, даже для оказания помощи, то вся серия ВЛ80С будет учтена как работавшая в пассажирском движении. Корректна ли эта методика? Объективными для реальной оценки работы электровозов могут быть только данные о распределении по видам движения времени нахождения локомотивов в рабочем парке. Приведу данные по сети ОАО «РЖД» за 2015 г.

Время занятости парка грузовых электровозов по видам движения распределяется следующим образом. Работа в пассажирском движении составляет 0,36 % от общего времени эксплуатации, грузовом — 94,43 %, хозяйственном — 2,98 %, маневровом (в том числе маневры при депо) — 2,17 %, прочее — 0,06 %. Грузовой для данной серии вид движения,

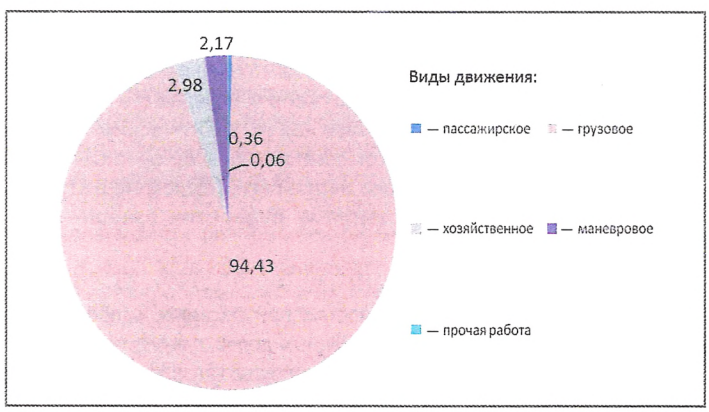


Рис. 1. Распределение (в %) рабочего парка грузовых электровозов по видам движения в 2015 г.



Рис. 2. Распределение (в %) рабочего парка пассажирских электровозов по видам движения в 2015 г.

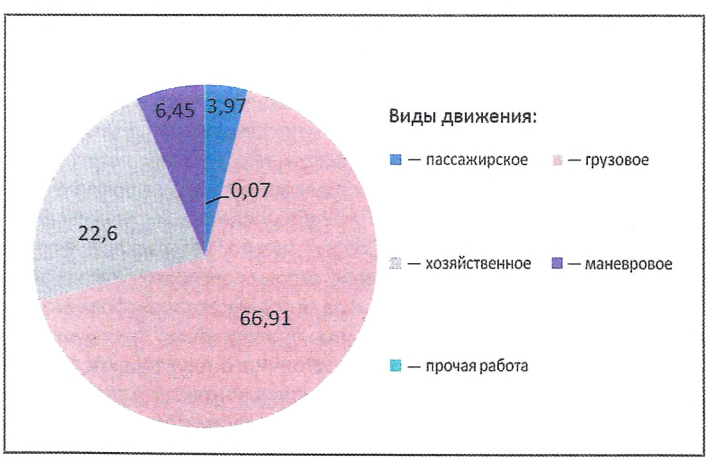


Рис. 3. Распределение (в %) рабочего парка грузовых тепловозов в 2015 г.

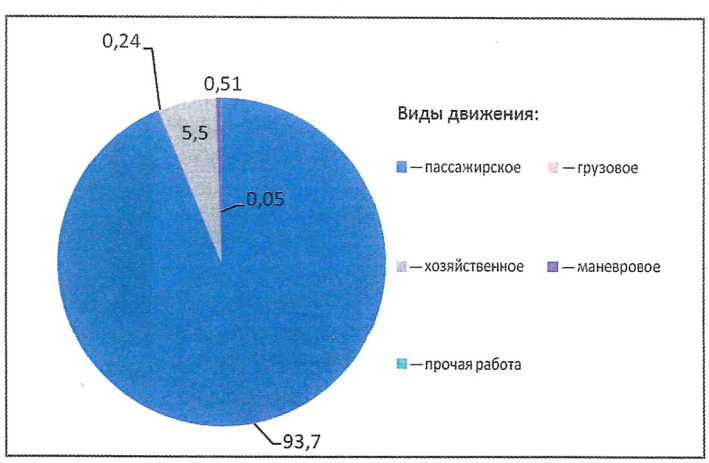


Рис. 4. Распределение (в %) рабочего парка пассажирских тепловозов в 2015 г.

безусловно, доминирует над случаями отвлечения на остальные виды работ. В реальности доля времени на обслуживание графиковых пассажирских поездов еще ниже, так как воинские перевозки также учитываются в пассажирском движении, а выполнять их могут только грузовые локомотивы.

Также следует учесть, что на ряде участков сети из-за сложного профиля пути пассажирские поезда могут обслуживать только локомотивы грузовых серий. Пример: в эксплуатационном локомотивном депо Туапсе все пассажирские поезда обслуживаются только электровозами 2ЭС4К. Причина — наличие подъемов крутизной 16 — 22,6 ‰ на участках Туапсе — Белореченская, Туапсе — Горячий Ключ. Но этот случай не является примером энергетически неэффективного использования локомотивов, так как на приведенном профиле пути тяговые двигатели электровозов работают при токе, близком к значению длительного режима и, соответственно, при высоких значениях КПД.

Распределение времени эксплуатации электровозов пассажирского типа по видам движения следующее. Занятость в пассажирском движении составляет 86,02 %, грузовом — 0,23 %, хозяйственном — 11,73 %, маневровом — 1,88 %, другой работой — 0,14 %. Тенденция безусловного доминирования преимущественного вида движения (пассажирского) очевидна и в этом случае.

Более высокая в сравнении с грузовыми электровозами доля хозяйственного движения объясняется работой со служебно-техническими вагонами пассажирского типа (путеизмерителями, дефектоскопами, вагонами-лабораториями), обслуживание которых пассажирскими электровозами является наименее энергозатратным вариантом. Кроме того, в зимний период пассажирские электровозы привлекаются к работе с вибропантографами, также учитываемой в хозяйственном движении.

Диаграммы распределения рабочего парка электровозов грузовых и пассажирских серий по видам движения приводятся на рис. 1 и 2. Секторы, отражающие занятость локомотивов в непрофильных видах движения, кроме хозяйственного и маневрового, на диаграммах практически неразличимы. Таким образом, нет никаких оснований утверждать о массовом характере непрофильного и энергетически неэффективного использования локомотивов.

Проанализируем затраты времени работы парка грузовых тепловозов на различные виды движения. В пассажирском движении они составляют 3,97 % от общего времени эксплуатации, в грузовом — 66,91 % и в хозяйственном — 22,6 %. Маневровыми работами (в том числе при депо) они заняты 6,45 % от общего времени, прочими — 0,07 %.

Пассажирские тепловозы работают в пассажирском движении 93,7 % от общего времени эксплуатации, грузовом — 0,24 %, хозяйственном — 5,5 %, маневровом — 0,51 %, прочих видах — 0,05 %. Как видно, доминирование преимущественного вида движения просматривается и в работе грузовых, и в работе пассажирских тепловозов.

Диаграммы распределения рабочего парка тепловозов грузовых и пассажирских серий по видам движения представлены на рис. 3 и 4. Высокий (в сравнении с электровозами) процент использования грузовых тепловозов в хозяйственном движении вполне объясним, так как только эти локомотивы способны обслуживать хоппер-дозаторные, думпкарные и рельсовозные поезда при выполнении ремонтно-путевых работ со снятием напряжения в контактной сети.

В связи с этим д-р техн. наук В.Н. Игин делает вывод, что «универсальный» локомотив, создаваемый для работы и в грузовом, и в хозяйственном видах движения, никогда не будет энергоэффективным. Что же делать? Вкладывать гигантские средства в проектирование и строительство специализированных локомотивов хозяйственного движения? Но и хозяйственная работа отличается многообразием — локомотивы при обслуживании хоппер-дозаторной вертушки на лимитирующем подъеме и щебнеочистительной машины на станционных путях работают в разных режимах.

Для грузового движения также невозможно определить преимущественный по времени режим работы локомотива. Сырьевой и экспортно-ориентированный характер нашей экономики определяет и специфику основного вагонопотока: в направлении к портам и пограничным переходам — груженый, обратно — преимущественно порожний. Но большая часть расхода ТЭР, безусловно, приходится на груженые поезда, поэтому существующая и критикуемая В.Н. Игиным концепция оценки и сравнения энергоэффективности по данным часового режима для электровозов и длительного для тепловозов не такая уж и плохая. В пользу этой концепции говорит и практика отключения секций на трехсекционных локомотивах при обслуживании легких поездов, позволяющая реализовать на оставшихся в работе секциях режим, близкий к часовому или хотя бы к длительному.

Что же предлагает д-р техн. наук В.Н. Игин взамен оценки энергоэффективности по данным часового и длительного режимов? Он рекомендует ввести два новых метода. Первый — оценивать энергоэффективность локомотива через удельные энергозатраты ТЭР на создание силы тяги в продолжительном режиме, выраженные в кВт/кН. Согласно предлагаемой методике, среди электровозов наиболее энергоэффективными являются грузовые с расходом 15,2 — 17,9 кВт/кН, существенно опережающие пассажирские с расходом 24,5 — 29,7 кВт/кН.

Второй метод — оценивать экономичность локомотива через затраты ТЭР на его перемещение (с поездом) на 1 км также в длительном режиме работы (кВт·ч/км или кг/км). Здесь картина диаметрально противоположная — наиболее экономичными выглядят пассажирские электровозы с затратами 48,2 — 54,6 кВт·ч/км, серьезно опережая грузовые (102,7 — 211,8 кВт·ч/км). Чему же верить? Расшифровку кажущихся парадоксальными результатов отчасти дает сам автор рекомендаций: основная проблема состоит в том, что параметр скорости длительного режима грузовых и пассажирских локомотивов может отличаться в разы.

Однако не дано объяснения другой проблеме — значительному разбросу затрат ТЭР на 1 км перемещения в длительном режиме для грузовых электровозов: от 102,7 кВт·ч/км у ВЛ10 до 211,8 кВт·ч/км у 3ЭС5К. Верхние пиковые значения расхода на километр принадлежат двенадцатиосным ВЛ15, 1,5ВЛ80С и 3ЭС5К, нижние — восьмиосным ВЛ10 и 2ЭС4К. Электровозы 2ЭС6 и 2ЭС10, имеющие более мощные в сравнении с ВЛ10 тяговые двигатели, занимают в градации расхода промежуточное положение. Объяснение этому: расход ТЭР на 1 км следования в длительном режиме прямо пропорционален значению силы тяги локомотива, реализуемой в этом режиме, которое у двенадцатиосных локомотивов выше, чем у восьмиосных.

Выводы о возможности применения предложенных В.Н. Игиным методов таковы. Метод оценки энергоэффективности локомотива через удельные энергозатраты ТЭР на создание силы тяги можно применять только для сравнения параметров единиц эксплуатируемого парка с одинаковыми или предельно близкими значениями скорости длительного режима. Метод оценки экономичности локомотива через затраты ТЭР на его перемещение на 1 км допустимо применять только для сравнения локомотивов с одинаковыми или предельно близкими значениями силы тяги в длительном режиме работы.

Перечисленные недостатки рекомендуемой методики вынуждают сделать следующий вывод: концепцию оценки энергоэффективности локомотивов, пригодную к практическому применению, пока разработать не удалось. Выражаю надежду, что работы по решению этой проблемы будут продолжены, в том числе и с участием д-ра техн. наук В.Н. Игина.

Его утверждение о более высокой энергоэффективности давно используемых локомотивов в сравнении с вновь приобретаемыми заслуживает более детального изучения. Для этого необходимо получить данные об удельном расходе ТЭР для сравниваемых серий локомотивов в одинаковых условиях, т.е. на одном участке эксплуатации. Приведенные В.Н. Игиным данные удельного расхода ТЭР являются аргументом в пользу продления срока службы давно работающих локомотивов.

Нельзя обойти стороной критические замечания на обсуждаемую статью, содержащиеся в публикации д-ра техн. наук Б.Д. Никифорова «Энергоэффективность локомотивов в зеркале кривой статистики», напечатанные журнале «Локомотив» № 10, 2016 г. Автор статьи утверждает, что использование В.Н. Игиным статистических данных за 2015 г. неправомерно из-за того, что именно в этом году США и Евросоюз развернули санкции против России.

Ввод экономических санкций, вне всякого сомнения, оказал негативное влияние на макроэкономическую ситуацию в нашей стране, но данных о влиянии санкций на снижение КПД тяговых двигателей или дизель-генераторных установок локомотивов пока не обнародовано. В статье «Энергоэффективность локомотивов в зеркале статистики» рассматриваются чисто технические проблемы работы локомотивного парка сети и критика методики автора не должна выходить за рамки технической области.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116

В.П. АНИСИМОВ,
преподаватель Санкт-Петербургского подразделения
Октябрьского учебного центра профессиональных квалификаций

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

Цепи подачи песка под колесные пары. Подача песка необходима для предупреждения боксования колесных пар. Песок подается под первую и четвертую колесные пары (при движении «Вперед») и под третью и шестую (при движении «Назад»). Воздух к форсункам песочницы поступает из питательной магистрали пневматической системы тепловоза при включении электропневматических клапанов КП. Для их включения и подачи песка под колесные пары необходимо нажать педаль песочницы ПН. При этом создается цепь питания катушек 1КП1 и 2КП2 при движении тепловоза «Вперед» или 1КП2 и 2КП1 при его движении «Назад».

Цепь питания катушек 1КП1 и 2КП2 при движении вперед: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 1696 → провод 1653 → штепсельный разъем 22-1 → провод 1860 → замыкающий контакт педали подачи песка под колесные пары ПН → провод 1839 → штепсельный разъем 22-2 → провод 1654 → зажим 4/6 → провод 1655 → зажим 18/17 → провод 1652 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1579 → зажим 18/16.

Далее от зажима 18/16 напряжение поступает по цепям:

→ провод 1565 → зажим 4/10 → провод 1558 → штепсельный разъем 7-3 → размыкающий контакт кнопки подачи песка под первую колесную пару КПП → штепсельный разъем 7-4 → провод 1792 → зажим 4/11 → провод 1793 → зажим 18/2 → провод 1794 → катушка вентиля 1КП1 → провод 1673 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14;

→ провод 1651 → катушка вентиля 2КП2 → провод 1669 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14.

Цепь питания катушек 1КП2 и 2КП1 при движении «Назад»: от автоматического выключателя АУ «Управление общее» по цепи питания катушек 1КП2 и 2КП1 при движении «Вперед» до зажима 18/17 → провод 1652 → провод 1659 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Назад» → провод 677 → зажим 21/16.

Далее от зажима 21/16 напряжение поступает по цепям:

→ провод 1665 → катушка вентиля 2КП1 → провод 1668 → провод 1669 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14;

→ провод 1676 → катушка вентиля 1КП2 → провод 1672 → провод 1673 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14.

Также предусмотрена подача песка только под первую колесную пару, как наиболее склонную к боксованию, с помощью кнопки КПП. При этом от автоматического выключателя АУ «Управление общее» напряжение поступает на катушку вентиля 1КП1, что обеспечивает подачу песка под первую колесную пару. Собирается цепь: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1550 → штепсельный разъем 7-1 → замыкающий контакт кнопки КПП → штепсельный разъем 7-4 → провод 1792 → зажим 4/11 → провод 1793 → зажим 18/2 → провод 1794 → катушка вентиля 1КП1 → провод 1673 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14.

Кроме того, подача песка осуществляется при переводе ручки крана машиниста в положение экстренного торможения. При этом замыкаются цепи электропневматических вентилей песочниц 1КП1, 2КП2 при движении тепловоза «Вперед» и 2КП1, 1КП2 при движении тепловоза «Назад». При положении VI ручки крана машиниста и движении тепловоза «Вперед» собирается цепь: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 1688 → зажим 3/7, 8.

Цепь от зажима 3/7, 8: провод 1348 → штепсельный разъем 31-2 → контакт контроллера крана машиниста БКРМ, замкнутый в положении VI ручки крана машиниста → штепсельный разъем 31-7 → провод 1349 → зажим 7/18 → провод А825 → штепсельный разъем 5 → размыкающий контакт реле РКБ1 → штепсельный разъем 4 → провод А826 → зажим 4/6 → провод 1655 → зажим 18/17 → провод 1652 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1579 → зажим 18/16.

Далее от зажима 18/16 напряжение поступает по цепям:

→ провод 1565 → зажим 4/10 → провод 1558 → штепсельный разъем 7-3 → размыкающий контакт кнопки КПП → штепсельный разъем 7-4 → провод 1792 → зажим 4/11 → провод 1793 → зажим 18/2 → провод 1794 → катушка вентиля 1КП1 → провод 1673 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14;

→ провод 1651 → катушка вентиля 2КП2 → провод 1669 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14.

Цепь подачи песка в положении VI ручки крана машиниста при движении тепловоза «Назад»: выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Назад» → провод 1688 → зажим 3/7, 8.

От зажима 3/7, 8 цепь: провод 1348 → штепсельный разъем 31-2 → контакт контроллера крана машиниста БКРМ, замкнутый в положении VI ручки крана машиниста → штепсельный разъем 31-7 → провод 1349 → штепсельный разъем 7/18 → провод А825 → штепсельный разъем 5 → размыкающий контакт реле РКБ1 → штепсельный разъем 4 → провод А826 → зажим 4/6 → провод 1655 → зажим 18/17 → провод 1652 → провод 1659 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Назад» → провод 1677 → зажим 21/16.

Далее от зажима 21/16 напряжение поступает по цепям:

→ провод 1655 → катушка вентиля 2КП1 → провод 1668 → провод 1669 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14;

→ провод 1676 → катушка вентиля 1КП2 → провод 1672 → провод 1673 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14.

При скорости движения тепловоза 10 км/ч и менее контакт 0-10 скоростемера замыкает цепь питания катушки реле РКБ1. Когда реле РКБ1 включается, его размыкающий контакт (А825, А826) размыкает цепь питания вентилей песочниц. Подача песка под колесные пары прекращается.

Цепь питания катушки реле РКБ1: автоматический выключатель А13 «АЛСН» → провод А782 → зажим 11/9 → провод А745 → зажим 3/16, 17 → провод А774 → провод А810 → штепсельный разъем 7-16 → размыкающий контакт кнопки КП → штепсельный разъем 7-15 → провод А704 → зажим 2/6 → провод А705 → штепсельный разъем 4 → размыкающий контакт 0-10 скоростемера СК → штепсельный разъем 12 → провод А773 → зажим 2/20 → провод А749 → штепсельный разъем 3 → катушка реле РКБ1 → штепсельный разъем 24 → провод А764 → зажим 3/3 → А748 → зажим 11/10 → провод А746 → автоматический выключатель А13 «АЛСН».

Аварийная остановка тепловоза. Экстренная остановка дизель-генератора и поезда при возникновении аварийной ситуации в тяговом режиме или на стоянке осуществляется из кабины машиниста кратковременным нажатием кнопки КА «Аварийная остановка». Замыкающий контакт кнопки подает питание от автоматического выключателя АУ на катушку реле РУ3 и вентиль тифона ВТ.

Собирается цепь: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» или «Назад» → провод 1688 → зажим 3/7, 8 → провод 827 → замыкающий

контакт кнопки КА → провод 1690 → зажим 4/12 → провод 1691 → зажим 17/2.

Далее от зажима 17/2 напряжение поступает по цепям:

→ провод 1636 → штепсельный разъем 25-3 → катушка реле РУ3 → штепсельный разъем 26-41 → провод 2442 → минусовые зажимы 22/18 — 20;

→ провод 2440 → катушка вентиля тифона ВТ → провод 2441 → минусовые зажимы 22/18 — 20.

Реле РУ3 имеет шесть контактов.

→ Замыкающий контакт шунтирует кнопку КА, обеспечивая самопитание катушки реле РУ3 и питание вентиля ВТ. При этом собираются цепи питания катушки реле РУ3 и катушки вентиля ВТ.

Цепь катушки реле РУ3: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» или «Назад» → провод 1688 → зажим 3/7, 8 → провод 1624 → зажим 12/3 → провод 1666 → штепсельный разъем 25-5 → замыкающий контакт реле РУ3 → катушка реле РУ3 → штепсельный разъем 26-41 → провод 2442 → минусовые зажимы 22/18 — 20.

Цепь катушки вентиля ВТ: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» или «Назад» → провод 1688 → зажим 3/7, 8. Далее цепь от этого зажима: провод 1624 → зажим 12/3 → провод 1666 → штепсельный разъем 25-5 → замыкающий контакт реле РУ3 → штепсельный разъем 25-3 → провод 1636 → зажим 17/2 → провод 2440 → катушка вентиля тифона ВТ → провод 2441 → минусовые зажимы 22/18 — 20.

⇩ Замыкающий контакт (1636, 1576) подает напряжение на вентиль предельного выключателя ВА, в результате чего рейки топливных насосов высокого давления устанавливаются на нулевую подачу, дизель останавливается. Цепь питания на вентиль ВА: выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» или «Назад» → провод 1688 → зажим 3/7, 8.

Далее собирается цепь: провод 1624 → зажим 12/3 → провод 1666 → штепсельный разъем 25-5 → замыкающий контакт реле РУ3 → замыкающий контакт реле РУ3 → штепсельный разъем 25-32 → провод 1576 → зажим 16/8 → провод 1509 → катушка вентиля ВА → провод 2427 → провод 2429 → зажим 16/20 → провод 1205 → минусовой разъем 2М-24.

⇧ Размыкающие контакты (1159, катушка РУ10) размыкают цепь питания катушки реле РУ10. Одновременно те же контакты между проводами 1159 и 1745 размыкают цепь питания катушки контактора КРН и между проводами 1159 и 1748 — цепь питания катушки контактора КТН, если последний был включен тумблером ТНА «Аварийный топливный насос». Это приводит к остановке дизеля из-за отключения электромагнита регулятора дизеля МР6 и аварийного топливного насоса.

⇧ Размыкающий контакт (А785, А758) размыкает цепь питания катушки ЭПК, в результате чего происходит экстренное торможение поезда.

⇩ Замыкающий контакт (1666, 1351) подает напряжение на катушки электропневматических вентилей песочниц 1КП1 и 2КП2 или 1КП2 и 2КП1 — в зависимости от направления движения «Вперед» или «Назад». Включение этих вентилей и подача песка способствуют уменьшению тормозного пути при экстренном торможении.

Цепь питания катушек вентилей песочниц при положении реверсора «Вперед»: выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 1688 → зажим 3/7, 8.

От зажима 3/7, 8 цепь: провод 1624 → зажим 12/3 → провод 1666 → штепсельный разъем 25-5 → замыкающий контакт РУ3 → штепсельный разъем 26-13 → провод 1351 → зажим 12/2 → провод 2169 → зажим 7/18 → провод А825 → штепсельный разъем 5 → размыкающий контакт реле РКБ1 → штепсельный разъем 4 → провод А826 → зажим 4/6 → провод 1655 → зажим 18/17 → провод 1652 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1579 → зажим 18/16.

Далее от зажима 18/16 напряжение поступает по цепям:

→ провод 1565 → зажим 4/10 → провод 1558 → штепсельный разъем 7-3 → контакт кнопки КПП → штепсельный разъем 7-4 → провод 1792 → зажим 4/11 → провод 1793 → зажим 18/2 → провод 1794 → катушка вентиля 1КП1 → провод 1673 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14;

→ провод 1651 → катушка вентиля 2КП2 → провод 1669 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14.

Цепь питания катушек вентилей песочниц при положении реверсора «Назад»: от автоматического выключателя АУ по цепи питания катушек вентилей песочниц при положении реверсора «Вперед» до зажима 18/17. От этого зажима цепь: провод 1652 → провод 1659 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Назад» → провод 1677 → зажим 21/16.

Далее от зажима 21/16 напряжение поступает по цепям:

→ провод 1655 → катушка вентиля 2КП1 → провод 1668 → провод 1669 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14;

→ провод 1676 → катушка вентиля 1КП2 → провод 1672 → провод 1673 → зажим 22/14 → провод 1662 → минусовой разъем 2М-14.

Аварийное возбуждение тягового генератора. При выходе из строя автоматического регулирования возбуждения тягового генератора переход на аварийную схему осуществляется установкой переключателя АП (АП.1, АП.2) в положение «Аварийное». При этом обмотки возбуждения U1-U2 возбудителя СВ и U1-U2 генератора Г будут получать питание по отдельным электрическим цепям.

Цепь обмотки U1-U2 возбуждения возбудителя: автоматический выключатель А1 «Возбудитель» → провод 535 → зажим 21/6 → провод 372 → обмотка U1-U2 синхронного возбудителя СВ → провод 371 → зажим 21/9 → провод 352 → шунт Ш5 → провод 539 → зажим 21/10 → провод 536 → резистор возбуждения возбудителя СВВ → резистор аварийного возбуждения САВ1 → провод 358 → часть резистора аварийного возбуждения САВ2 → часть резистора аварийного возбуждения САВ3 → провод 355 → провод 589 → зажим 19/10 → провод 571 → главный замыкающий контакт контактора ВВ → провод 548 → зажим 31/7 → провод 520×2 → минусовой разъем 3М-7, 12.

Для обеспечения плавного трогания тепловоза резистор САВ на первых позициях контроллера включен полностью, уменьшая ток возбуждения возбудителя. С 4-й позиции контроллера машиниста КМ резистор САВ3 шунтируется главным замыкающим контактом контактора КАВ (355, 356), увеличивая ток возбуждения возбудителя и напряжение на выходе тягового генератора. Дальнейшее увеличение тока возбуждения синхронного генератора Г и напряжения на выходе выпрямительной установки ВУ осуществляется только за счет увеличения частоты вращения коленчатого вала дизеля, а вместе с ним — якоря возбудителя СВ и ротора синхронного генератора Г.

Со вторичной обмотки С1-С2 возбудителя переменное напряжение подается на вход выпрямительного моста УВВ. Так как при переводе переключателя в положение «Аварийное» замыкаются его контакты Р4-Р3 и Р4-Р1, шунтирующие тиристоры +Т и –Т, выпрямление переменного тока в выпрямителе УВВ происходит по обычной двухполупериодной схеме с четырьмя силовыми диодами.

Цепи обмотки U1-U2 возбуждения тягового генератора:

⇨ при наличии «плюса» на зажиме С1 синхронного возбудителя СВ цепь собирается от кабеля 366 → предохранитель ПР1 → кабель 361 → контакты Р4-Р3 переключателя режима возбуждения АП.2, замкнутые в положении «Аварийное» → кабель 362 → диод Д1 → кабель 426 → шунт Ш3 → кабель 429 → главный замыкающий контакт контактора КВ → кабель 431 → обмотка возбуждения U1-U2 синхронного генератора Г → кабель 432 → диод Д4 → зажим 2 блока УВВ → кабель 365 → зажим С2 синхронного возбудителя СВ;

⇨ при наличии «плюса» на зажиме С2 синхронного возбудителя СВ цепь собирается от кабеля 365 → зажим 2 блока УВВ → диод Д3 → кабель 426 → шунт Ш3 → кабель 429 → главный замыкающий контакт кон-

Куйбышевская железная дорога - филиал ОАО «РЖД»

тактора КВ → кабель 431 → обмотка возбуждения U1-U2 синхронного генератора Г → кабель 432 → диод Д2 → провод 363 → контакты Р1–Р4 переключателя режима возбуждения АП.2, замкнутые в положении «Аварийное» → кабель 361 → предохранитель ПР1 → кабель 366 → зажим С1 синхронного возбудителя СВ.

Аварийное отключение тяговых двигателей. При выходе из строя одного из тяговых двигателей необходимо выключить соответствующий тумблер ОМ1 — ОМ6 «Отключатели ТЭД». Например, при отключении тумблера ОМ1 его замыкающий контакт (1392, 1564) размыкает цепь питания поездного контактора П1, который своим главным контактом отключает неисправный первый тяговый двигатель.

Размыкающий контакт ОМ1 (1393, 1394) в цепи катушки реле РУ5 шунтирует вспомогательный контакт поездного контактора П1. Второй размыкающий контакт ОМ1 (448, 453) шунтирует потенциометр индуктивного датчика СИД, что приводит к уменьшению мощности тягового генератора. Происходит переход из зоны внешней характеристики в зону селективной со снижением нагрузки на остальные электродвигатели.

Защита тяговых двигателей при боксовании колесных пар. Системы регулирования, обеспечивающие постоянство напряжения генератора в режиме боксования, называются системами формирования жестких внешних характеристик генератора. Эти системы можно подразделить на две группы:

① системы, обеспечивающие постоянство заданного напряжения генератора как в нормальном режиме, так и в режиме боксования (жесткие статические внешние характеристики — ЖСХ);

② системы, поддерживающие постоянное напряжение генератора только в режиме боксования (жесткие динамические внешние характеристики — ЖДХ).

При ЖСХ внешние характеристики генератора по позициям контроллера имеют вид пологих прямых, причем ограничивается лишь максимальная мощность дизеля на данной позиции. К достоинствам системы ЖСХ относится способность сохранять жесткость внешней характеристики генератора при любом числе боксующих осей, а к недостаткам — работа дизеля при постоянной частоте вращения с мощностями, меньшими номинальной, что неэкономично.

В электропередачах переменно-постоянного тока отечественных тепловозов система ЖСХ используется лишь при очень плохих условиях сцепления и является вспомогательной. Системы формирования ЖДХ имеют в статических режимах обычные гиперболические внешние характеристики, а в режимах боксования сохраняют напряжение генератора неизменным. Система формирования ЖДХ внедрена на всех отечественных тепловозах с электропередачей переменно-постоянного тока.

Боксование одной или нескольких колесных пар характеризуется резким увеличением их частоты вращения, а также уменьшением силы тока и силы тяги связанных с ними электродвигателей. Соответственно, уменьшается и ток нагрузки тягового генератора. При отсутствии боксования электрическая схема тепловоза предусматривает работу тягового генератора по внешней гиперболической характеристике, а в случае возникновения боксования — по характеристикам с неизменным напряжением (ЖДХ).

Для обеспечения таких характеристик с неизменным напряжением генератора при боксовании применяется схема регулирования возбуждения от сигнала, пропорционального наибольшему току тяговых двигателей небоксующих колесных пар. Формируют этот сигнал трансформаторы ТПТ1 — ТПТ4 с выпрямительными мостами на выходе. Сигналы (токи) от трансформаторов ТПТ поступают на выпрямительные мосты БС3.3 и БС4, соединенные последовательно. Соответственно, на выходе выпрямительных мостов будет выделяться сигнал, пропорциональный наибольшему из токов тяговых двигателей. В случае боксования это может быть только ток, пропорциональный току тягового двигателя небоксующей колесной пары.

Ток от выпрямительного моста поступает через токовые катушки реле переходов РП1 – РП3 на потенциометры обратной связи ССУ1. Туда же подается и ток от трансформатора ТПН, пропорциональный напряжению генератора. Когда напряжение тягового генератора неизменно, ток электродвигателей небоксующих колесных пар также остается практически неизменным. Суммарный сигнал обратной связи по току и напряжению генератора и сигнал рассогласования, равный разности сигнала обратной связи и сигнала задания, также не изменяются. Следовательно, не изменяются ток возбуждения и напряжение тягового генератора. Генератор при боксовании будет иметь жесткие динамические характеристики по напряжению.

Если начавшееся боксование колесной пары не устранено действием жестких динамических характеристик генератора, то оно прекращается после срабатывания одного из реле боксования РБ1 — РБ3. Реле имеют различную чувствительность при полном возбуждении тяговых двигателей, причем реле РБ1 срабатывает при незначительном боксовании, реле РБ2 — при более интенсивном, а реле РБ3 включается только при работе в режиме ослабленного возбуждения первой или второй ступени. Чувствительность реле РБ3 выше, чем реле РБ1 и РБ2. Обнаружение боксования колесных пар тепловоза основано на сравнении потенциалов якорей каждого из шести тяговых двигателей.

Реле боксования подключены к электродвигателям через блок БДС, способный обнаружить одновременное боксование до пяти колесных пар. Реле подключены непосредственно после якоря (на щеткодержатели) перед обмотками главных и добавочных полюсов. Потенциалы выводов нормально работающих электродвигателей примерно одинаковы. Обусловленный их незначительным различием ток, проходящий от выхода блока БДС по проводу 795, через резисторы СРБ1 — СРБ3, катушки реле боксования РБ1 — РБ3, не может вызвать их включения.

При боксовании потенциал вывода тягового двигателя боксующей колесной пары уменьшается, и разность потенциалов между боксующей и небоксующей колесными парами, сравниваемая в блоке БДС, порождает ток, который, проходя через катушки реле боксования, приводит к их включению. Так как наиболее склонными к боксованию являются первая и шестая колесные пары, рассмотрим работу электрической схемы при боксовании первой колесной пары. Когда возникает боксование колесных пар, первоначально включается реле РБ1. Рассмотрим цепь питания катушки реле РБ1.

Предположим, что в данный момент наибольший потенциал у небоксующего второго электродвигателя. В этом случае собирается цепь: «плюс» выпрямительной установки ВУ → кабели 526×3 и 527×3 → главный замыкающий контакт поездного контактора П2 → кабель 552 → якорная обмотка ТЭД2 → провод 681 → замыкающий контакт поездного контактора П2 → провод 689 → штепсельный разъем 2 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 7 блока БДС.

Далее от блока БДС цепь: провод 795 → провод 791 → часть резистора СРБ1 → провод 796 → катушка реле РБ1 → провод 794 → штепсельный разъем 8 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 9 блока БДС → провод 688 → замыкающий контакт поездного контактора П1 → провод 680 → обмотка дополнительных полюсов ТЭД1 → кабель 581 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 591 → обмотка возбуждения (С1, С2) ТЭД1 → кабель 590 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 541 → шунт Ш1 амперметра А → кабели 524×3 и 525×3 → «минус» выпрямительной установки ВУ.

Реле РБ1 включается, и его замыкающий контакт (1218, 1235) замыкает цепь питания катушки реле РУ17: автоматический выключатель А4 → провод 1307 → зажим 20/3, 4 → провод 1435 → зажим 29/1 → провод 1555 → замыкающий контакт (з.к.) реле времени РВ3 → провод 1557 → вспомогательный з.к. П6 → провод 1385 → вспомогательный з.к. П1 → провод 1386 → вспомогательный з.к. П2 → провод 1387 → вспомогательный з.к. П3 → провод 1388 → вспомогательный з.к. П4 → провод 1389 → вспомогательный з.к. П5 → провод 1218 → з.к. реле РБ1 → провод 1235 → зажим 20/17 → провод 1250 → штепсельный разъем 26-29 → катушка реле РУ17 → штепсельный разъем 26-45 → провод 1713 → зажим 22/8 → провод 1714 → минусовой зажим 2М-8.

Повторитель реле боксования РУ17 имеет четыре контакта:

⇧ размыкающий контакт (1618, 1619) исключает включение контактора КАВ;

⇩ замыкающий контакт (1250, 1230) замыкает цепь питания катушки реле времени РВ2, которое, включившись, своими контактами размыка-

ет цепи питания катушек контакторов ВШ1 и ВШ2, что исключает переход тяговых двигателей в режим ослабления возбуждения;

⇩ замыкающий контакт (1774, 1543) подает напряжение на электромагнит МР5 объединенного регулятора дизеля. В результате работы механизма вывода индуктивного датчика в положение минимального возбуждения генератора падение напряжения на потенциометре СИД принимает минимальное значение. Это приводит к уменьшению мощности тягового генератора;

⇩ замыкающий контакт (482, 484) уменьшает сигнал задания по напряжению тягового генератора.

Падение мощности тягового генератора должно привести к прекращению боксования колесных пар. Если оно продолжается и напряжение на выходе блока БДС увеличивается, то это приводит к включению реле боксования РБ2. Цепь питания катушки этого реле: «плюс» выпрямительной установки ВУ → кабели 526×3 и 527×3 → главный замыкающий контакт поездного контактора П2 → кабель 552 → якорная обмотка ТЭД2 → провод 681 → замыкающий контакт поездного контактора П2 → провод 689 → штепсельный разъем 2 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 7 блока БДС → провод 795 → часть резистора СРБ3 (Р0, Р2) → провод 790 → резистор СРБ2 → провод 798 → катушка реле РБ2 → провод 799 → провод 794 → штепсельный разъем 8 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 9 блока БДС → провод 688 → замыкающий контакт поездного контактора П1 → провод 680 → обмотка дополнительных полюсов ТЭД1 → кабель 581 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 591 → обмотка возбуждения (С1, С2) ТЭД1 → кабель 590 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 541 → шунт Ш1 амперметра А → кабели 524×3 и 525×3 → «минус» выпрямительной установки ВУ.

Реле РБ2 включается, и его замыкающий контакт замыкает цепи питания катушек реле РУ11, реле времени РВ4 и сигнала боксования СБ. Цепь питания катушки реле РУ11: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 1696 → контакты 1 и 3 главного барабана контроллера, замкнутые с 1-й по 15-ю позиции → провод 1604 → зажим 4/17 → провод 1552 → контакт (6-5) ЭПК → провод 1551 → зажим 3/4, провод 1548 → штепсельный разъем 3-19 → контакты тумблера УТ → контакты тумблера ТД → штепсельный разъем 3-20 → провод 1547 → контакт реверсивного барабана контроллера машиниста, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1539 → зажим 5/7 → провод 1538 → зажим 18/20 → провод 1528 → вспомогательный контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1531 → зажим 14/16, 17.

Далее цепь от зажима 14/16, 17: провод 228 → замыкающий контакт реле боксования РБ2 → провод 1420 → замыкающий вспомогательный контакт контактора ВВ → провод 1492 → провод 1421 → зажим 10/2 → провод 1423 → штепсельный разъем 25-37 → катушка реле РУ11 → штепсельный разъем 26-45 → провод 1713 → зажим 22/8 → провод 1714 → минусовой разъем 2М-8.

Реле РУ11 имеет пять контактов:

⇩ замыкающий контакт (1332, катушка РУ17) замыкает параллельную цепь питания реле РУ17, шунтируя замыкающий контакт реле РБ1;

⇩ замыкающий контакт (1308, 1766) замыкает цепь питания лампы ЛН1 «Сброс нагрузки» от автоматического выключателя А4 «Управление возбуждением»;

⇩ замыкающий контакт (482, 699) подключает параллельно потенциометрам задания напряжения генератора потенциометр ССБ1, что приводит к уменьшению сигнала задания напряжения тягового генератора;

⇧ размыкающий контакт (1443, 1766) размыкает цепь питания лампы ЛН1 от автоматического выключателя АУ «Управление общее»;

⇩ замыкающий контакт (1325, 1330) замыкает цепь питания сигнала боксования СБ.

Цепь питания реле времени РВ4: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 1696 → контакты 1 и 3 главного барабана контроллера, замкнутые с 1-й по 15-ю позиции → провод 1604 → зажим 4/17 → провод 1552 → контакт (6-5) ЭПК → провод 1551 → зажим 3/4 → провод 1548 → штепсельный разъем 3-19 → контакты тумблера УТ → контакты тумблера ТД → штепсельный разъем 3-20 → провод 1547 → контакт реверсивного барабана контроллера машиниста, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1539 → зажим 5/7 → провод 1538 → зажим 18/20 → провод 1528 → вспомогательный контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1531 → зажим 14/16, 17.

Далее цепь от зажима 14/16, 17: провод 228 → замыкающий контакт реле боксования РБ2 → провод 1420 → замыкающий вспомогательный контакт контактора ВВ → провод 1436 → замыкающий вспомогательный контакт контактора ВВ → провод 1427 → зажим 10/13 → провод 1428 → катушка реле РВ4 → провод 1497 → зажим 22/8 → провод 1714 → минусовой разъем 2М-8. Замыкающий контакт реле РВ4 с выдержкой времени при возврате (691, 692) шунтирует потенциометром ССБ2 потенциометр ССУ2.3 в канале задания мощности генератора, что приводит к уменьшению мощности генератора.

Цепь питания сигнала боксования СБ: от выключателя АУ по цепи питания катушки реле РВ4 до зажима 10/13, далее провод 1428 → провод 1325 → штепсельный разъем 25-9 → замыкающий контакт РУ11 → штепсельный разъем 25-12 → провод 1330 → зажим 11/13 → провод 1591 → зажим 1/20 → провод 1592 → сигнал боксования СБ → провод 1593 → зажим 1/9 → провод 1295 → минусовой разъем 1М-9.

После отключения реле боксования мощность генератора восстанавливается ступенчато; через 1,5 с восстанавливается задание мощности генератора, а через 3 с после прекращения боксования восстанавливается цепь питания катушек контакторов ВШ1 и ВШ2. Если боксование колесных пар началось при ослабленном возбуждении тяговых двигателей, то получит питание катушка реле РБ3, так как оно более чувствительно к боксованию, чем РБ1 и РБ2.

Цепь питания катушки реле РБ3: «плюс» выпрямительной установки ВУ → кабели 526×3 и 527×3 → главный замыкающий контакт поездного контактора П2 → кабель 552 → якорная обмотка ТЭД2 → провод 681 → замыкающий контакт поездного контактора П2 → провод 689 → штепсельный разъем 2 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 7 блока БДС → провод 795 → часть резистора СРБ3 (Р0, Р1) → провод 793 → замыкающий контакт реле РУ16 → провод 792 → катушка реле РБ2 → провод 797 → провод 799 → провод 794 → штепсельный разъем 8 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 9 блока БДС → провод 688 → замыкающий контакт поездного контактора П1 → провод 680 → обмотка дополнительных полюсов ТЭД1 → кабель 581 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 591 → обмотка возбуждения (С1, С2) ТЭД1 → кабель 590 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 541 → шунт Ш1 амперметра А → кабели 524×3 и 525×3 → «минус» выпрямительной установки ВУ.

Работа электрической схемы при включении реле РБ3 аналогична работе при включении реле РБ2, так как замыкающий контакт РБ3 (1424) расположен параллельно замыкающему контакту РБ2 (228, 1420). Комплексное воздействие защиты от боксования на каналы задания напряжения и мощности генератора позволяет получить различную величину снижения мощности при срабатывании защиты в зависимости от скорости движения тепловоза. Для обнаружения и устранения одновременного боксования всех колесных пар, возникающего при высоких скоростях движения тепловоза и в режиме ослабленного возбуждения тяговых двигателей, применяется реле РП3.

В случае увеличения частоты вращения якорей тяговых двигателей более 2290 об/мин, что соответствует скоростям движения тепловоза 105 — 115 км/ч, включается реле РП3, одновременно являющееся защитой от превышения тепловозом конструкционной скорости. Замыкающий контакт реле РП3 (1451, 1450) замыкает цепь питания катушки реле РУ2.

Цепь питания катушки реле РУ2: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положе-

нии «Вперед» → провод 1696 → контакты 1 и 3 главного барабана контроллера, замкнутые с 1-й по 15-ю позиции → провод 1604 → зажим 4/17 → провод 1552 → контакт (6-5) ЭПК → провод 1551 → зажим 3/4 → провод 1548 → штепсельный разъем 3-19 → контакты тумблера УТ → контакты тумблера ТД → штепсельный разъем 3-20.

Далее цепь от разъема 3-20: провод 1547 → контакт реверсивного барабана контроллера машиниста, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1539 → зажим 5/7 → провод 1538 → зажим 18/20 → провод 1528 → вспомогательный контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1451 → замыкающий контакт реле РПЗ → провод 1450 → зажим 21/13 → провод 244 → штепсельный разъем 25-45 → катушка реле РУ2 → штепсельный разъем 26-41 → провод 2442 → минусовые зажимы 22/18 — 20.

Реле РУ2 имеет два контакта:

⇧ размыкающий контакт (1491, 1490) размыкает цепь питания катушек реле РВЗ и РКВ, что приводит к отключению поездных контакторов, контакторов ВВ и КВ (сброс нагрузки генератора и переключение в режим холостого хода). Для восстановления тягового режима необходимо установить контроллер машиниста на позицию не выше первой, чтобы отключилось реле РУ8, а затем осуществлять набор позиций;

⇩ замыкающий контакт (1443, катушка РУ2) обеспечивает самопитание катушки реле РУ2.

Цепь самопитания катушки реле РУ2: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 1696 → контакты 1 и 3 главного барабана контроллера, замкнутые с 1-й по 15-ю позиции → провод 1604 → зажим 4/17 → провод 1552 → контакт (6-5) ЭПК → провод 1551 → зажим 3/4 → провод 1548 → штепсельный разъем 3-19 → контакты тумблера УТ → контакты тумблера ТД → штепсельный разъем 3-20.

Далее цепь от разъема 3-20: провод 1547 → контакт реверсивного барабана контроллера машиниста, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1539 → зажим 5/7 → провод 1538 → зажим 18/20 → провод 1528 → вспомогательный контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → провод 1531 → зажим 14/16, 17 → провод 1443 → штепсельный разъем 25-31 → замыкающий контакт реле РУ2 → катушка реле РУ2 → штепсельный разъем 26-41 → провод 2442 → минусовые зажимы 22/18 — 20.

При боксовании в аварийном режиме возбуждения генератора защита действует только с 4-й позиции контроллера машиниста. При этом размыкающий контакт реле РУ17 (1618, 1619) размыкает цепь питания катушки контактора КАВ, главный замыкающий контакт которого, размыкаясь, вводит в цепь питания обмотки возбуждения возбудителя добавочный участок резистора САВ3. Это приводит к уменьшению тока возбуждения возбудителя и, как следствие, понижению тока возбуждения и мощности генератора.

При неблагоприятных условиях сцепления колесных пар с рельсами и движении тепловоза на позициях контроллера КМ выше 2-й машинист может, включив тумблер ТОБ, перевести систему регулирования на работу по жестким статическим внешним характеристикам. При этом контакт тумблера ТОБ (1277, 1278) замыкает цепь питания катушки реле РУ18: автоматический выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 1696 → контакт 6 главного барабана контроллера, замкнутый с 3-й по 15-ю позиции → провод 1277 → штепсельный разъем 3-9 → замыкающие контакты тумблера ТОБ → штепсельный разъем 3-14 → провод 1278 → зажим 3/15 → провод 2200 → зажим 11/2 → провод 2154 → штепсельный разъем 26-9 → катушка реле РУ18 → штепсельный разъем 26-45 → провод 1713 → зажим 22/8 → провод 1714 → минусовой разъем 2М-8.

Замыкающий контакт реле РУ18 (482, 484) подключает параллельно потенциометру ССУ2.4 в канале задания напряжения генератора потенциометр ССУ2.5, что приводит к уменьшению задания напряжения генератора.

Защита тяговых двигателей при обрыве обмотки возбуждения. Рабочая катушка реле РОП получает питание при обрыве обмотки возбуждения одного из электродвигателей. В этом случае возникает разность потенциалов между выводами якорных обмоток неисправного и любого исправного ТЭД, что приводит к включению двухкатушечного реле обрыва полюсов РОП.

Из-за отсутствия возбуждения, а, следовательно, и противо-ЭДС потенциал на выводе якорной обмотки неисправного тягового двигателя значительно увеличивается, и на выходе блока БДС (795, 794) появляется разность потенциалов, достаточная для включения реле РОП. Рабочая катушка этого реле (773, 772) включена на выходное напряжение блока БДС параллельно катушкам реле боксования. Рассмотрим цепь питания рабочей катушки реле РОП.

Предположим, что неисправным оказался второй ТЭД, а ближайшим с меньшим потенциалом на выводе якорной обмотки — третий. Тогда цепь питания рабочей катушки РОП: «плюс» выпрямительной установки ВУ → кабели 526×3 и 527×3 → главный замыкающий контакт поездного контактора П2 → кабель 552 → якорная обмотка ТЭД2 → провод 681 → замыкающий контакт поездного контактора П2 → провод 689 → штепсельный разъем 2 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 7 блока БДС → провод 795 → часть резистора СРБ3 (Р0, Р2) → провод 790 → провод 773 → рабочая катушка реле РОП → провод 772 → провод 799 → провод 794 → штепсельный разъем 8 блока БДС → диод блока БДС → штепсельный разъем 3 блока БДС → провод 690 → замыкающий контакт поездного контактора П3 → провод 683 → обмотка дополнительных полюсов ТЭД3 → кабель 583 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 606 → обмотка возбуждения (С1, С2) ТЭД3 → кабель 605 → контакт поездного реверсора, замкнутый в положении «Вперед» → кабель 543 → шунт Ш1 амперметра А → кабели 524×3 и 525×3 → «минус» выпрямительной установки ВУ.

После включения реле его якорь продолжает удерживаться во включенном положении при помощи второй (удерживающей) катушки реле РОП. Цепь питания удерживающей катушки реле РОП: автоматический выключатель А4 → провод 1307 → зажим 20/3, 4 → провод 1435 → зажим 29/1 → провод 1158 → провод 714 → провод 2982 → замыкающий контакт реле РОП → удерживающая катушка реле РОП → провод 2983 → провод 717 → зажим 31/3 → провод 1575 → минусовой разъем 3М-3.

В электрической схеме используются три контакта реле РОП:

⇧ размыкающий контакт (1341, 1359) размыкает цепь питания катушек контакторов КВ и ВВ, что приводит к снятию нагрузки тягового генератора.

⇩ замыкающий контакт (2980, 2981) замыкает цепь питания сигнальной лампы ЛРЗ «Силовая защита»;

⇩ замыкающий контакт (2982, катушка РОП) замыкает цепь питания удерживающей катушки реле РОП.

Цепь питания сигнальной лампы ЛРЗ «Силовая защита»: выключатель АУ → провод 1684 → зажим 4/5 → провод 1685 → контакты блокировки тормоза БУ → провод 1686 → зажим 3/5, 6 → провод 1687 → провод 2217 → контакты реверсивного барабана контроллера, замкнутые в положении «Вперед» → провод 2218 → зажим 6/18 → провод 2215 → зажим 17/17, 18 → провод 2985 → провод 2981 → замыкающий контакт реле РОП → провод 2980 → провод 2986 → зажим 17/7 → провод 2989 → зажим 2/19 → провод 2990 → сигнальная лампа «ЛРЗ» → провод 1755 → зажим 1/16 → провод 1594 → минусовой разъем 1М-6.

Так как удерживающая катушка не дает реле РОП отключиться, контакт РОП (1341, 1359) в цепи питания катушек контакторов КВ и ВВ остается разомкнутым, и холостой ход не включается. Через замкнутый вспомогательный контакт ВВ (1158 и 421) напряжение поступает на катушку реле РУ11, что приводит к включению сигнальной лампы ЛН1 «Сброс нагрузки 1». Для приведения реле в исходное состояние необходимо разомкнуть цепь питания удерживающей катушки РОП (кратковременно выключить автоматический выключатель А4).

(Окончание следует)



«Ермак» должен стать лучшим в мире электровозом!

Ю.В. ГАЗИЗОВ,
канд. техн. наук, начальник отдела новой техники Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД»
О.В. МЕЛЬНИЧЕНКО,
д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Электроподвижной состав» ИрГУПС

С 2003 г. на Восточный полигон железных дорог начали поступать электровозы переменного тока серий ЭП и 2(3)ЭС5К «Ермак» в целях замены отработавших свой ресурс электровозов и пополнения локомотивного парка, состоявшего тогда из электровозов переменного тока серии ВЛ. В настоящее время их поставлено около 2 тыс. ед.

Этому предшествовало более 10 лет резкого падения поставок. Например, в 1989 г. было закуплено 1010 локомотивов, в 1993 г. — 75, в 1997 г. — только 10. Такая ситуация не могла не отразиться на техническом развитии отрасли, в том числе и на наличии высококвалифицированных кадров.

И лишь с 2000-х годов началось восстановление утраченных позиций, что привело к созданию новых образцов локомотивов. Следует отметить труд конструкторов, а также активную деятельность руководства МПС и в дальнейшем ОАО «РЖД» по созданию новой техники в кратчайшие сроки. При этом в конструкцию данных локомотивов были заложены современные устройства. Например, новым шагом стало внедрение микропроцессорной системы управления, что обеспечило повышение эффективности, надежности локомотивов, безопасности движения поездов.

Грузовые электровозы с коллекторным тяговым приводом исторически подтвердили свою эффективность в сложных условиях эксплуатации и холодного климата. Это электровозы, которые получали постоянное эволюционное развитие. Наличие мягких тяговых и тормозных характеристик позволяет осуществлять (в зоне низких и средних скоростей движения грузового поезда по трудному профилю пути) регулирование силы тяги с сохранением ее максимальных значений путем снижения скорости до допустимой величины. Это является очень важным фактором, дающим возможность электровозам преодолевать подъемы большой крутизны (например, на горном профиле пути). Сегодня именно эти локомотивы составляют основу перевозочного процесса на российских железных дорогах.

Прогнозы долгосрочного социально-экономического развития России предполагают достаточно устойчивый рост, и ситуация с формированием объемов перевозок на Восточном полигоне подтверждает такие тенденции. Это соответствующим образом отразится на развитии транспорта и, в особенности, на тяговом обеспечении вождения грузовых поездов, потребует от локомотивного комплекса повышать свою эффективность.

Последние 10 лет проводится целенаправленная работа, связанная с совершенствованием конструкции электровозов 2(3)ЭС5К «Ермак», с повышением их технико-экономических показателей и надежности. Результатом стало приведение показателей готовности и безотказности локомотивов к величинам, заложенным в технических условиях, а также повышение эффективности применения этих электровозов на жизненном цикле, включая эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт.

Примерами данной работы может стать серийное применение новых материалов, современных систем управления, моторно-осевых подшипников качения (внедрение которых позволило увеличить периодичность технического обслуживания до 240 ч, а также снизить воздействие на экологию), улучшение динамики экипажа (например, подвешивание кузова пружинами Флексикойл). Ставится вопрос об увеличении периодичности проведения текущего ремонта в объеме ТР-3 и заводских видов ремонта с учетом текущего состояния и прогнозируемого ресурса оборудования электровоза. Общие тенденции развития конструкции электровоза «Ермак» показаны на рис. 1.

В 2016 г. на Восточно-Сибирской дороге проведены успешные тягово-энергетические испытания электровоза 3ЭС5К № 484 с поосным регулированием силы тяги, которые подтвердили возможность вождения грузовых поездов массой 6300 т на участке БАМа Тайшет — Таксимо.

С этого года начнется изготовление модификации электровозов 3ЭС5К с применением преобразователя ВИП-4000Д с диодным разрядным плечом в цепи выпрямленного тока по проекту специалистов Иркутского государственного университета путей сообщения (ИрГУПС) — победителей конкурса «Новое звено». Это повысит энергетические показатели и надежность работы электровоза, улучшит его электромагнитную совместимость с тяговой сетью.

Таким образом, приобретая технику на десятилетия, ОАО «РЖД», учитывая развитие промышленности, поощряет применение перспективных инновационных технологий и оборудования при изготовлении и проведении заводских видов ремонта. Ключевые принципы при формировании перспективных технических требований — это надежность, эффективность и автоматизация управления.

Вместе с тем, следует отметить, что принципы работы всех серий электровозов переменного тока с тиристорными преобразователями остаются практически без изменений. Сегодня на российских железных дорогах все эксплуатируемые электровозы переменного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями по своим энергетическим показателям не отвечают современным требованиям.

Так, одним из основных энергетических показателей работы электровоза, характеризующих качество и объем потребляемой им электроэнергии, является коэффициент мощности. В настоящее время электровозы при работе не соответствуют требованиям ГОСТ Р 55364–2012 «Электровозы. Общие технические требования», согласно которым коэффициент мощности должен быть не менее 0,9. По сути, до сих пор имеем в некотором смысле энергетически «дырявый» электровоз с сохранением значительных электрических потерь.

Следует акцентировать, что внедрив современные системы управления, мы ответили на вопрос: *чем* управлять? Принципы же регулирования напряжения и силы тока на современных отечественных электровозах переменного тока с тиристорными преобразователями остаются без изменений уже около 50 лет. Ключевой вопрос: *как* управлять — остается открытым.

Кроме того, в настоящее время основными существенными недостатками преобразователя электровоза являются его морально устаревшая полууправляемая тиристорная элементная база и принципы ее управления в режимах тяги и рекуперативного торможения.

Специалисты Дирекции тяги совместно с учеными кафедры «Электроподвижной состав» ИрГУПС продолжают активно решать задачи, поставленные Стратегией развития транспортного машиностроения Компании. В связи с совершенствованием в мире силовых

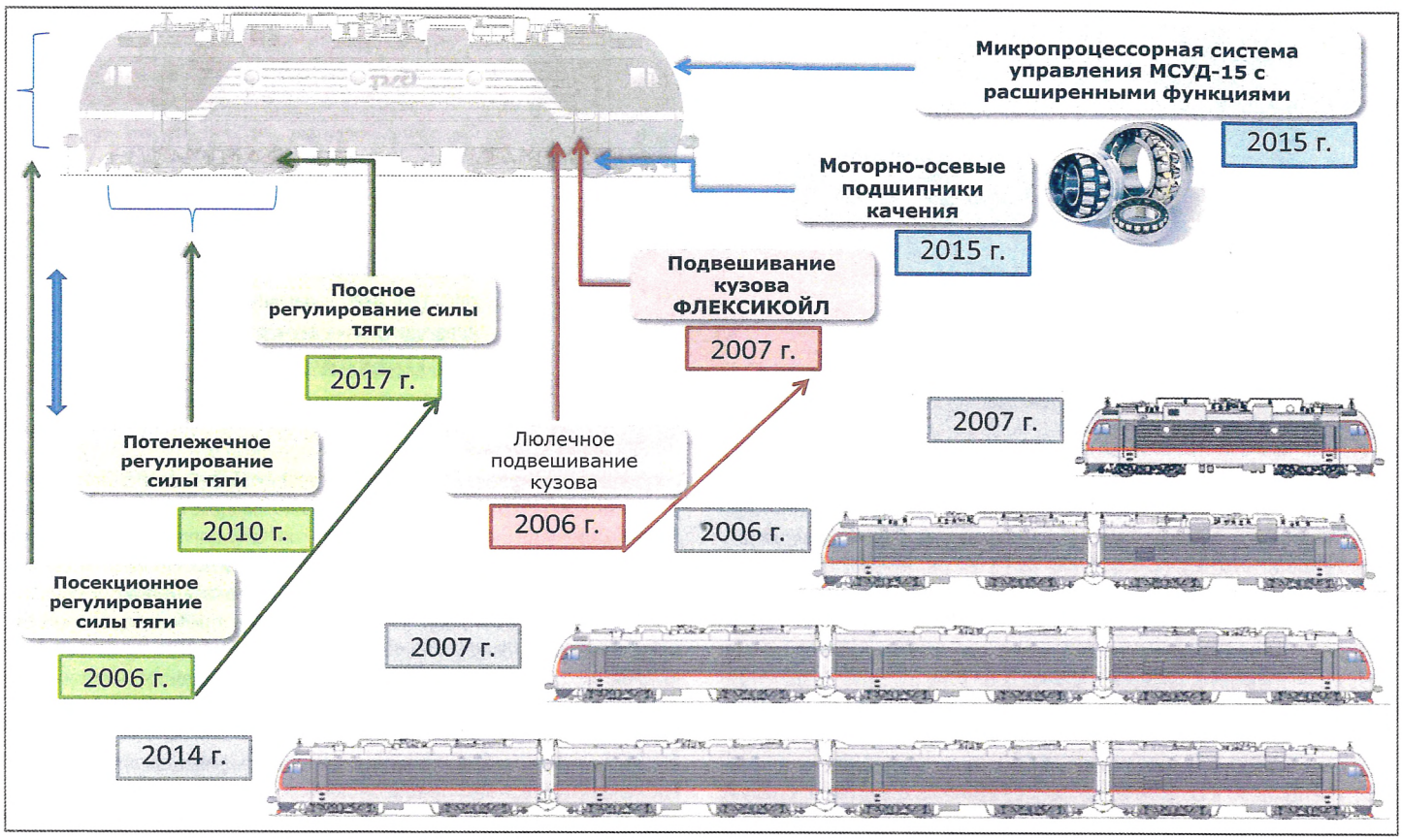


Рис. 1. Тенденции развития конструкции электровозов 2(3)ЭС5К «Ермак»

полупроводниковых приборов появляется возможность значительно снизить затраты электрической энергии на тягу поездов и получить другие существенные преимущества работы электровоза в части управления и диагностики.

В рамках этих решений, учитывая прогрессивные технологии, инициирован проект электровоза **3ЭС5КМ** с выпрямительно-инверторным преобразователем, выполненным на базе IGBT-транзисторов в таблеточном исполнении (изготовленных по технологии PressPack), а также разработанных и апробированных новых алгоритмов их управления.

В прошлом, в 70-х годах, разработчики уже проходили аналогичный этап в развитии преобразовательной техники при переходе от диодных выпрямителей к преобразователям, выполненным на полууправляемых тиристорах. Это позволило создать выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) с плавным регулированием тяговых и тормозных сил при работе электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения.

Применение преобразователей, осуществляющих плавное регулирование силы тяги вместо ступенчатого, позволило улучшить пусковые свойства электровозов и повысить использование силы тяги на 8 — 10 %. К тому же, это дало возможность реализовать режим рекуперативного торможения электровоза, который позволяет не только снизить энергозатраты на тягу поездов на 10 — 18 % в зависимости от профиля пути, но и экономить материальные ресурсы. Эта конструкция неизменна до настоящего времени.

Дальнейшее развитие — это простые решения, которые приближают отечественные электровозы по энергоэффективности к электровозам с асинхронным приводом, имеющим более сложную схемную архитектуру.

Впервые проект выпрямительно-инверторного преобразователя на базе IGBT-транзисторов в таблеточном исполнении, изготовленных по технологии PressPack, был представлен в рамках конкурса «Новое звено» в 2012 г. По мнению многих специалистов, это мероприятие предопределило будущее развитие компании ОАО «РЖД», заложило новый фундамент кадрового потенциала, способный уже сегодня оперативно и качественно решать сложные производственные задачи. В рамках мероприятия «Транспортная неделя — 2016» состоялись презентация проекта и его обсуждение на тематическом круглом столе (рис. 2).

Применение IGBT-транзисторов позволяет решить десятилетиями существовавшую проблему: обеспечение силовых схем электровозов переменного тока надежными ключевыми элементами, обладающими полной управляемостью.

Идея предлагаемого принципа управления таким преобразователем заключается в том, что при использовании IGBT-транзисторов имеется возможность управлять включением и выключением плеча в необходимые моменты времени. Время включения и выключения плеч выбирается таким образом, чтобы компенсировать индуктивный характер нагрузки и исключить сдвиг фаз между током и напряжением сети. Такой подход предлагается не только для выпрямительно-инверторного преобразователя и выпрямительной установки возбуждения с сохранением существующих габаритов



Рис. 2. Команда разработчиков выпрямительно-инверторного преобразователя на базе IGBT-транзисторов в таблеточном исполнении, изготовленных по технологии PressPack. Слева направо: Ю.В. Газизов, О.В. Мельниченко и С.В. Власьевский (д-р техн. наук, профессор ДВГУПС) у макета нового преобразователя

анного оборудования, но и для замены ин-
уктивных шунтов системы ослабления поля
тяговых электродвигателей.

Данное схемное решение позволяет так-
е использовать независимое возбуждение
ягловых двигателей при трогании с места и
переходе на сериесное (последовательное)
озбуждение при дальнейшем разгоне, что
ервые станет возможным для данного
типа электровозов. В итоге мы получим тех-
нику, которая максимальным образом при-
ижает нас к выполнению заданных экс-
луатационных требований, но в то же время
обеспечивает синтез технических решений и
оптимальной стоимости жизненного цикла.

Проведенный комплекс аналитических
лабораторных исследований подтвердил
заявленные преимущества. Так, в рамках
аучно-исследовательских работ (по плану
аучно-технического развития ОАО «РЖД»)
и при поддержке Гранта ОАО «РЖД», направ-
ленного на развитие научно-педагогических
кол железнодорожного транспорта в ла-
ратории ИрГУПС создан эксперименталь-

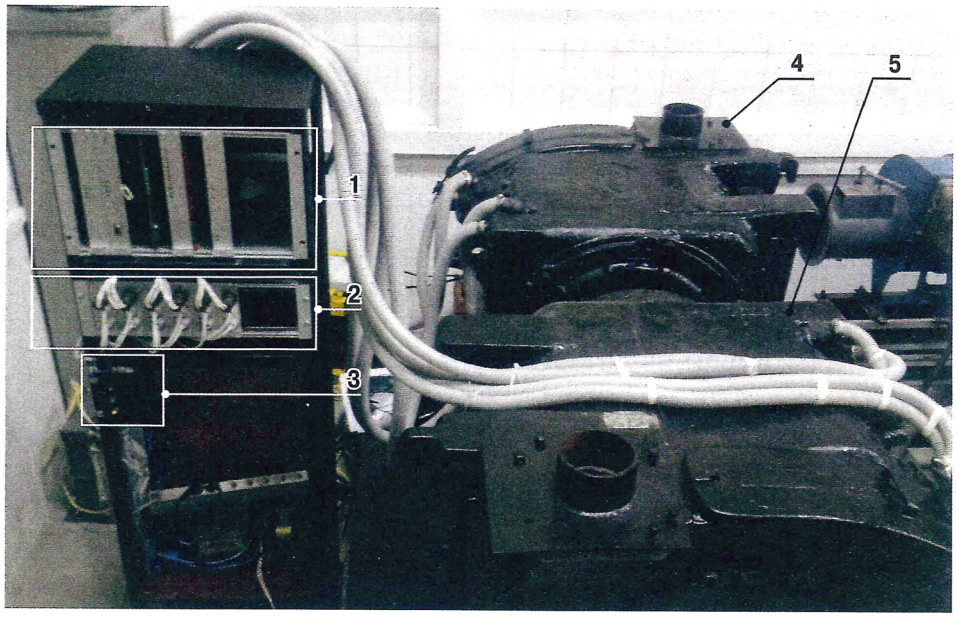


Рис. 3. Стенд для исследования работы ВИП-М в режимах тяги и рекуперативного торможения в лаборатории «Мини-депо» ИрГУПС:
1 — БУ ВИП-М; 2 — блок драйверов; 3 — регуляторы напряжения ВИП-М, ВУВ-М и вспомогательного преобразователя; 4 — тяговый двигатель Д1; 5 — тяговый двигатель Д2

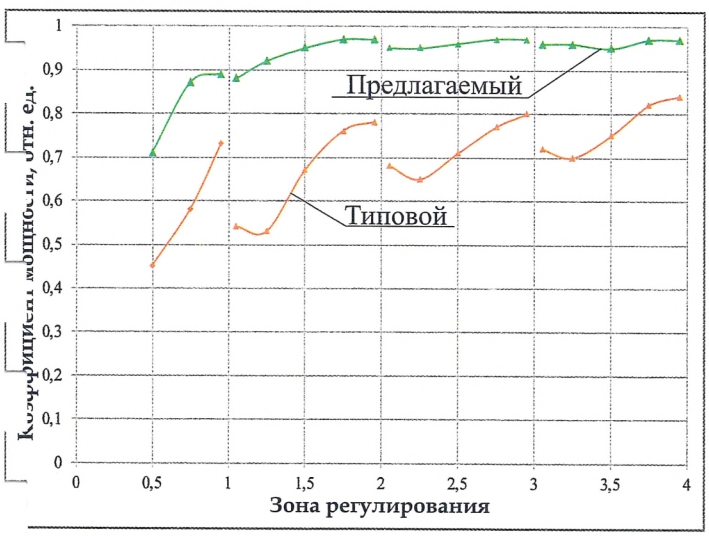


Рис. 4. Зависимость коэффициента мощности электровоза для типового и предлагаемого ВИП от зоны регулирования в режиме тяги

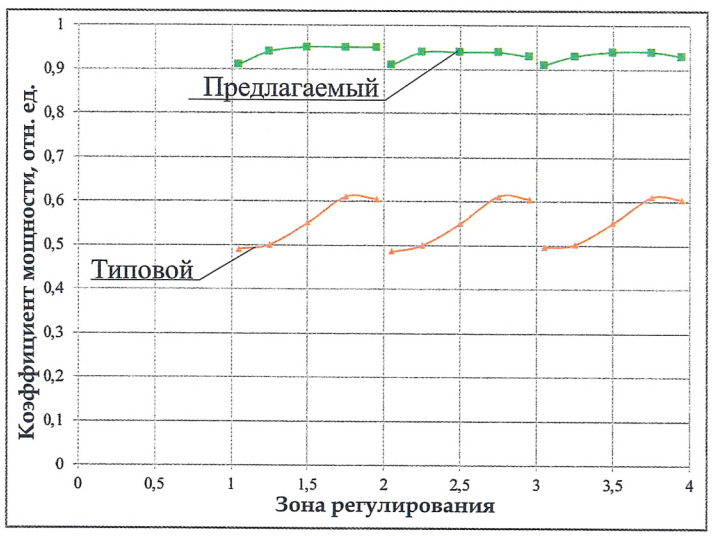


Рис. 5. Зависимость коэффициента мощности электровоза для типового и предлагаемого ВИП от зоны регулирования в режиме рекуперативного торможения

ий стенд, состоящий из тягового трансформатора, гибридного ВИП, сглаживающего реактора, нагрузки в виде тягового двигателя Н5-514, пульта управления и системы измерений (рис. 3).

При проведении предварительных испытаний были получены диаграммы электромагнитных процессов на первой и высших зонах регулирования. Коэффициент мощности на первой зоне регулирования увеличился с 0,45 до 0,83, а на высших зонах регулирования — с 0,73 до 0,97.

Опираясь на экспериментальные данные, получено, что при одной и той же полной мощности в первичных обмотках тяговых трансформаторов электровозов предлагаемый электровоз потребляет в 2,5 раза меньше реактивной мощности, а активная мощность в равных условиях выше на 25 %. Это позволит сократить потери как в электровозе, так и в сети, а также снизит нагрузку системы электровоз — тяговая сеть.

На рис. 4, 5 приведены зависимости коэффициента мощности от величины выпрямленного напряжения типового и предлагаемого ВИП для режимов тяги и рекуперативного торможения.

Кроме того, учитывая малоизученные возможности драйверов управления транзисторами, после проведения экспериментальных работ будет осуществлен пересмотр существующей архитектуры силовой схемы электровоза с исключением из ее состава таких вспомогательных элементов, как: блок балластных резисторов, индуктивный шунт, быстродействующая защита, системы слежения за потенциальными условиями и коммутацией и др.

Учитывая приоритеты развития и заинтересованность Дирекции тяги в приобретении надежного и эффективного грузового электровоза, в 2017 — 2018 гг. совместно с Новочеркасским электровозостроительным заводом намечен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию модификации электровоза серии 3ЭС5КМ.

В 2020-х годах предполагается массовое списание отработанных свой ресурс электровозов серии ВЛ. Значительно возрастет потребность локомотивов, и замена им должна быть уже на то время подготовленной, отработанной и отлаженной.

Поэтому необходимо, учитывая более чем 70-летний отечественный опыт эксплуатации электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями, к тому времени интегрировать его с современными мировыми технологиями и получить лучший в мире отечественный электровоз своего класса, обладающий высокой энергетической эффективностью и лучшими регулировочными способностями по сравнению с аналогами.

ОСОБЕННОСТИ ЦЕПЕЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ЧС7

Инж. **И.А. ЕРМИШКИН,** г. Ожерел

Для определения технического состояния электрических аппаратов и цепей на каждом электровозе ЧС7 установлено дополнительное оборудование:

- сигнальное табло 802 и лампы в промежуточных коридорах;
- сигнальные лампы положения ПБК в кабинах машиниста;
- панели сигнализаций в кабинах машиниста.

ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ СИГНАЛЬНОГО ТАБЛО 802

Общий вид сигнального табло показан на рис. 1. Конструктивно это — аппарат марки AU034, модернизированный по сравнению с ранее применявшимся сигнализатором А133 на электровозах серии ЧС2. Он состоит из десяти отдельных низковольтных реле RP-100, закрепленных на стальных рейках. В свою очередь рейки закреплены болтами на изоляционном основании. По бокам основания имеются выводы для подключения цепей управления электровозом.

На основании закреплен стальной каркас, закрытый прозрачной крышкой, на которую нанесены наименования отдельных реле. Эти надписи (они есть также на самих реле и различаются в зависимости от номера электровоза) указывают на сработавший аппарат защиты силовых цепей. Внутренний монтаж (рис. 2) выполнен таким образом, что девять первых реле через свои замкнутые блок-контакты создают цепь питания реле «Ход». Крайнее правое реле «Т» своими блокировками подает напряжение на реле «Тормоз».

В конструкции реле применяют только две пары блок-контактов: слева расположены размыкающие, справа — замыкающие. При подаче питания на реле срабатывает якорь, перемещая механический сигнализатор в красное поле, по которому легко определить, какое из данных устройств сработало.

Конструкция аппаратов защиты такова, что при срабатывании одного из них размыкающие блок-контакты обесточивают цепи управления, а замыкающие блок-контакты подают напряжение на определенное реле блинкерного сигнализатора 8021 или 8022 (рис. 3). При этом сигнальное реле срабатывает и размыкает свою блокировку в цепи включения реле защиты «Ход» 806 или «Тормоз» 804.

Одновременно от провода 9911(2) через кнопку «Восстановление защиты» 8361(2) ток протекает по проводу 9961(2) через собственную блокировку. Поэтому каждое включенное сигнальное реле встает на самоподпитку. Сработавшее реле можно определить по красному сигнальному указателю. Для восстановления реле необходимо нажать на кнопку 836 и разорвать цепь самоподпитки.

В зависимости от серии электровоза в цепи управления н скольких сигнальных реле были внесены изменения. Так, все си нальные реле табло 8021 и 8022 получают питание от провода 500 через А3В 8101(2), общий провод 9911(2). Далее ток протекает г нескольким параллельным цепям (в зависимости от вида реле).

Первоначально сигнальные реле **025** и **026** включались чере блокировки 1-2 соответствующего реле перегрузки тяговых двиг телей (ТД) РП 025 или 026 по проводам 997 или 998. На электровоз с серии Е6 сигнальное реле 025 получило обозначение «208/217», реле 026 стали маркировать «025/026».

Сигнальное реле **208/217** включается через блокировки 1-2 т плового реле 208 мотор-компрессора или блокировку 1-2 теплов го реле 217 мотор-вентилятора. Цепь тока: провод 9971(2) → катуш ка сигнального реле 208/217 → провод 999.

Сигнальное реле **025/026** включается через параллельно вкл ченные блокировки 1-2 реле перегрузки ТД 025 или 026: прово 9981(2) → катушка сигнального реле 025/026 → провод 999.

Сигнальное реле **015** на сериях до Е4 включается от провод 9911(2) через блокировку 1-2 дифференциального реле 0151(: провод 5611(5550) → блокировка 67-68 (69-70) ПБК 3301 → прово 5720 (5560) → блокировка 67-68 (69-70) ПБК 3302 → провод 573 (5612) → катушка сигнального реле 015 → провод 999.

С серии Е4 в цепи сигнального реле **015** заменены блокиров 67-68 и 69-70 промежуточного контроллера ПБК330 блокировк ми реле F, которые также срабатывают и размыкают свои контакт только на одной, переходной, 21-й позиции. Кроме того, прово 5720 и 5560 соединены между собой через контакты 5-6 перекл чателя 0182 «Авария БВ».

Сигнальные реле 015 на локомотивах с поставки Е6 в обеих се циях получают питание только от одного А3В — 8101. При этом н пряжение от провода 9911 поступает через контакты блокиров 2к3 — 5к3 реле F ПБК 3301, провод 5720 и блокировки 3к3 — 6к реле F ПБК 3302 на провод 5550. От него питание подается чере блокировку 5-6 дифференциального реле 0151 на провод 5730 катушку сигнального реле 015 секции № 1, а через блокировку 5 дифференциального реле 0152 — на провод 5612 и катушку си нального реле 015 секции № 2. Кроме того, провода 5730 и 56 соединены между собой через контакты 5-6 переключателя 01 «Авария БВ».

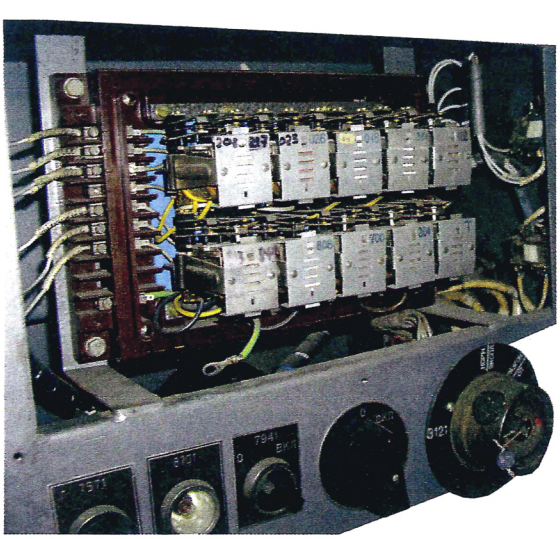


Рис. 1. Общий вид блинкерного реле

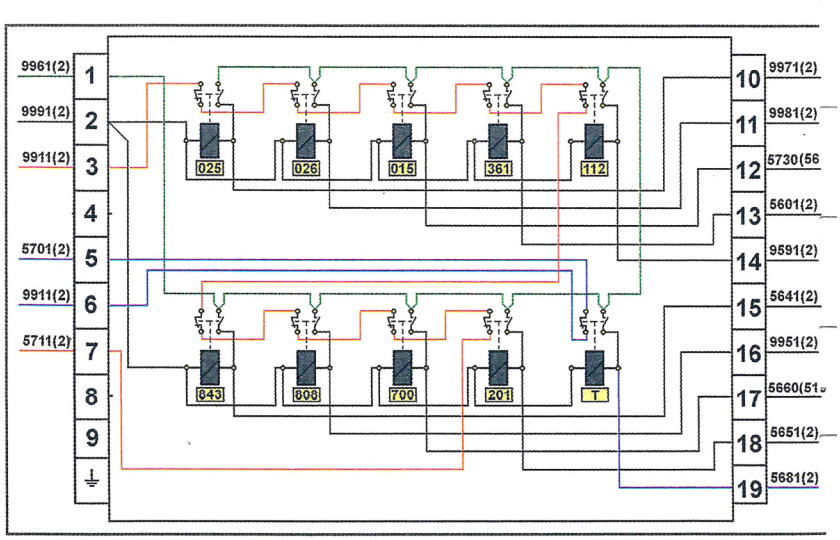


Рис. 2. Внутренний монтаж блока

Сигнальное реле **361** (или **067/068** с серии Е6) включается через блок-контакты 9-10 реле защиты от боксования 067 или 068: провод 5601(2) → катушка сигнального реле 067/068 → провод 999. Катушка данного сигнального реле также получает питание при срабатывании и замыкании контактов реле времени 3611(2).

Сигнальное реле **112** включается через блок-контакты 5-6 реле напряжения 112: провод 9591(2) → катушка сигнального реле 112.

Сигнальное реле **843** получает питание через блок-контакты 3-4 реле времени 829 от провода 5631(2): контакты 33-34 переключателя «Ход-Тормоз» 0721(2), замкнутые в положении «Ход», → провод 5641(2) → катушка сигнального реле 843. Реле **843** включается. В случае перегрева пускотормозных резисторов и замыкания контактов тепловых датчиков 843 и 844 подается питание на провод 5631(2), контакты 33-34 переключателя «Ход-Тормоз» 0721(2), провод 5641(2), катушку сигнального реле 843.

Сигнальное реле **808** включается через блок-контакты 1-2 БВ 0211(2): провод 9921(2) → блокировка линейного контактора 0291(2) → провод 9931(2) → контакты 39-40 переключателя «Ход-Тормоз» 0711(2) → провод 9941(2) → блокировка реле 8081(2) → катушка сигнального реле 808. В цепи сигнального реле 808 секции № 2 параллельно блокировке контактора 0292 включена блокировка линейного контактора 0602.

Сигнальное реле **700** получает питание через блок-контакты 1-2 реле перегрузки 7001(2): провод 5660 (5192 — в секции № 2) → катушка сигнального реле 700. На С-соединении ТД сигнальное реле 700 в секции № 1 будет включаться также и при срабатывании любого сигнального реле табло 8022 в секции № 2. В этом случае реле получает питание от провода 5000 через АЗВ 4761(2): блок-контакты 85-86 ПБК 3301(2) → блокировка реле защиты «Ход» 8062 → провод 5570 → блокировка контактора 4791 → провод 5660 → катушка сигнального реле 700.

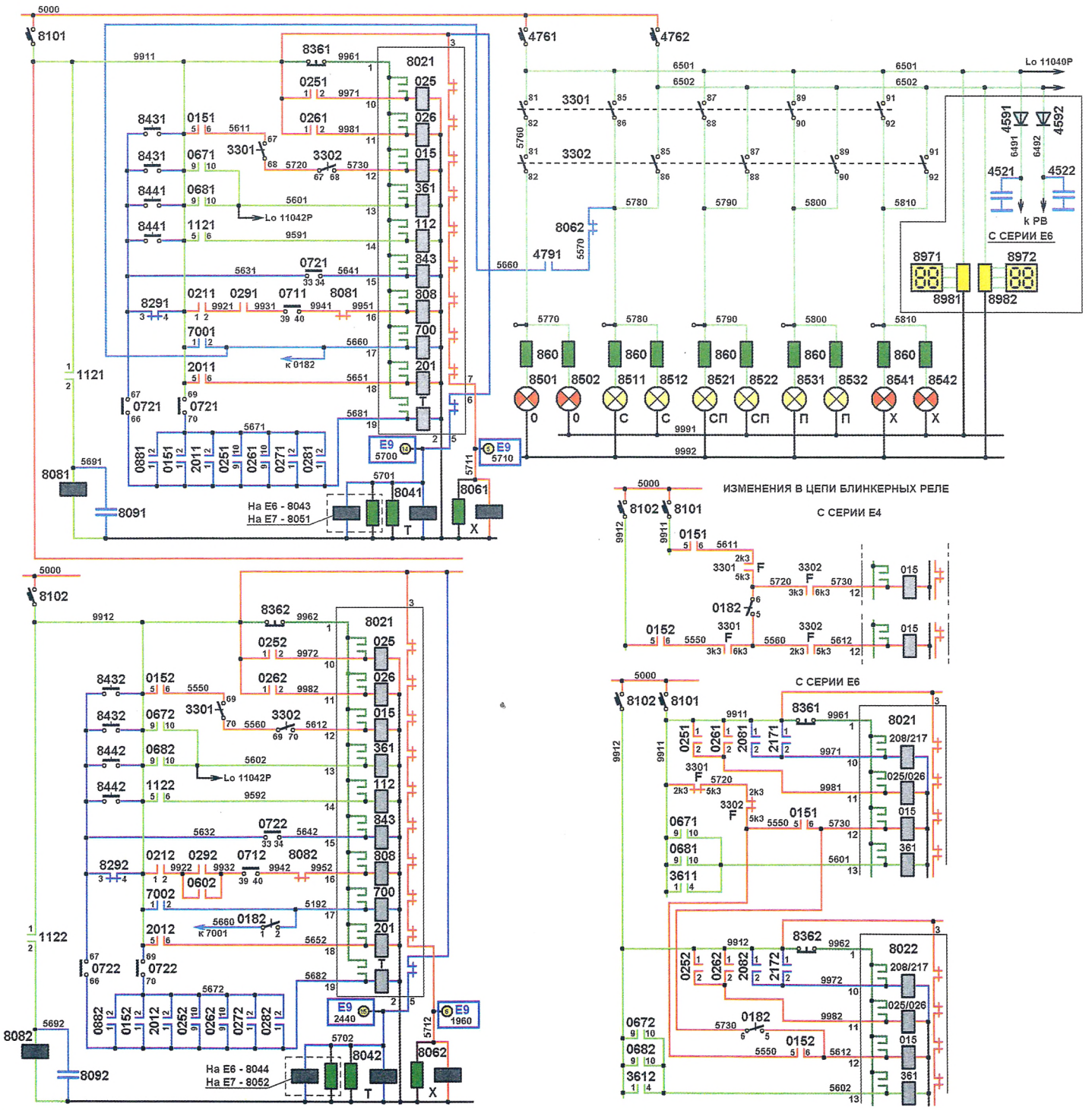


Рис. 3. Цепи управления сигнального табло 802 и ламп положения ПБК330

Сигнальное реле **201** (катушка реле 201) получает питание от провода 5651(2) через блок-контакты 5-6 дифференциального реле 2011(2).

В режиме электродинамического торможения сигнальное реле **Т** включается через блок-контакты 69-70 переключателя «Ход-Тормоз» 0721(2): провод 5671(2) → параллельно включенные блокировки 1-2 реле перегрузки 088 → контакты 1-2 дифференциальных реле 015 или 201 → блокировки 9-10 реле перегрузки ТД 025 или 026 → блокировки 1-2 реле перегрузки ТД 027 или 028 → провод 5681(2) → катушка сигнального реле Т.

Реле Т включается также после срабатывания контактов тепловых датчиков 843 и 844 или реле времени 829 при перегреве пускотормозных резисторов. В этом случае получает питание провод 5631(2). Далее ток протекает через контакты 67-68 переключателя «Ход-Тормоз» 0721(2), провод 5681(2) и катушку Т.

После перевода переключателя 0182 в положение «Авария БВ» вступает в работу сигнальное табло 8021(2). Катушки реле 015 и 700 включаются параллельно. В этом случае при срабатывании дифференциального реле 015 или 700 на одной из секций электровоза срабатывают одновременно сигнальные реле 015 сигнализатора 802 на двух секциях. Когда поезд следует на С-соединении ТД с включенным БВ 0211 и срабатывает сигнальное реле на секции № 2, БВ 0211 отключается со срабатыванием сигнальных реле 700 в обеих секциях. Чтобы восстановить сигнальные реле, на блинкерном сигнализаторе 8021(2) необходимо одновременно нажать кнопки 8361(2) секций или обесточить цепи управления, отключив выключатель АЗВ 810 передней секции, нажать кнопку 836 задней секции, после чего вновь включить АЗВ 810.

В нормальном состоянии напряжение подается от провода 991(2) на несколько устройств:

- реле защиты «Ход» 806 — через выводы 3-7 табло 802 и провод 5711(2);
- реле защиты «Тормоз» 804 — через выводы 6-5 табло 802 и провод 5701(2).

На электровозах с серии Е9 в кабинах машиниста установлены дополнительные блоки диагностики 838 и 839. Это привело к изменению номеров проводов, подающих напряжение на катушки реле 806: вместо проводов 5711(2) ввели маркировку 5710 (1960); реле 804 (5701, 5702) стали обозначать 5700 (2440). Данные межкузовные провода подводят напряжение на соответствующие светодиоды панелей диагностики.

ЦЕПИ СИГНАЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ПБК330

На пульте управления кабины машиниста (рис. 3) расположены пять сигнальных ламп указателя положения ПБК 3301(2):

«**0**» — нулевая позиция ПБК 330;

«**Х**» — ходовые позиции 20, 38, 56 ПБК;

«**С**» — последовательное соединение ТД;

«**СП**» — последовательно-параллельное соединение ТД;

«**П**» — параллельное соединение ТД.

Сигнальные лампы «**0**» 8501(2) получают питание от провода 5000: АЗВ 4761 → провод 6501 → блок-контакты 81-82 ПБК 3301 → провод 5760 → блок-контакты 81-82 ПБК 3302 → провод 5770 → токоограничивающий резистор 860 → сигнальные лампы 8501(2) → провод 9991(2).

Сигнальные лампы «**С**» 8511(2) запитываются от АЗВ 4761(2): провод 6501(2) → блок-контакты 85-86 ПБК → провод 5780 → токоограничивающий резистор 860 → лампы 8511(2) → провод 9991(2).

Сигнальные лампы «**СП**» 8521(2) получают питание от АЗВ 4761(2): провод 6501(2) → блок-контакты 87-88 ПБК → провод 5790 → токоограничивающий резистор 860 → сигнальные лампы 8521(2) → провод 9991(2).

Сигнальные лампы «**П**» 8531(2) оказываются под напряжением после включения АЗВ 4761(2): провод 6501(2) → блок-контакты 89-90 ПБК → провод 5800 → токоограничивающий резистор 860 → лампы 8531(2) → провод 9991(2).

Сигнальные лампы «**Х**» 8541(2) получают питание по цепи: провод 6501(2) → блок-контакты 91-92 ПБК → провод 5810 → токоограничивающий резистор 860 → лампы 8541(2) → провод 9991(2).

На электровозах с серии Е6 для сигнализации о набранной позиции ПБК применили дополнительное устройство, состоящее из датчика позиций, закрепленного на валу главного барабана, и указателя позиций. Вместо ламп «0», «Х» и «Ш» в кабине машиниста установили светодиоды.

ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Панели сигнализации о неисправностях оборудования электровоза 827 и 828 (рис. 4) расположены в кабинах машиниста. Каждая из них состоит из 10 ламп h1 — h10, подключенных к цепям управления через добавочный резистор r1 — r10. При этом лампы h1 — h8 соединены с «минусом» батареи через вывод b4. Лампа h10 введена в цепь сигнализации давления масла в картере компрессора. Лампа h9

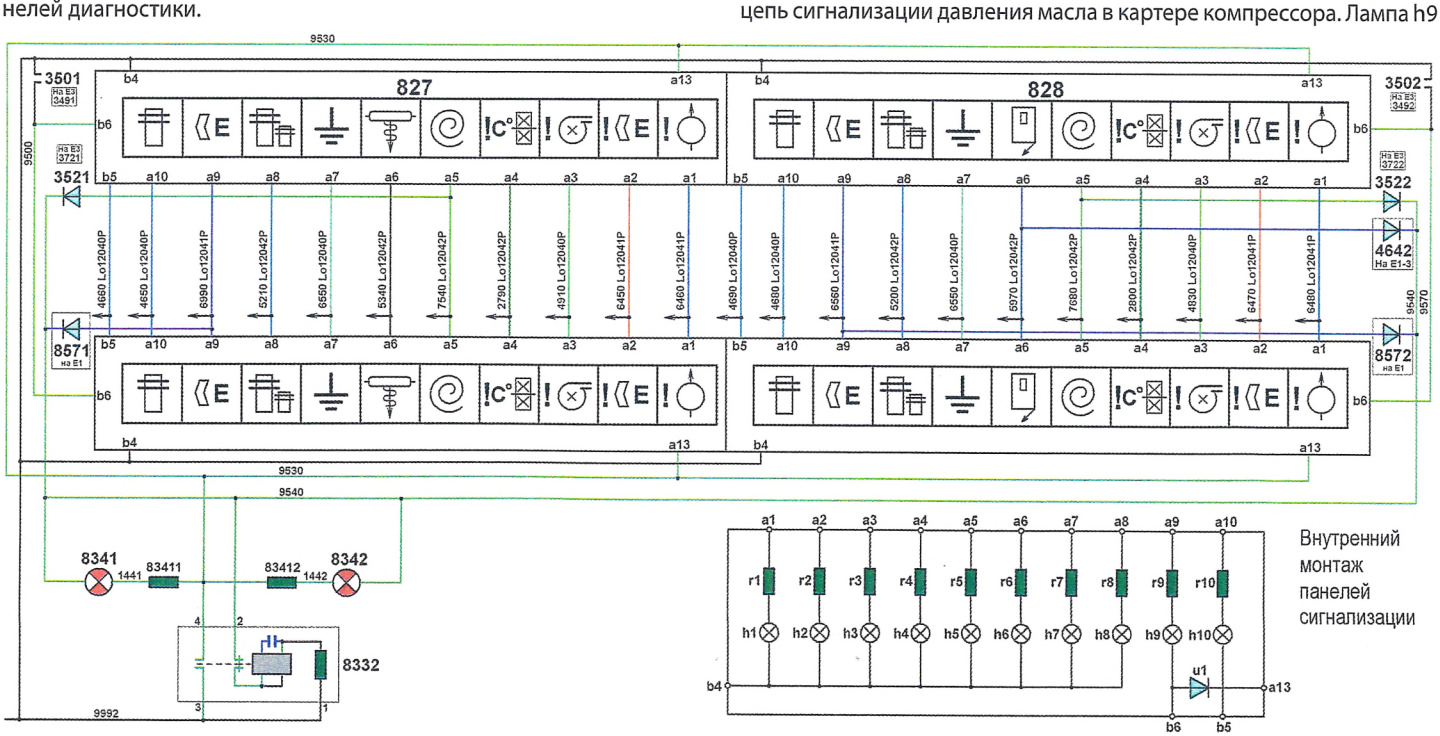


Рис. 4. Цепи управления панелей сигнализации 827 и 828



Рис. 5. Общий вид панелей диагностики в кабине машиниста



Рис. 6. Цепи питания панели 838



Рис. 7. Цепи питания панели 839

показывает процесс сбора схемы электродинамического тормоза.

При сборе схемы электродинамического торможения лампа через вывод а13 и провод 9530 соединяется с «минусом» батареи через блокировку 3-4 импульсного реле 8332. Это приводит к прерывистому свечению лампы. После сбора схемы срабатывает реле 349 (350 — на машинах с серии Е8), которое своими блокировками соединяет выводы b4 и b6. После этого лампа будет гореть постоянно.

Питание на катушку импульсного реле 8332 подается через его собственную блокировку от провода 9540 через диоды 3721(2) и 4642 при возникновении юза или открытии двери между секциями. Благодаря наличию конденсатора реле работает в импульсном режиме с некоторой выдержкой времени. Это приводит к прерывистому свечению лампы 8341(2) сигнализации дефектов.

ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ ДИАГНОСТИКИ

На электровозах с серии Е9 в кабинах машиниста установлены дополнительные панели диагностики (рис. 5). Данное оборудование позволяет контролировать работу цепей управления при включении различных аппаратов и реле. Конструктивно каждая из панелей — 838 (рис. 6) или 839 (рис. 7) — состоит из 20 светодиодов, подключенных к контрольным точкам цепей управления электровоза (см. рис. 3 и схемы цепей управления в журнале «Локомотив» № 7 — 9, 2016 г.).

Поскольку информация о включении аппарата передается как в кабину № 1, так и в кабину № 2, в цепи управления внесли соответствующие изменения. Так, в отличие от предыдущих серий локомотивов ЧС7 напряжение на катушку реле или определенного контактора подается по общему для двух секций проводу (последняя цифра «0» в обозначении), а затем — на соответствующую точку в панелях диагностики. Это потребовало изменить в нумерацию проводов цепей управления тех аппаратов, включенное состояние которых контролируют блоки диагностики в кабинах машиниста.

Данные изменения позволяют локомотивным бригадам постоянно контролировать состояние цепей управления, снизить время на поиск неисправностей и сбор аварийной схемы.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

На НЭВЗе изготовили более 500 тяговых двигателей для магистральных тепловозов 2ТЭ25КМ

Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») передал Брянскому машиностроительному заводу (АО «УК "БМЗ"», также входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») более 500 тяговых двигателей с опорно-осевым подвешиванием ДТК-417Ц для магистральных грузовых тепловозов 2ТЭ25КМ.

Выпуск двигателей для тепловозов является важнейшей частью реализуемой в холдинге программы развития межзаводской кооперации, осуществляется в рамках российской программы импортозамещения и входит в перечень основных инвестиционных проектов Минпромторга России по приоритетным направлениям гражданской промышленности. Продукция НЭВЗа призвана заменить двигатели, которые ранее приобретались на Украине.

Особенность двигателей ДТК-417Ц — сварная конструкция остова и подшипниковых щитов. Применение оригинальных конструктивных решений позволило унифицировать часть необходимых деталей, полностью исключить технологический литейный брак, достичь большей эффективности изоляции узлов двигателя, обеспечить минимальные расходы покупателей в течение жизненного цикла, требуемую надежность и безопасность при эксплуатации.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

АППАРАТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ И ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ ЭП1

Инж. **А.А. ПОТАНИН,**
преподаватель Юго-Восточного учебного центра профессиональных квалификаций, г. Воронеж

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОНТАКТОРЫ

Свое название эти аппараты получили потому, что для их привода применяют электромагниты — катушки и сердечники. Электромагнитные контакторы используют для включения вспомогательных машин, печей обогревателей, а также части контакторов в цепях управления. Контакторы могут быть с прямоходовым движением подвижных контактов и с поворотным движением; однополюсные (одна пара силовых контактов) и двухполюсные (две пары силовых контактов).

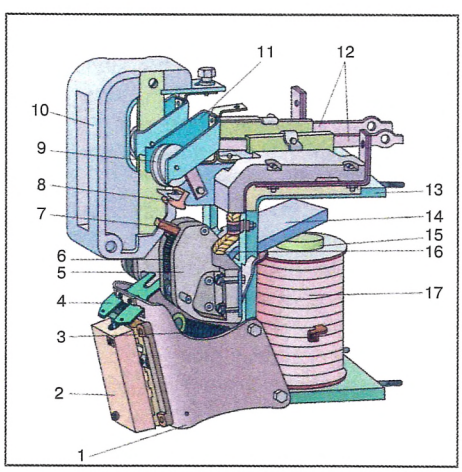


Рис. 1. Контактор с поворотным движением МК-9 (МК-84):
1 — скоба; 2 — блокировочные контакты; 3 — выключающая пружина; 4 — привод блокировок; 5 — держатель подвижных контактов; 6 — пружина нажатия; 7 — подвижный контакт; 8 — неподвижный контакт; 9 — дугогасительная катушка; 10 — дугогасительная камера; 11 — кронштейн; 12 — выводы;13 — ярмо; 14 — якорь; 15 — сердечник; 16 — гибкий шунт; 17 — катушка

Устройство контактора с поворотным движением показано на рис. 1. При подаче питания на катушку контактора 17 создается магнитное поле, которое замыкается по цепи: сердечник 15 → ярмо 13 → якорь 14. Якорь поворачивается и притягивается к сердечнику. Подвижные контакты 7 подходят к неподвижным 8 и замыкаются, перемыкаются блокировочные контакты 2. Пружина 6 обеспечивает нажатие и провал контактов. Для отключения контактора после снятия питания с катушки 17 служит пружина 3. Контакты 7 и 8 размыкаются, возникающая дуга растягивается магнитным полем витка 9 и гасится в дугогасительной камере 10.

Контакторы с прямоходовым движением подвижных контактов (рис. 2) обладают большим быстродействием на отключение благодаря легкой подвижной системе и наличию между якорем и сердечником немагнитной (бронзовой) пластины. Последняя исключает залипание якоря.

Назначение и технические характеристики контакторов приведены в табл. 1.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ, РЕЛЕ ВРЕМЕНИ И ЗАЩИТЫ

Промежуточные реле применяют, чтобы увеличить число переключений в нескольких независимых цепях (не связанных электрически). Реле времени предназначены для переключения цепей с выдержкой по времени. Реле контроля напряжения, реле заземления и контроля «земли» служат для защиты цепей и оборудования электровоза от аварийных режимов работы.

Конструкции промежуточных реле (рис. 3), реле времени, реле заземления, контроля «земли» и напряжения максимально унифицированы. Устройства отличаются друг от друга числом блокировочных контактов мостикового типа и их состоянием при обесточенной катушке реле (числом замкнутых и разомкнутых контактов).

На реле заземления РЗ-303 катушка состоит из двух обмоток: включающей и удерживающей. При подаче питания 50 В посто-

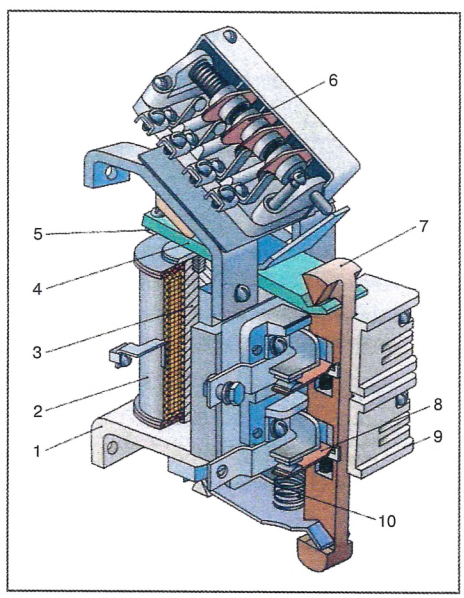


Рис. 2. Контактор с прямоходовым движением МК-8-01:
1 — ярмо; 2 — катушка; 3 — сердечник; 4 — якорь; 5 — немагнитная пластина; 6 — блокировочные контакты; 7 — изоляционная тяга; 8 — контакты; 9 — дугогасительная камера; 10 — отключающая пружина.

Таблица 1

Назначение и технические данные контакторов

Наименование показателей	МК-32	МК-9	МК-84	МК-8-01	МК-45	МК-63	МК-68	МК-69	МК-72
Номинальное напряжение, В (постоянный/переменный ток)	–/380		380	–/50	50/380				
Номинальный ток, А	150			60	80	50			
Число полюсов	1	2			2			1	2
Назначение	Цепи пусковых резисторов	Цепи компрессора	Цепи вентиляторов	Переключение питания цепей управления от аккумуляторной батареи на шкаф питания	Цепь кондиционера	Цепи вспомогательных машин (низкая частота) и МСУД	Цепи нагревателей кабины и стекол	Цепь шкафа питания	Цепи питания выпрямительно-инверторных преобразователей

	с поворотным движением	с прямоходовым движением
Раствор, мм	15 ± 1	6,0 + 1
Провал, мм	3 ± 1	2... 4
Нажатие, кгс/см²	3,5	2,5

Таблица 2

Технические данные и назначение промежуточных реле и реле времени

(раствор — 3,5 ± 0,5 мм, провал — 2,5 ± 0,5 мм, нажатие — 0, 25 кгс/см²)

Наименование показателя	РП-274, РП-277, РП-279, РП-280, РП-282, РП-283	РЭВ-294, РЭВ-597	РЭВ-300, РЭВ-301, РЭВ-49	РЗ-303	РКЗ-306	РКН-4-04	РКН-4-06	РКН-35-01	РКН-37
Выдержка времени, с		2... 3/ 0,5... 1	1... 1,5	—					
Число контактов (замыкающие/ размыкающие)	–/1 –/2 2/– 2/2 4/– 3/1	–/2 1/2	–/2 1/2 3/–	2/2	2	2/2		1/1	2/2
Назначение	Цепи управления	Реле времени	Реле времени	Защита силовой цепи	Замыкание на «землю» во вспомогательных цепях	Панели напряжения			Защита от кругового огня
						ПРН-532	ПРН-318	ПРН-76	

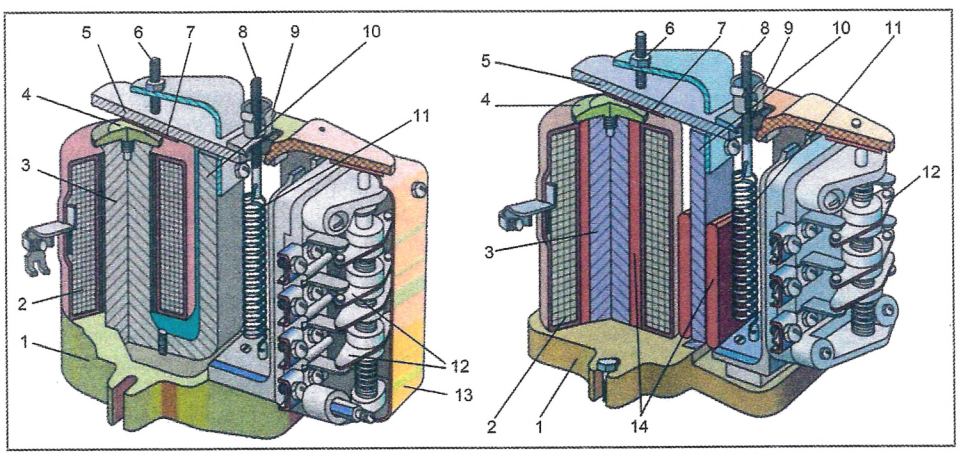


Рис. 3. Промежуточные реле:
1 — основание; 2 — катушка; 3 — сердечник; 4 — полюсный наконечник; 5 — якорь; 6, 8 — регулировочные шпильки; 7 — немагнитная пластина; 9 — гайка; 10 — ярмо; 11 — отключающая пружина; 12 — блокировочные контакты; 13 — кожух; 14 — медные втулки

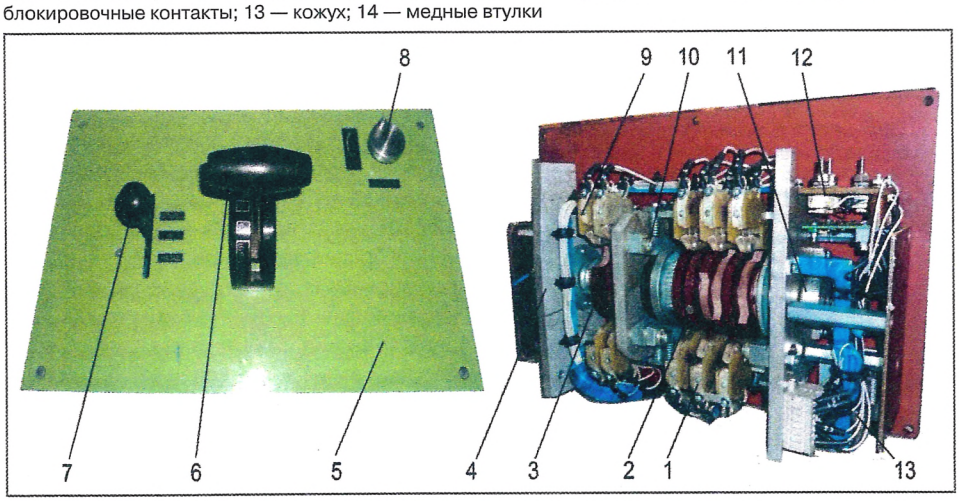


Рис. 4. Контроллер машиниста КМ-35:
1 — контакты главного вала; 2 — главный кулачковый вал; 3 — реверсивный вал; 4 — рама; 5 — верхняя рама; 6 — главная рукоятка; 7 — реверсивная рукоятка; 8 — датчик скорости; 9 — контакты реверсивного вала; 10 — механизм блокирования; 11, 13 — потенциометры; 12 — резисторы

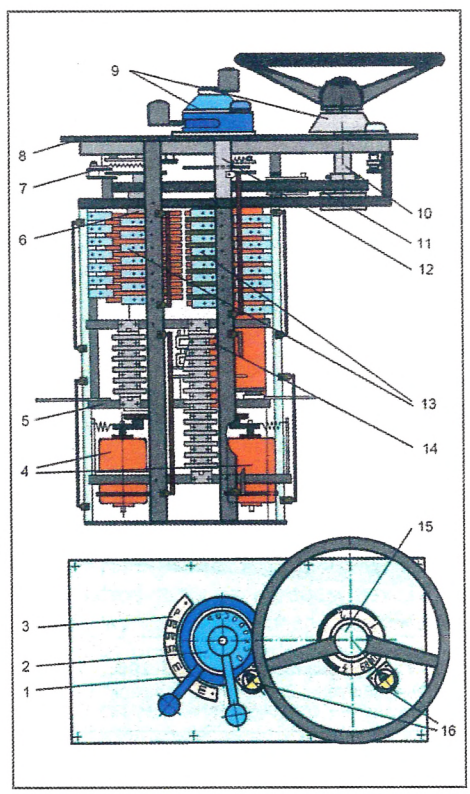


Рис. 5. Контроллер машиниста КМ-87:
1 — съемная рукоятка реверсивно-режимного вала; 2 — рукоятка вала скорости; 3 — указатель реверсивно-режимного вала; 4 — сельсины; 5, 8 — рамы; 6 — главный вал; 7 — механизм блокировки валов; 9 — шкалы-указатели; 10 — вал штурвала; 11 — цепная передача; 12 — реверсивно-режимный вал; 13 — блокировочные контакты; 14 — вал скорости; 15 — штурвал; 16 — лампы подсветки

янного тока на катушку реле 2 создается постоянное магнитное поле, которое замыкается по цепи: сердечник 3 → ярмо 10 → якорь 5. Якорь притягивается к сердечнику, преодолевая сопротивление выключающей пружины 11. При этом блокировочные контакты 12 перемыкаются.

При обесточивании катушки 2 магнитное поле исчезает, и под воздействием выключающей пружины 11 реле отключается, перемыкая контакты. Для быстрого отключения на якоре реле (между якорем и сердечником) закреплена бронзовая пластина 7. Реле собрано на изоляционном основании 1.

Реле времени — это промежуточное реле, дополненное медными втулками 14, установленными между катушкой 2 и сердечником 3 и, может, на ярме 10.

Работа реле времени на включение аналогична работе промежуточного реле. При обесточивании катушки реле времени исчезает постоянное магнитное поле. Убывающее переменное магнитное поле пересекает медные втулки 14, наводя в них электродвижущую силу. Через втулки некоторое время будет протекать ток, создавая магнитное поле, которое будет удерживать якорь в притянутом состоянии.

Выдержку реле времени можно регулировать числом втулок (одна из них дает задержку 1... 1,5 с) и усилием затяжки вы-

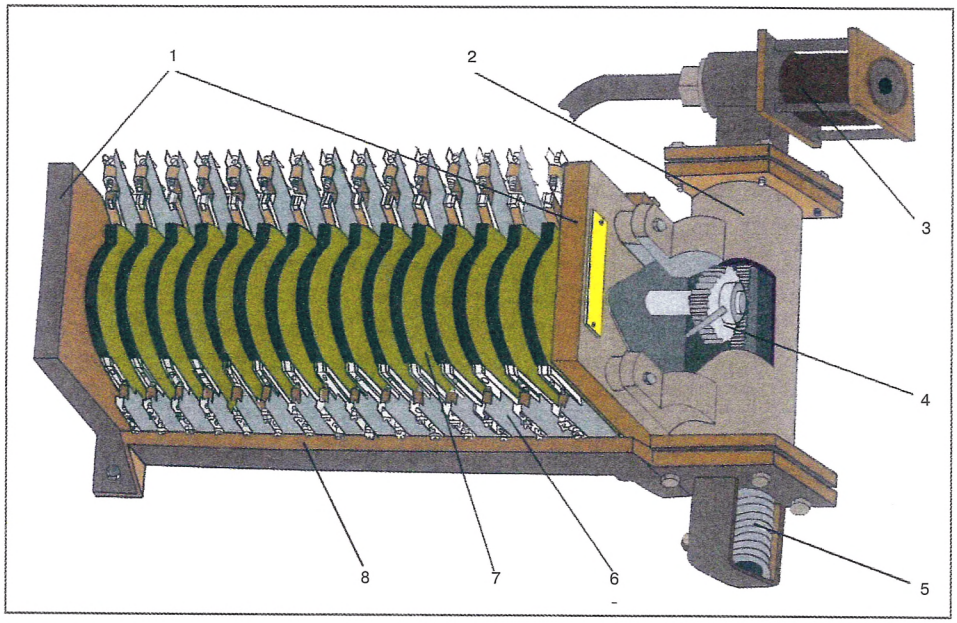


Рис. 6. Блокировочный переключатель:
1 — рама; 2 — пневматический привод; 3 — вентиль; 4 — зубчатый сегмент; 5 — отключающая пружина; 6 — блокировочные контакты; 7 — кулачковый вал; 8 — рейка

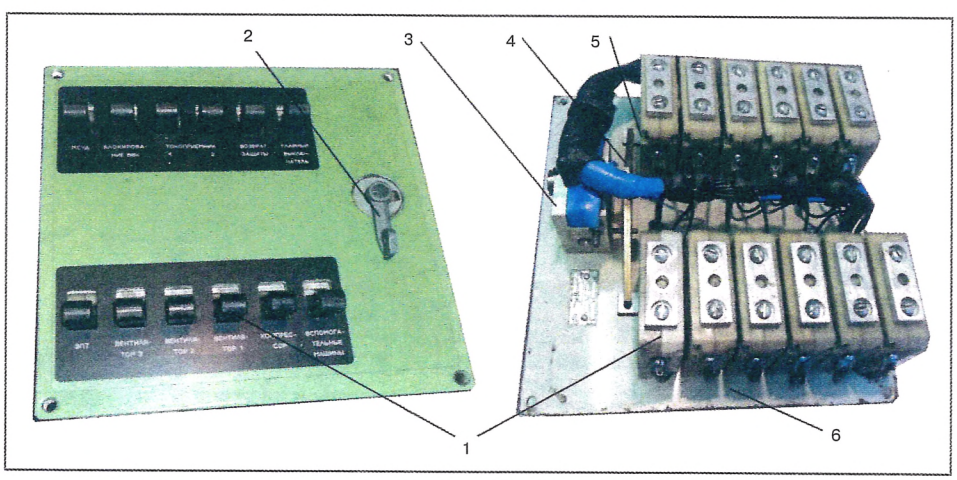


Рис. 7. Блок выключателей БВ-196:
1 — выключатель; 2 — ключ; 3 — замок; 4 — планка; 5 — пластина; 6 — панель

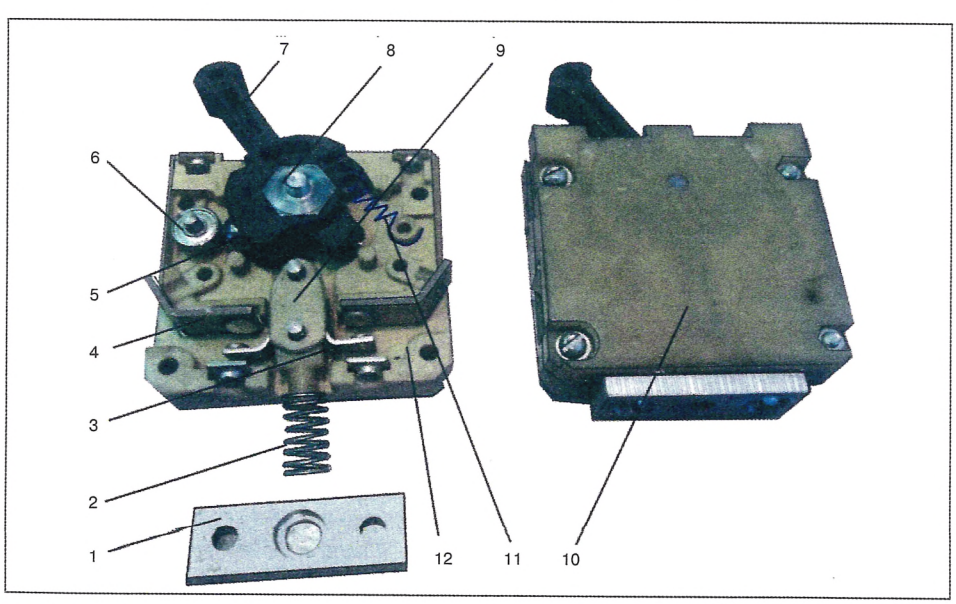


Рис. 8. Выключатель В-16:
1 — планка; 2 — пружина; 3 — контактный мостик; 4 — неподвижный контакт; 5 — шарик; 6 — подшипник; 7 — ручка; 8 — валик; 9 — подвижная траверса; 10 — выключатель; 11 — возвращающая пружина; 12 — боковина

ключающей пружины. Технические данные и назначение промежуточных реле и реле времени приведены в табл. 2.

КОНТРОЛЛЕРЫ МАШИНИСТА КМ-35 И КМ-87

Контроллер машиниста КМ-35 (рис. 4) состоит из реверсивного 7 и главного 6 переключателей, а также датчика скорости 8. Реверсивная рукоятка 7 — съемная (в нулевом положении), имеет три традиционных фиксированных положения: «В» (вперед), «0» (нулевое), «Н» (назад). Главная рукоятка 6 служит для управления электровозом и имеет положения: «Тяга» — зона задатчика силы тяги (тока в тяговых двигателях), «П» — подготовка схемы, «0» — нулевое положение, «Рекуперация П» — подготовка схемы, «Рекуперация» — зона задатчика силы торможения. Датчик 8 служит для задания скорости движения электровоза.

Контроллер машиниста КМ-87 (рис. 5) состоит из трех переключателей кулачкового типа с ручным приводом, главного вала 6, реверсивно-режимного вала 12, вала скорости 14, которые находятся в каркасе, состоящем из рам 8 и 5, скрепленных рейками. На верхней раме 8 расположены рукоятки реверсивно-режимного вала 1 (съемная), вала скорости 2 и штурвал главного вала 15.

Штурвал установлен на дополнительном валу 10 и приводит во вращение главный вал посредством цепной передачи 11. Со штурвалом и рукояткой скорости жестко связаны диски 9, на которых расположены шкалы-указатели. В ночное время эти шкалы подсвечиваются узким пучком света, лампы подсветки закрыты колпачками 16. Указатель реверсивно-режимного вала 3 закреплен на верхней крышке.

Главный вал служит для управления локомотивом в режиме тяги и рекуперативного торможения. Он имеет следующие положения: «0» — нулевое, «БВ» — быстрое выключение (с самовозвратом), «НР» — начало регулирования, «1» — конец первой зоны регулирования, «2» — конец второй зоны регулирования, «3» — конец третьей зоны регулирования, «4» — конец четвертой зоны регулирования.

В контроллере машиниста установлены сельсины 4. Конструкция устройства имеет механизм блокирования валов 7, который обеспечивает следующие взаимодействия валов:

- невозможность перемещения штурвала (главного вала) в нулевом положении реверсивно-режимного вала;
- невозможность перемещения штурвала (главного вала) из положения «П» в положение «НР» в положении «Р» реверсивно-режимного вала и рабочем положении вала скорости. При этом штурвал можно перевести в положения «0» и «БВ»;
- возможность установки штурвала (главного вала) на любую позицию в поло-

жениях «ПП» (полное поле), «ОП1» — «ОП3» (ослабление поля) реверсивно-режимного вала и любом положении вала скорости;

- невозможность перемещения реверсивно-режимного вала в нулевое положение, а также в положение «Р» и наоборот, когда штурвал находится в рабочем положении.

Главный вал связан с сельсином, который является задатчиком угла открытия тиристоров выпрямительно-инверторного преобразователя при ручном регулировании, и задатчиком тягового и тормозного усилий при автоматическом регулировании в обоих режимах.

Реверсивно-режимный вал служит для подачи команд на изменение направления движения и на изменение режима работы электровоза (тяга или торможение), а также для ослабления возбуждения тяговых двигателей. Он имеет следующие положения: «0» — нулевое, «ПП вперед» — полное поле ТД, «ОП1» — первая ступень ослабления поля, «ОП2» — вторая ступень ослабления поля, «ОП3» — третья ступень ослабления поля, «Р» — рекуперативное торможение, «ПП назад» — полное поле ТД.

Все положения реверсивно-режимного вала фиксированные. Вал скорости соединен с сельсином, который является задатчиком скорости электровоза при автоматическом регулировании в режиме тяги и рекуперативного торможения, а при ручном регулировании — задатчиком угла открытия тиристоров выпрямительной установки возбуждения в режиме рекуперативного торможения. Вал скорости имеет следующие положения: 0 — нулевое; «Скорость» — зона регулирования скорости.

(Более подробные сведения о конструкции данного оборудования и его работе приведены в руководствах по эксплуатации электровозов ЭП1 и ЭП1М.)

БЛОКИРОВОЧНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ БП-297-03

Блокировочный переключатель (рис. 6) предназначен для подключения цепей управления к приборам управления рабочей кабины. Переключатели представляют собой каркасы, состоящие из рам 1, стянутых рейками 8, в которых расположен кулачковый вал 7 с блокировочными контактами 6. На оси кулачкового вала установлена шестерня 4, входящая в зацепление с зубчатой рейкой пневмопривода 2. Конец зубчатой рейки соединен с поршнем пневматического цилиндра, которым управляет электропневматический вентиль 3. С другой стороны зубчатой рейки находится отключающая пружина 5.

Таблица 3

Технические характеристики пневматических выключателей управления

Тип	Места установки	Уставка срабатывания, МПа (кгс/см²)	Уставка выключения, МПа (кгс/см²)
ПВУ-5	SP5 на ЭП1 до № 268; давление в цепях токоприемника SP4, SP6; давление в тормозной магистрали	0,45... 0,48 (4,5... 4,8)	0,27... 0,29 (2,7... 2,9)
ПВУ-5-03	SP3; давление в тормозных цилиндрах	0,13... 0,15 (1,3... 1,5)	Не менее 0,05 (0,5)
ПВУ-5-05	SP11, SP12, SP13; давление в тормозных цилиндрах	0,11... 0,13 (1,1... 1,3)	0... 0,04 (0... 0,4)
ПВУ-5-06	SP8; давление в тормозных цилиндрах	0,28... 0,32 (2,8... 3,2)	0,15... 0,18 (1,5... 1,8)
ПВУ-5-08	SP7; давление в резервуаре главного выключателя	0,67... 0,73 (6,7... 7,3)	0,37... 0,43 (3,7... 4,3)

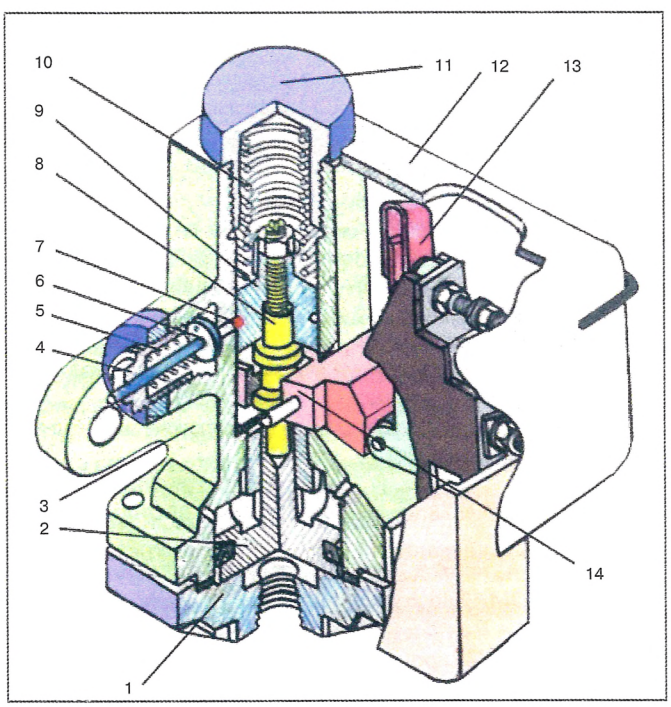


Рис. 9. Пневматический выключатель управления:
1 — крышка; 2 — поршень; 3 — корпус; 4 — гайка фиксатора; 5, 10 — пружины; 6 — толкатель; 7 — шарик; 8 — хвостовик; 9 — втулка; 11 — стакан; 12 — кожух; 13 — контакты; 14 — рычаг

КНОПОЧНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Блок выключателей БВ-196 (рис. 7) предназначен для коммутации цепей управления электровоза. Он состоит из выключателей 1, расположенных в два ряда на панели 6. Выключатели в выключенном положении блокируются посредством ключа 2, замка 3, планки 4 и пластины 5.

Выключатель В-16 (рис. 8) состоит из ручки 7, установленной на валике 8, фиксирующего узла, состоящего из шарика 5 с пружиной и подшипника 6, а также подвижной траверсы 9 с контактным мостиком 3, пружины 2 и планки 1, двух неподвижных контактов, размещенных между двумя боковинами 12, скрепленных винтами.

При переводе ручки во второе фиксированное положение, когда ручка своим выступом воздействует на траверсу, траверса 9, преодолевая сопротивление пружины 2, перемещается вниз и контактным мостиком 3 размыкает контакты. На выключателе В-16-01 установлена дополнительная пружина 11, возвращающая ручку в исходное положение.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ

Пневматические выключатели управления (рис. 9) предназначены для автоматических переключений в зависимости от давления воздуха в аппаратах, где они установлены. Выключатели состоят из корпуса 3, в нижней части которого расположен цилиндр с поршнем 2. В месте установки поршня корпус герметически закрыт крышкой 1. Технические характеристики пневматических выключателей управления приведены в табл. 3.

Поршень имеет резиновое уплотнение и удлиненный хвостовик 8, на котором находится втулка 9 с кольцевой канавкой, в которую заходит шариковый пружинный фиксатор 7. Второй фиксатор включенного положения находится на 5 мм выше. Сверху на втулку давит пружина 10, затяжка которой регулируется гайкой 11. Хвостовик поршня входит в зацепление с рычагом 14, который установлен в корпусе на оси.

При подаче сжатого воздуха под поршень 2 поршень удерживается в нижнем положении противодействием пружины 10 и фиксатором 7, пока давление воздуха не превысит определенного значения. В этот момент поршень перескочит из нижнего положения в верхнее, где зафиксируется верхним фиксатором. В это время рычаг 14, повернувшись, перемкнет блокировочные контакты 13.

При уменьшении давления сжатого воздуха под действием пружины 10 поршень рывком переместится с верхнего фиксатора на нижний, рычаг 14 переключит контакты 13. Ход поршня 11... 12 мм. Регулирование уставок выключателей производится гайкой 4, изменением затяжки пружины 5 фиксатора.

СХЕМА ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭД4М В ТЯГОВОМ РЕЖИМЕ

(Продолжение. Начало см. «Локомотив» №1, 2017 г.)

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

Электрооборудованием электропоезда ЭД4М, поставляемым АО «Рижский электромашиностроительный завод» (AS «Rīgas Elektromašīnbūves rūpnīca»), управляют с унифицированного пульта управления УПУ. Питание подается через тумблеры «ВУ» и «УПУ», автомат питания Q54 «УПУ». При этом на экране монитора дисплея с клавиатурой появляется соответствующий видеокадр (контроль включения питания УПУ). Питание тягового привода производится путем подачи питания на контакторы формирователя управляющих сигналов ФУС.

Для управления электропоездом в штатном режиме необходимо:

- перевести ключ «Включение управления» из левого положения в правое;
- установить реверсивную рукоятку бесконтактного контроллера машиниста (БКМ) на позицию «Вперед» («Назад»);
- перемещать главную рукоятку по позициям «М», «Х1», «Х2», «Х3», «Х4».

При этом в зависимости от положений реверсивной и главной рукояток БКМ формируются выходные управляющие сигналы. Они поступают на адаптер БКМ через ФУС в цепи управления электропоезда. На экране монитора дисплея с клавиатурой появляется соответствующий видеокадр (в зависимости от того, что выбрано).

Позиция «М» главной рукоятки БКМ. Рассмотрим работу на примере алгоритма адаптера БКМ (А21). Устройство (А21) получает питание по цепи: провод 15 → контакт тумблера ВУ (А21) → автомат питания Q54 (А21) → провод 22 → переключатель ППТ «Головной» 22-22Д → контакт 22Д-22А кнопки SB5 «Возврат защиты» (А21) → провод 22А.

После установки реверсивной рукоятки БКМ на позицию «Вперед» («Назад») происходит следующее:

- через контакт KV10 22А-22В подается питание на провод 22В;
- через контакт KV11 22М-11 или контакт KV12 22М-12 подготавливается цепь питания провода 11 (12).

При постановке главной рукоятки БКМ на позицию «М» происходит следующее:

- через контакт KV15 22В-22Г подается питание на провод 22Г;
- через контакт KV13 22Г-22У запитывается катушка контактора КВХ;
- через контакт KV0 22Г-22УД поступает питание на провод 22УД;
- через контакт KV2 22В-42 подается питание на провод 42;
- через контакт KV4 22В-22Ж запитывается катушка реле ПРК;
- через контакт KV3 44-44А подается питание 50 В на провод 44А.

После перевода главной рукоятки БКМ на позиции «0», «М», «Х1», «Х2», «Х3», «Х4» от провода 44А подается питание 50 В на индикатор «К» (А21), микровыключатели крана машиниста КМ № 395 и катушку СК.

Катушка контактора КВХ получит питание по цепи: провод 22Г → контакт KV13 22Г-22У → кнопка «САУТ» (К2) → провод 22УА → катушка КВХ → контакт реле пневматического тормоза (РПТ) 30К-30КТ → контакт S 30КТ-30Л → контакт ЭПК 30Л-30 → провод 30.

Контактор КВХ, включившись, своим контактом 22В-22М подает питание:

- через контакт KV11 22М-11 или KV12 22М-12 — на провод 11 или 12;
- на индикатор «ЛК и Т»(А21), «минус» которого через провод 60 соединен с проводом 30;
- через контакт 22М-2 — на провод 2.

Реле ПРК включается и своим контактом 67-604А подает питание на провод 604А (переключатель ППТ «Головной» 604А-34 — на провод 34).

На моторном вагоне катушка реверсора получает питание по цепи: провод 11 (12) → контакт переключателя «РУМ» 11-11А (12-12А) → провод 11А (12А) → катушка реверсора «Вперед» («Назад») → провод 30А → контакт переключателя «РУМ» 30А-30 → провод 30.

Вал реверсора разворачивается в требуемое положение и своим контактом «Вперед» 11А-11Б («Назад» 12А-12Б) подает питание на катушку реле ПРП, а также подготавливает цепь питания катушки контактора ЛКТ.

Катушка реле ПРП получает питание по цепи: провод 11 (12) → контакт переключателя «РУМ» 11-11А (12-12А) → контакт 11А-11Б реверсора «Вперед» (12А-12Б «Назад») → контакт ОВ 11Б-11Г → провод 11Г → резистор R97 → катушка ПРП → провод 30А → контакт переключателя РУМ 30А-30 → провод 30.

Реле ПРП, включившись, своим контактом 2Д-2К подает питание на катушку тормозного переключателя моторного режима ТП-М, а блокировкой 15ГГ-15ГД обесточивает цепь питания катушки тормозного переключателя тормозного режима ТП-Т.

Катушка тормозного переключателя моторного режима ТП-М получает питание по цепи: провод 2 → контакт переключателя РУМ 2-2А → контакт АВУ 2А-2Б → контакт ПЛКТ1 2Б-2Д → контакт ПРП 2Д-2К → катушка ТП-М → провод 30А → контакт переключателя РУМ 30А-30 → провод 30. После установки тормозного переключателя ТП в моторный режим через контакт 22П-22Э подается питание на катушку реле-повторителя ПТП-М.

Катушка реле-повторителя ПТП-М получает питание по цепи: провод 22 → автомат Q19 → провод 22П → контакт ТП10 22П-22Э → катушка ПТП-М → провод 30А → контакт переключателя РУМ 30А-30 → провод 30.

После включения реле-повторителя ПТП-М срабатывают его контакты:

- через 2Б-2ВА запитывается катушка контактора ЛК;
- через 2Б-2ВА подается питание на светодиод «2Г» индикации 1Б.936;
- 30Е-30ИР подготавливает цепь питания катушки контактора ЛК при уходе реостатного контроллера РК с 1-й позиции;
- 1В-1М подготавливает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК.

Катушка контактора ЛК получает питание по цепи: провод 2 → контакт переключателя «РУМ» 2-2А → контакт АВУ 2А-2Б → контакт ПТП-М 2Б-2ВА → контакт повторителя реле разносного боксования (ПРРБ) 2В-2И → контакт ПРН 2И-2Г → контакт БВ 2Г-2Е → катушка ЛК → контакт РК1 → провод 30А → контакт переключателя «РУМ» 30А-30 → провод 30.

Контактор ЛК, включившись, своим контактом (герконом) 22П-22ПК подает питание на катушку реле-повторителя ПЛК1. Оно, в свою очередь, своим контактом 11Б-11В подает питание на катушку контактора ЛКТ, а блокировкой 22П-22ГБ обесточивает цепь питания катушки реле-повторителя ПЛК. Реле-повторитель ПЛК отключается и своим контактом 60А-60В обесточивает цепь питания индикатора «ЛК и Т» (А21).

Катушка контактора ЛКТ получает питание по цепи: провод 11 (12) → контакт переключателя «РУМ» 11-11А (12-12А) → контакт реверсора «Вперед» 11А-11Б («Назад» 12А-12Б) → контакт ПЛК1 11Б-11В → катушка ЛКТ → провод 30А → контакт переключателя «РУМ» 30А-30 → провод 30.

Контактор ЛКТ включается, собирается схема тягового режима с полностью введенными пусковыми резисторами.

Контактор ЛКТ, включившись, своим контактом (герконом) 22П-22ПМ подает питание на катушку реле-повторителя ПЛКТ1.

После включения реле-повторителя ПЛКТ1 происходит следующее:

- через контакт 22П-22ГА запитывается катушка реле-повторителя ПЛКТ;
- контакт 2Б-2Д обесточивает цепь питания катушки тормозного переключателя моторного режима ТП-М;
- блокировка 30ИР-30А подготавливает цепь питания катушки контактора ЛК при переходе реостатного контроллера РК с 1-й позиции.

Реле-повторитель ПЛКТ включается и своими контактами выполняет следующее:

- 1Б-1В подготавливает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК;
- 22П-22С снимает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК;
- 15Г-15ГГ обесточивает цепь питания катушки тормозного переключателя тормозного режима ТП-Т.

Позиция «Х1» главной рукоятки БКМ. При постановке главной рукоятки БКМ на позицию «Х1» (дополнительно) через контакт KV16 22Г-1 подается питание на провод 1, а от него поступает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК.

Блок БРУ-МК получает питание (сигнал «Управление +110 В») по цепи: провод 1 → контакт переключателя «РУМ» 1-1А → контакт РК1-13 → контакт ПЛКТ 1Б-1В → контакт ПТП-М 1В-1М → контакт ПРБ 1М-1Ф → провод 1Ф → блок БРУ-МК.

В зависимости от положения переключателя «Уставка РУ» SA1 (А21) (сигнал «Плавная уставка» — провода 33, 34), сигнала, поступающего с датчика ДТЯ1 (сигнал «ДТЯ1» — провода 603, 638), и в зависимости от позиции главной рукоятки БКМ (сигнал «Управление +110 В» — провод 1Ф) блок БРУ-МК начинает поочередно переключать вентили (катушки) реостатного контроллера РК (РК1, РК2).

При подаче блоком БРУ-МК поочередного питания на вентили (катушки) реостатного контроллера РК (РК1, РК2) также подается питание на светодиоды «РК1» и «РК2» индикации 1Б.936.

На 14-й позиции реостатный контроллер РК, своим контактом РК1-13 снимает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК. Реостатный контроллер РК останавливается и фиксируется на позиции. При этом из цепи якорных обмоток ТД М1 — М4 полностью выведены пусковые резисторы. Тяговые двигатели М1 — М4 могут длительно работать на безреостатной характеристике при полном возбуждении.

Позиция «Х2» главной рукоятки БКМ. При постановке главной рукоятки БКМ на позицию «Х2» (дополнительно) через контакт KV17 22Г-3 подается питание на провод 3, а от него — на катушку контактора Ш, а также сигнал «Управление +110 В» — на блок БРУ-МК.

Катушка контактора Ш получает питание по цепи: провод 3 → контакт РКТ 3-3А → контакт АВТ 3А-3Б → катушка Ш → провод 30БВ → контакт БВ 30БВ-30 → провод 30.

От провода 3А подается питание на светодиод «Ш» индикации 1Б.976. Контактор Ш, включившись, своим контактом (герконом) 22П-22ГГ подает питание на катушку реле-повторителя ПШ.

Реле-повторитель ПШ включается и своим контактом 3Г-1Б подает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК.

Блок БРУ-МК получает питание (сигнал «Управление +110 В») по цепи: провод 3 → контакт РК 14-15 → контакт ПШ 3Г-1Б → контакт ПЛКТ 1Б-1В → контакт ПТП-М 1В-1М → контакт ПРБ 1М-1Ф → провод 1Ф → блок БРУ-МК.

Вал реостатного контроллера РК поворачивается на две позиции. На 16-й позиции реостатный контроллер РК своим контактом РК 14-15 снимает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК. Реостатный контроллер РК останавливается на позиции. При этом параллельно обмоткам возбуждения ТД М1 — М4 через контактор Ш и силовые контакторы реостатного контроллера РК 10, 11 и резисторы R10 — R15 включается шунтирующая цепь. Такой процесс приводит к увеличению тока якорей ТД М1 — М4, возрастанию мощности, потребляемой из контактной сети, силы тяги и, следовательно, скорости электропоезда.

Позиция «Х3» главной рукоятки БКМ. После установки главной рукоятки БКМ на позицию «Х3» (дополнительно) через контакт KV18 22Г-5 подается питание на провод 5. От провода 5 подается сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК:.

Блок БРУ-МК получает питание (сигнал «Управление +110 В») по цепи: провод 5 → контакт РК 16-17 → контакт ПЛКТ 1Б-1В → контакт ТП-М 1В-1М → контакт ПРБ 1М-1Ф → провод 1Ф → блок БРУ-МК.

Вал реостатного контроллера РК поворачивается на две позиции. На 18-й позиции реостатный контроллер РК своим контактом РК 16-17 снимает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК. Реостатный контроллер РК останавливается и фиксируется на позиции. За счет включения силовых контакторов реостатного контроллера РК 12, 13 и вывода резисторов R11, R12 увеличивается глубина ослабления возбуждения.

Позиция «Х4» главной рукоятки БКМ. При переводе главной рукоятки БКМ на позицию «Х4» (дополнительно) через контакт KV19 22Г-6 подается питание на провод 6, от которого получает питание (сигнал «Управление +110 В») блок БРУ-МК.

Блок БРУ-МК получает питание (сигнал «Управление +110 В») по цепи: провод 6 → контакт РК 18-19 → контакт ПЛКТ 1Б-1В → контакт ПТП-М 1В-1М → контакт ПРБ 1М-1Ф → провод 1Ф → блок БРУ-МК.

Реостатный контроллер РК поворачивается на две позиции — на последнюю, 20-ю. На ней реостатный контроллер РК своим контактом РК 18-19 прерывает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК. Реостатный контроллер РК фиксируется на позиции. Посредством включения силовых контакторов реостатного контроллера РК 14, 15 и вывода резисторов R13, R14 реализуется максимальная скорость электропоезда. Таким образом, за счет уменьшения сопротивления шунтирующей цепи увеличивается степень ослабления возбуждения ТД, и они выходят на естественную характеристику.

Позиция «0» главной рукоятки БКМ (отключение тягового режима). Тяговый режим электропоезда разбирается ступенчато. После перемещения главной рукоятки БКМ из позиции «Х4» на позицию «Х3» через контакт KV19 22Г-6 обесточивается цепь питания провода 6. При постановке главной рукоятки БКМ из позиции «Х3» на позицию «Х2» через контакт KV18 22Г-5 обесточивается цепь питания провода 5. Перевод главной рукоятки БКМ из позиции «Х2» на позицию «Х1» приводит к обесточиванию цепи питания провода 3 через контакт KV17 22Г-3.

На моторном вагоне обесточивается цепь питания катушки контактора Ш, что вызывает усиление возбуждения и тока якорей ТД М1 — М4. Контактор Ш, отключившись, своим контактом (герконом) 22П-22ГГ обесточивает цепь питания катушки реле-повторителя ПШ.

После перевода главной рукоятки БКМ из позиции «Х1» на позицию «М» обесточивается цепь питания провода 1 через контакт KV16 22Г-1. При ее установке из позиции «М» на позицию «0» происходит следующее:

- через контакт KV15 22В-22Г обесточивается цепь питания провода 22Г;
- контакт KV13 22Г-22У прерывает цепь питания катушки контактора КВХ;
- через контакт KV0 22Г-22УД обесточивается цепь питания провода 22УД;
- через контакт KV4 22В-22Ж обесточивается цепь питания катушки реле ПРК.

Контактор КВХ отключается и своим контактом 22В-22М через блокировку KV11 22М-11 (или KV12 22М-12) прерывает цепь питания провода 11 (или 12), контактом 22М-2 обесточивает цепь питания провода 2.

Реле ПРК, отключившись, своим контактом 67-604А обесточивает цепь питания провода 604А (переключатель ППТ «Головной» 604А-34). Обесточивается цепь питания катушек контактора ЛК, контактора ЛКТ, реле ПРП. Ток перестает протекать через якорные обмотки М1 — М4.

После отключения реле ПРП его контакт 2Д-2К обесточивает цепь питания катушки тормозного переключателя моторного режима ТП-М, а 15ГГ-15ГД подготавливает цепь питания катушки тормозного переключателя тормозного режима ТП-Т.

Контактор ЛК, отключившись, своим контактом (герконом) 22П-22ПК обесточивает цепь питания катушки реле-повторителя ПЛК1. Реле-повторитель ПЛК1 отключается и своим контактом 11Б-11В обесточивает цепь питания катушки контактора ЛКТ, 22П-22ГБ подает питание на катушку реле-повторителя ПЛК. Когда контактор ЛКТ отключается, его контактом (герконом) 22П-22ПМ обесточивается цепь питания катушки реле-повторителя ПЛКТ1.

После отключения реле-повторителя ПЛКТ1 через его контакт 22П-22ГА обесточивается цепь питания катушки реле-повторителя ПЛКТ, а через блокировку 30ИР-30А прерывается цепь питания катушки контактора ЛК.

Реле-повторитель ПЛКТ, отключившись, своим контактом 22П-22С подает сигнал «Управление +110 В» на блок БРУ-МК, а блокировкой 15Г-15ГГ — питание на катушку тормозного переключателя тормозного режима ТП-Т.

(Продолжение следует)

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПУСКА И ОСТАНОВКИ ДИЗЕЛЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЗОВ

О.В. АБРАМОВ,
заместитель генерального директора,
А.А. КАЩЕНКО,
инженер, ООО «АВП Технология», г. Москва

Вопросы эффективного использования топливно-энергетических ресурсов являются одними из приоритетных на сети ОАО «РЖД». Новейшей разработкой производства ООО «АВП Технология» (г. Москва), внедряемой в настоящее время на маневровых тепловозах, является система автоматического запуска-остановки дизеля тепловоза (САЗДТ).

Внедрение данной системы на маневровых локомотивах позволит сократить их время работы в режиме холостого хода (в том числе и работы для прогрева). Как известно, именно на этих режимах эксплуатации тепловоз не производит никакой полезной работы, потребляя при этом немалое количество дизельного топлива и загрязняя атмосферу. В холодное время года на холостом ходу дополнительно возникает необходимость прогрева масла и воды, что влечет за собой рост расхода дизельного топлива.

Система САЗДТ успешно прошла испытания на тепловозе серии ЧМЭ3 эксплуатационного локомотивного депо Котлас Северной дирекции тяги. По результатам проведенных испытаний она была рекомендована для внедрения на всей сети ОАО «РЖД».

Система автоматического запуска-остановки дизеля тепловоза (САЗДТ) предназначена для поддержания температур охлаждающей жидкости дизеля тепловоза в горячем простое. Система обеспечивает автоматический запуск (остановку) дизеля тепловоза в зависимости от изменений температуры в системе охлаждения и наружного воздуха.

Система включает в себя комплекс аппаратных и программных средств, установленных на борту тепловоза:

- шкаф управления;
- датчики температуры, давления и уровня;
- накопитель энергии;
- силовой контактор;
- блок управления режимами;
- блок регистрации;
- блок речевых сообщений.
- блок мобильной связи;
- сирены;
- водяные насосы.

Шкаф управления (рис. 1) предназначен для управления процессом прогрева дизеля тепловоза. Он расположен в торце аккумуляторного отсека. Шкаф предназначен для сбора данных от датчиков температуры, давления и уровня, дискретных сигналов о положении органов управления тепловозом и о работе схемы пуска и дизеля, об уровне заряда аккумуляторной батареи тепловоза и накопителя энергии, о работе насосов прокачки. В автоматическом режиме шкаф заряжает (разряжает) накопитель энергии, подключает (отключает) насосы прокачки, запускает (останавливает) дизель тепловоза.

Датчики температуры (рис. 2) расположены в трубопроводах горячего и холодного контуров, подножки и снаружи локомотива. Они предназначены для контроля температуры охлаждающей жидкости и наружного воздуха.

Датчик давления установлен на дизеле тепловоза, предназначен для контроля давления масла в системе дизеля.

Датчик уровня (рис. 3) расположен в расширительном бачке тепловоза и предназначен для контроля уровня воды в системе охлаждения.

Накопитель энергии размещен в высоковольтной камере (ВВК) тепловоза и предназначен для помощи аккумуляторной батарее тепловоза при пуске дизеля.

Силовой контактор (рис. 4) смонтирован в ВВК тепловоза и служит для коммутации накопителя энергии.

Блок управления режимами (рис. 5) находится в кабине машиниста на правой стенке ВВК над вспомогательным пультом управления тепловоза (предназначен для выбора режимов работы системы).

Блок регистрации (рис. 6) расположен в кабине машиниста на правой стенке ВВК над вспомогательным пультом управления тепловоза (предназначен для отображения и регистрации информации о работе системы).

Блок речевых сообщений (рис. 7) закреплен в кабине машиниста на правой стенке ВВК над вспомогательным пультом управления. Предназначен для выдачи информационных и аварийных сообщений обслуживающему персоналу.

Блок мобильной связи расположен в кабине машиниста над вспомогательным пультом управления тепловоза. Предназначен

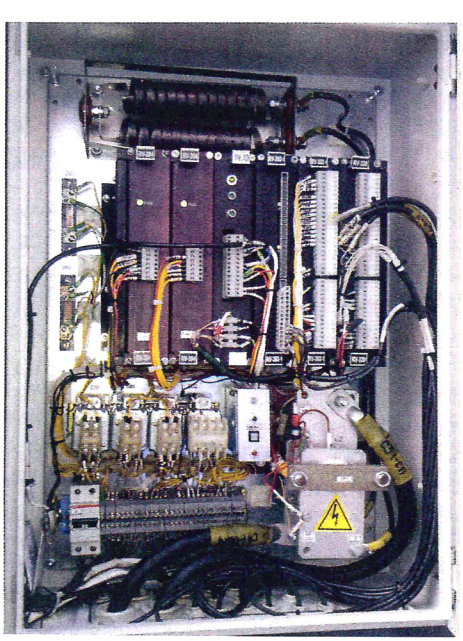


Рис. 1. Общий вид шкафа управления системы САЗДТ

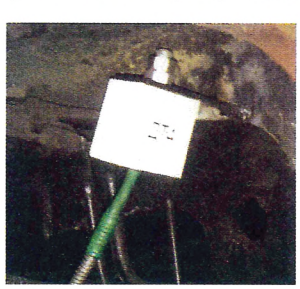


Рис. 2. Датчик температуры

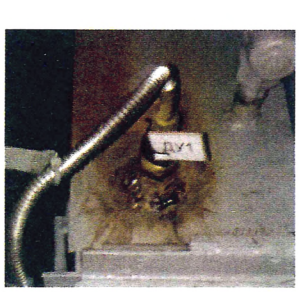


Рис. 3. Датчик уровня



Рис. 4. Силовой контактор в кабине ВВК тепловоза

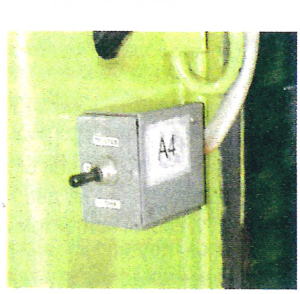


Рис. 5. Блок управления режимами



Рис. 6. Блок регистрации

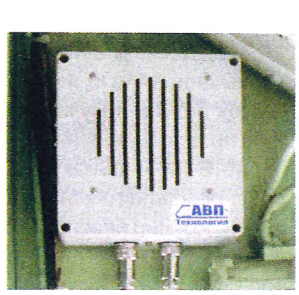


Рис. 7. Блок речевых сообщений

для передачи данных о работе системы на сервер заказчика.

Сирены (рис. 8) смонтированы снаружи тепловоза на торце аккумуляторного отсека и в дизельном отсеке. Предназначены для подачи предупредительных и аварийных сигналов.

Водяные насосы (рис. 9) установлены в отсеке охлаждающих устройств и предназначены для прокачки охлаждающей жидкости.

Система САЗДТ может работать в двух режимах — в режиме самопрогрева (используемого при отстое тепловоза), и в режиме помощи аккумуляторной батарее тепловоза накопителем энергии при запуске дизеля (может использоваться для ручного штатного запуска дизеля машинистом).

В режиме самопрогрева система осуществляет автоматический запуск дизеля тепловоза при снижении температуры охлаждающей жидкости менее 35 °С. При этом САЗДТ осуществляет контроль над правильностью сборки схемы пуска тепловоза. После запуска дизель работает и прогревает охлаждающую жидкость.

При достижении температуры 60 °С система останавливает дизель и запускает насосы прокачки воды. При этом САЗДТ следит за током заряда аккумуляторной батареи тепловоза. В случае, если температура охлаждающей жидкости будет достаточной, а батарея потребляет большой зарядный ток, то остановка дизеля произойдет только тогда, когда снизится ток заряда батареи.

При запуске дизеля система следит за правильностью сборки штатной пусковой схемы тепловоза, контролирует уровень охлаждающей жидкости и давление масла. В случае обнаружения несоответствия происходит остановка процесса прогрева. В кабине машиниста при этом выдается аварийное речевое сообщение и включаются сирены.

В состав системы также входит блок речевых сообщений, который выдает информационные и аварийные сообщения. Система выдает подсказки по установке органов управления тепловозом в положение для пуска дизеля. При возникновении неполадок, выявляемых системой, сразу прекращается режим самопрогрева тепловоза. При этом включаются сирены и в кабине машиниста выдается аварийное речевое сообщение.

В режиме помощи аккумуляторной батарее тепловоза в момент запуска дизеля используется накопитель энергии. Запуск дизеля при этом машинист производит вручную с использованием штатной схемы тепловоза. Накопитель энергии автоматически заряжается перед пуском и во время запуска разряжается на стартер.

Исполнение системы может быть как автономной с самостоятельной работой, так и совместно с регистратором параметров движения тепловоза РПДА-Т (ТМ). Данные

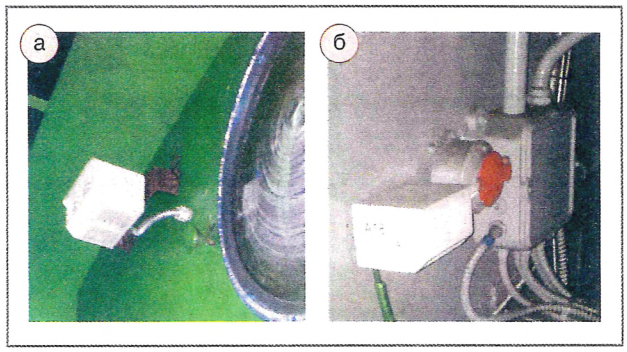


Рис. 8. Сирена:
а — снаружи аккумуляторного отсека тепловоза; б — в дизельном отсеке тепловоза



Рис. 9. Водяные насосы прокачки доработанного участка системы охлаждения в холодильном отсеке

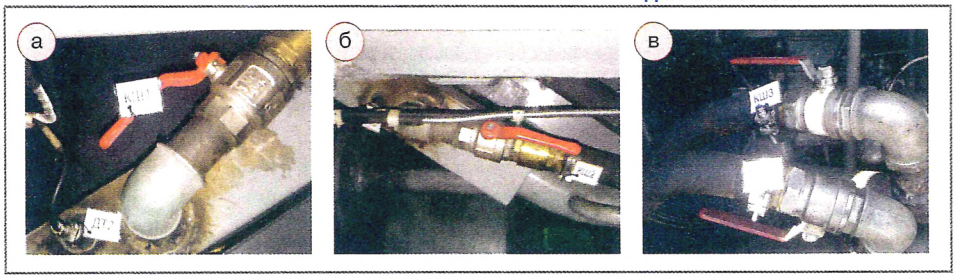


Рис. 10. Шаровые краны доработанного участка системы охлаждения тепловоза ЧМЭ3:
а — кран КШ1; б — кран КШ2; в — краны КШ3, КШ4

о работе системы могут быть записаны на картридж для дальнейшей работы с ними в АРМ депо. Ниже приводится алгоритм подготовки системы САЗДТ применительно к тепловозу ЧМЭ3.

Для подготовки тепловоза ЧМЭ3 к режиму самопрогрева необходимо выполнить следующие действия:

1. открыть шаровые краны КШ1 — КШ4 (рис. 10) доработанного участка системы охлаждения тепловоза в холодильном и дизельном отсеках;
2. установить штатные органы управления тепловозом в положения запуска дизеля:
   - выключатель батареи ОБА — в положение «ВКЛЮЧЕН»;
   - автоматический выключатель АВ220 «УПРАВЛЕНИЕ» — в положение «ВКЛЮЧЕН»;
   - автоматический выключатель АВ251 «ДВИГАТЕЛЬ МАСЛОПРОКАЧИВАЮЩЕГО НАСОСА» — в положение «ВКЛЮЧЕН»;
   - режимный переключатель ПСМЕ «УПРАВЛЕНИЕ» — в положение «ОДИН ТЕПЛОВОЗ»;
   - реверсивная рукоятка контроллера КМР — в положение «ПУСК»;
   - главная рукоятка контроллера машиниста — на нулевую позицию;
   - переключатель «РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ И ОХЛАЖДЕНИЯ» — в положение «ВКЛЮЧЕН»;
   - выключатель остановки дизеля ВОД1 — в положение «ВЫКЛЮЧЕН»;
3. включить питание САЗДТ автоматическим выключателем SF1 (находится в ВВК тепловоза);
4. установить переключатель режимов работы системы SA1 на блоке управления в положение «ПРОГРЕВ» (расположен над вспомогательным пультом управления тепловоза);
5. далее следует руководствоваться речевыми подсказками системы:
   - в нормальном режиме выдается сообщение о готовности к работе, и система либо переходит к запуску дизеля, либо включает насосы прокачки;
   - за минуту до запуска дизеля подается предупредительный длинный сигнал сиренами;
   - при сбоях в работе периодически (через 30 с) выдаются речевое сообщение и пять коротких сигналов сиренами;
6. для отключения режима прогрева необходимо установить переключатель SA1 блока управления в среднее положение «0»;
7. для отключения питания системы нужно выключить автоматический выключатель SF1 (в ВВК тепловоза).

Для включения режима помощи батарее необходимо:

- установить штатные органы управления тепловозом по пункту 2 (кроме выключателя остановки дизеля ВОД1 — его необходимо установить в положение «ВКЛЮЧЕН»);
- включить питание системы автоматическим выключателем SF1 (в ВВК тепловоза);
- установить переключатель режимов работы системы SA1 на блоке управления в положение «С-ПУСК»;
- далее следует руководствоваться речевыми подсказками системы.

Для отключения режима помощи батарее следует установить переключатель SA1 блока управления в среднее положение «0». Для отключения питания системы необходимо выключить автоматический выключатель SF1 (в ВВК тепловоза).

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВОЗА

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

Окончание части 14. ТЯГОВЫЙ ПРИВОД КОЛЕСНЫХ ПАР ТЕПЛОВОЗА

В.С. РУДНЕВ, профессор МИИТа

Более совершенной конструкцией является **односторонний привод** колесных пар тепловоза. В этом случае вращающий момент от ступицы зубчатого колеса тягового редуктора передается на полый вал через упругую связь — шарнирно-поводковую муфту (муфту «Альстом»). Подобная система привода колесных пар локомотива, которая получила название тяговый привод третьего класса, применена на магистральных тепловозах Коломенского завода серий ТЭП70, ТЭП70БС, ТЭП80, 2ТЭ70.

Шестерня тягового редуктора напрессована на вал якоря ТЭД. Венец ведомого упругого зубчатого колеса с помощью призонных болтов соединен с его ступицей. Ступица упругого зубчатого колеса 9 (рис. 3) редуктора вращается на роликовых опорных подшипниках 8, размещенных на неподвижной опоре, которая, в свою очередь, жестко (шестью болтами) соединена с корпусом ТЭД.

Ступица колеса 9 имеет четыре прилива, выполненных в форме вилок 10, в которых на металлических валиках 13 укреплены головки поводков (на рис. 3 поводки не показаны) с резинометаллическими шарнирами 12. Другая сторона (головка) поводка через резинометаллические шарниры и валики соединена с четырьмя фланцами13 полого вала 6. Необходимо отметить, что все эти поводки, валики и резинометаллические шарниры, собственно, и составляют конструкцию шарнирно-поводковой муфты (муфты «Альстом»), обеспечивающую линейные и угловые перемещения полого вала относительно оси колесной пары за счет деформации резиновых элементов тяговых муфт.

Полый вал 6 (см. рис. 3), как и в приводе колесных пар тепловозов ТЭП60, охватывает ось колесной пары с определенным зазором. Далее через полый вал 6 вращающий момент передается к другой тяговой (также шарнирно-поводковой) муфте, которая размещена с наружной стороны колесного центра колеса колесной пары, дальнего по отношению к тяговому редуктору. Эта тяговая муфта поводками соединяет полый вал с пальцами 3 и 16, запрессованными в колесном центре левого колеса. От этого колеса вращающий момент через ось колесной пары поступает к другому, ближнему к тяговому редуктору, колесу колесной пары.

Таким образом, в системе опорно-рамного подвешивания ТЭД тепловоза ТЭП70БС тяговые двигатели и тяговые редукторы являются подрессоренными узлами, так как крепятся на раме тележки через пружинные комплекты, а вращающий момент передается на ось колесной пары посредством тяговых муфт.

В целом, применение на тепловозах ТЭП70 и ТЭП70БС привода третьего класса с односторонним приводом, по сравнению с приводом тепловоза ТЭП60, позволило снизить массу каждого колесно-моторного блока примерно на 500 кг (а тяговых осей шесть!), значительно уменьшить динамическое воздействие на рельсовую колею при движении локомотивов и повысить эксплуатационную надежность работы колесно-моторных блоков. Накопленный опыт эксплуатации тепловозов ТЭП70У и ТЭП70БС с приводом третьего класса подтвердил высокую надежность шарнирно-поводковых муфт и тягового привода третьего класса в целом.

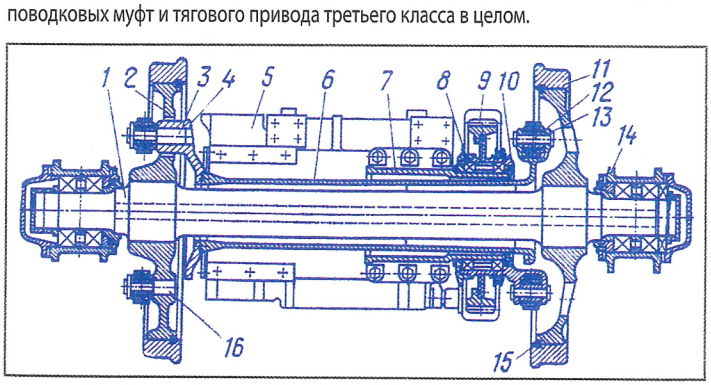


Рис. 3. Опорно-рамный тяговый привод колесной пары тепловоза ТЭП70БС:
1 — ось колесной пары; 2 — колесный центр; 3, 16 — пальцы (валики); 4, 13 — фланцы полого вала; 5 — ТЭД; 6 — полый вал; 7 — неподвижная опора; 8 — опорный подшипник; 9 — упругое зубчатое колесо; 10 — вилка зубчатого колеса; 11 — бандаж колеса; 12 — резинометаллический шарнир; 14 — букса; 15 — бандажное кольцо

Актуальной проблемой отечественного тепловозостроения остается создание надежной конструкции опорно-рамного подвешивания ТЭД для грузовых тепловозов.

Главная трудность использования на грузовых тепловозах опорно-рамного привода — применение тягового редуктора с большим передаточным числом и связанное с этим неизбежное увеличение межцентрового расстояния между шестерней и зубчатым колесом тягового редуктора (размер «А» на рис. 2). Как следствие, увеличиваются диаметр колесных пар, габариты и вес колесно-моторных блоков, а также повышается нагрузка от колесных пар тепловоза на рельсы.

Как отмечалось ранее, в процессе трогания с места и разгоне тяжеловесных составов грузовые тепловозы должны иметь возможность реализовать большие значения силы тяги (порядка 60 — 75 кН на ось). Выполнение данного условия возможно посредством применения на каждой секции тепловоза силовой установки мощностью не менее 3000 кВт, а также тягового редуктора с повышенным (порядка 4,41) передаточным числом i. Напомним читателю, что на пассажирском тепловозе ТЭП60 применяют тяговый редуктор с i = 3,12 = 72/31. Это означает, что пассажирский тепловоз ТЭП60 с опорно-рамным приводом развивает силу тяги при трогании и разгоне в 1,9 раза меньше, чем секция грузового тепловоза 2ТЭ116, имеющая ту же мощность 2200 кВт, но оборудованная опорно-осевым приводом с i = 4,41.

В 1977 г. на заводе «Лугансктепловоз» был построен первый опытный грузовой тепловоз 2ТЭ121 мощностью 2×2950 кВт с опорно-рамным приводом колесных пар. Нагрузка от колесных пар тепловоза 2ТЭ121 — 245 кН, диаметр колес был увеличен до 1250 мм, а передаточное число тягового редуктора уменьшено до 4,32 по сравнению с тепловозом 2ТЭ116. Всего до 1987 г. было построено 34 тепловоза этой серии, которые проходили опытную эксплуатацию на Северной дороге и были приписаны к локомотивному депо Печора.

На тепловозах 2ТЭ121 была применена достаточно сложная конструкция опорно-рамного подвешивания ТЭД, так называемого тягового привода второго класса с компенсирующими связями. При таком тяговом приводе вращающий момент от якоря ТЭД передается не шестерне тягового редуктора, а через фланец, напрессованный на хвостовик якоря, и зубчатую муфту — торсионному валу, расположенному внутри полого вала якоря ТЭД. Затем от торсионного вала вращающий момент передается через резинокордную муфту ведущей шестерне тягового редуктора, далее — венцу упругого зубчатого колеса, его ступице и, наконец, оси колесной пары тепловоза.

В процессе эксплуатации тепловозов 2ТЭ121 был выявлен ряд серьезных конструкционных недостатков, а также низкая надежность узлов тягового привода колесных пар, подшипников коленчатого вала дизеля, тормозной системы и ряда других узлов. Так, только за первые два года эксплуатации опытной партии тепловозов 2ТЭ121 учеными МИИТа было зафиксировано 579 отказов резинокордной тяговой муфты привода колесных пар локомотива. В целом, количество неплановых ремонтов тепловозов 2ТЭ121 достигло величины 211,3 на 1 млн. км пробега, также был отмечен серьезный перерасход тепловозами этой серии дизельного топлива по сравнению с грузовыми тепловозами 2ТЭ116.

Повышенные нагрузки от колесных пар тепловоза 2ТЭ121 на рельсы также негативно отразились на техническом состоянии верхнего строения пути. По этим и ряду других причин тепловозы 2ТЭ121 не выдержали эксплуатационные испытания, поэтому их производство и модернизация в 1987 г. были прекращены.

С 2004 г. на предприятии «Коломенский завод», входящем в состав объединения «Трансмашхолдинг», начат серийный выпуск грузового двухсекционного тепловоза нового поколения серии 2ТЭ70 мощностью 2×3000 кВт, предназначенного для вождения поездов со скоростями до 110 км/ч. Двенадцатиосный тепловоз 2ТЭ70 имеет диаметр колес 1250 мм и может реализовать значение силы тяги на расчетном (длительном) режиме работы 608 кН (2×304 кН), а при трогании с места — до 75 кН на каждой оси. Он имеет приемлемую нагрузку от колесной пары на рельсы, равную 2П = 230,5 кН. Локомотив оборудован односторонней системой тягового привода колесных пар, схожей с конструкцией опорно-рамного тягового привода третьего класса пассажирских тепловозов ТЭП70, ТЭП80 и ТЭП70БС.

Важную роль в конструкции индивидуального тягового привода, особенно при опорно-осевом подвешивании тяговых электродвигателей, играют **моторно-осевые подшипники**. Они могут быть двух типов — скольжения и качения. Хорошо известны преимущества подшипников качения, особенно роликовых подшипников по сравнению с подшипниками скольжения при их применении в различных машинах, в том числе таких мощных, как локомотивы. Например, применение подшипников качения в буксах локомотивов и вагонов позволило примерно в 8 раз снизить затраты мощности дизеля тепловоза на преодоление сил сопротивления от трения в буксовых подшипниках при трогании с места и разгоне поезда по сравнению с вагонами, оборудованными буксами с подшипниками скольжения.

Тем не менее, на подавляющем большинстве серий отечественных локомотивов по-прежнему применяются моторно-осевые подшипники скольжения. Основные достоинства их заключаются в простоте конструкции, возможности замены вкладышей без формирования колесной пары и сравнительно незначительной толщине, что имеет существенное значение при ограниченном расстоянии между центрами зубчатого колеса и шестерни тягового редуктора.

Применяемые в настоящее время на подавляющем большинстве серий отечественных тепловозов моторно-осевые подшипники скольжения имеют по два разъемных вкладыша, изготовленных из бронзы ОЦС 5-5-5 ГОСТ 613—79. Верхний вкладыш 3 (рис. 4) вставляется в расточку остова 1 тягового электродвигателя, нижний 4 — в шапку 5, притягиваемую к корпусу подшипника болтами 15. Нижний вкладыш имеет прямоугольное окно 14 размером 180×60 мм для подвода смазки (осевого масла) к шейке оси 2. Положение обоих вкладышей фиксируется шпонкой 16. Вкладыши моторно-осевых подшипников одного тягового электродвигателя взаимозаменяемые.

Конструкции моторно-осевых подшипников (МОП) тепловозов различают по системам их смазки. Так, на тепловозах старой постройки ТЭ3 и 2ТЭ10Л, оборудованных тяговыми электродвигателями ЭДТ-200Б и ЭД-107 соответственно, шейки смазывают с помощью набивки из шерстяной пряжи.

На грузовых тепловозах более поздних годов выпуска 2ТЭ10В, 3ТЭ10М, 2М62У, 2ТЭ116 и др., на которых установлены тяговые электродвигатели ЭД-118А, применена более простая польстерная (фитильная) система смазки моторно-осевых подшипников. Принцип работы этой системы основан на капиллярной подаче масла из ванны к подушке (польстеру), прижатой пружиной к смазываемой части оси колесной пары. Корпус польстерного устройства 7 установлен и закреплен болтами на дне масляной ванны шапки 5 моторно-осевого подшипника (см. рис. 4). В направляющих плоскостях устройства 7 перемещается коробка 12, в которой закреплен пакет фитилей 13. Этот пакет состоит из трех войлочных пластин и двенадцати хлопчатобумажных фитилей, уложенных между ними. Пружина 9, закрепленная на польстерном устройстве, прижимает к шейке 2 оси колесной пары коробку с пластинами и фитилями усилием 40 — 60 Н.

Моторно-осевые подшипники смазывают осевой смазкой марок Л, З и С в зависимости от времени года и места эксплуатации тепловоза. Уровень смазки в масляной ванне контролируется по стержню 10 поплавка при открытии крышки 8 или щупом. Наименьший допустимый уровень смазки отмечен риской на щупе. Пробка 11, расположенная в самой низкой части корпуса, служит для слива масла и конденсата.

К недостаткам фитильной подачи масла следует отнести замасливание (уплотнение) трущихся частей польстерного устройства, а также неудобство контроля зазора «на масло» в подшипнике в эксплуатационных условиях, что отрицательно сказывается на надежности колесно-моторных блоков.

Как отмечалось ранее (см. «Локомотив» № 12, 2016 г.), для повышения надежности колесно-моторных блоков грузовых тепловозов 2ТЭ10У и 2ТЭ116У, начиная с 1986 г. стали устанавливать модифицированные тяговые электродвигатели постоянного тока ЭД-118Б с принудительной циркуляционной смазкой моторно-осевых подшипников.

Дополнительно к польстерной (фитильной) системе смазки, как на двигателях ЭД-118А, в средней части оси колесной пары каждого колесно-моторного блока с двигателями ЭД-118Б установлен маслосборник вместимостью 35 л. На крышке маслосборника смонтирован реверсивный шестеренчатый масляный насос, имеющий механический привод от оси колесной пары посредством пары зубчатых колес (редуктора).

Моторно-осевые подшипники двигателя ЭД-118Б состоят из двух вкладышей: нижнего и верхнего. В отличие от МОП двигателей ЭД-118А, нижний вкладыш ЭД-118Б совместно с корпусом МОП составляет единый осевой подшипник скольжения, который включает в себя две польстерные камеры (по одной для каждого МОП) и крепится к корпусу.

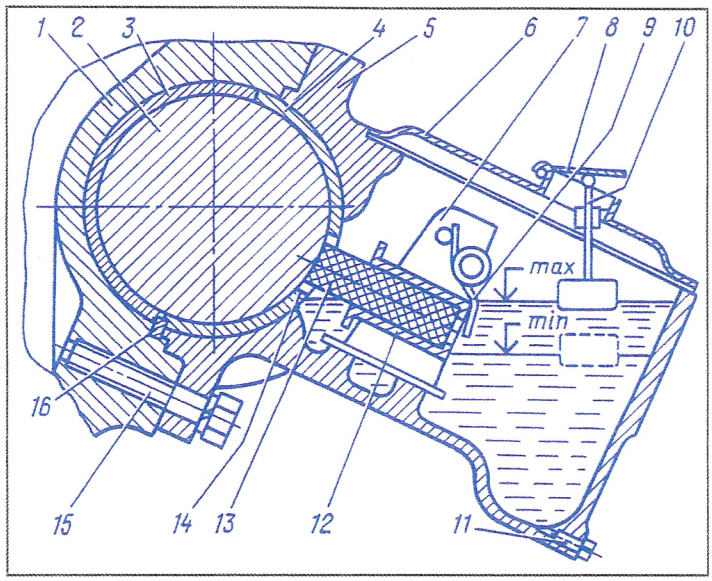


Рис. 4. Моторно-осевой подшипник с польстером:
1 — остов ТЭД; 2 — ось колесной пары; 3 — верхний вкладыш; 4 — нижний вкладыш; 5 — шапка МОП; 6 — масляная ванна; 7 — корпус польстерного устройства; 8 — крышка; 9 — пружина; 10 — стержень поплавка; 11 — сливная пробка; 12 — коробка; 13 — пакет фитилей; 14 — окно; 15 — болт; 16 — шпонка

При движении тепловоза шестеренчатый масляный насос подает масло из маслосборника по каналам в польстерные камеры, откуда самотеком через окна во вкладышах масло проникает в зазор между осью колесной пары и вкладышами МОП. В результате создается так называемый масляный клин, обеспечивающий жидкостное трение тел. Отработанное масло по каналам сливается в маслосборник. Таким образом, круг циркуляции смазки МОП представляет собой замкнутый контур, образованный каналами, соединяющими оба МОП с маслосборником, масляным насосом, маслосборником и польстерным устройством.

Так как производительность масляного насоса зависит, в первую очередь, от частоты вращения колесной пары (скорости движения), принудительная система смазки обеспечивает надежную работу МОП двигателей ЭД-118Б лишь при достижении скорости движения тепловоза примерно 25 км/ч. В период разгона и работе тепловоза при меньших скоростях подача смазки к вкладышам МОП осуществляется польстерной системой смазки, как на двигателях ЭД-118А.

Необходимо заметить, что вкладыши МОП двигателей ЭД-118Б выполнены биметаллическими с заливкой баббитом на бронзовой основе марки Б83 толщиной 2,5 мм. Такая конструкция вкладышей позволяет уменьшить вероятность задиров шеек осей колесных пар тепловоза, что наблюдалось при эксплуатации бронзовых вкладышей двигателей ЭД-118А. В целом интенсивность износа биметаллических вкладышей с принудительной системой смазки уменьшилась примерно в два раза, чем при польстерной смазке МОП. Нужно отметить, что колесно-моторные блоки с тяговыми электродвигателями ЭД-118А и ЭД-118Б взаимозаменяемы.

Моторно-осевые подшипники скольжения обладают рядом существенных недостатков. Материал вкладышей — бронза — достаточно дорогой, а на изготовление вкладышей только одной секции магистрального тепловоза уходит примерно 720 кг бронзы. Подшипники скольжения требуют постоянного смазывания жидкой смазкой довольно высокого качества. В условиях эксплуатации КМБ подвергаются повышенной вибрации, динамическим ударам и другим воздействиям, что приводит к утечке смазки МОП и загрязнению поверхностей рельсов. Также необходим постоянный контроль за уровнем и качеством смазки.

Первые попытки применения на опытных отечественных тепловозах серии 2ТЭ10Л конструкций тяговых приводов с цилиндрическими роликовыми моторно-осевыми подшипниками (МОП) оказались не совсем удачными. Эксплуатация этих тепловозов показала недостаточную надежность МОП из-за перекосов и защемления роликов, что поставило под угрозу безопасность движения поездов. Дополнительно возникли серьезные затруднения при ремонте моторно-осевых подшипников, так как при смене роликов приходилось полностью разбирать колесную пару, а после ее формирования — проводить полное освидетельствование со всеми видами работ. В этой связи опытные колесно-моторные блоки с роликовыми моторно-осевыми подшипниками были изъяты из эксплуатации.

С 2006 г. на Брянском заводе начато серийное изготовление грузовых тепловозов серии 2ТЭ25А «Витязь» с электрической передачей переменного тока, обо-

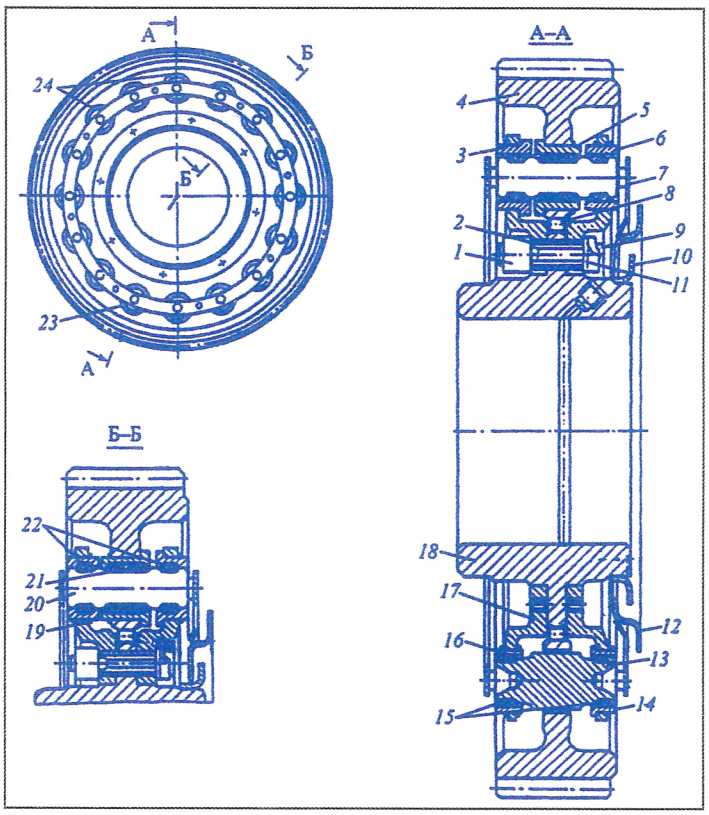


Рис. 5. Упругое зубчатое колесо тягового редуктора грузовых тепловозов:
1 — гайка; 2, 3, 5, 6, 14, 16 — втулки; 4 — зубчатый венец колеса; 7 — ограничительное кольцо; 8 — ролик; 9 — болт; 10 — отражательное кольцо; 11 — шайба; 12 — полукольцо; 13, 20 — пальцы; 15, 21, 22 — амортизаторы; 17 — тарелка; 18 — ступица колеса; 19 — пружинное кольцо; 23, 24 — упругие элементы

рудованных опорно-осевой маятниковой системой подвешивания асинхронных тяговых электродвигателей и **моторно-осевыми подшипниками качения**.

На шейках оси между зубчатым колесом и колесным центром колесной пары тепловоза 2ТЭ25А, при ее формировании, напрессованы внутренние кольца двух роликовых моторно-осевых подшипников: со стороны зубчатого колеса размещается двухрядный роликовый конический подшипник фирмы «Тимкен» (США), а со стороны противоположного центра колесной пары — однорядный цилиндрический подшипник с короткими роликами. Наружные кольца конических подшипников закрепляют в специальном корпусе подшипников, который, в свою очередь, крепится болтами к корпусу асинхронного тягового электродвигателя.

Подобная конструкция МОП с коническими подшипниками качения также применена на опытном тепловозе 2ТЭ116У № 305 и пяти тепловозах серии ТЭМ18ДМ. Так, тепловоз ТЭМ18ДМ № 581 с МОП качения находится в эксплуатации уже более 4 лет без серьезных замечаний по надежности работы его КМБ. Положительные результаты также показала опытная эксплуатация практически всех тепловозов, оборудованных моторно-осевыми подшипниками качения. Расчетный ресурс работы роликовых моторно-осевых подшипников тепловозов составляет не менее 5 млн. км пробега.

В настоящее время на Брянском заводе начат выпуск опытной партии тепловозов серии 2ТЭ25КМ с ТЭД ЭДУ133К, оборудованных колесно-моторными блоками с моторно-осевыми подшипниками качения, разработанными во ВНИКТИ (г. Коломна). Также на Брянском заводе планируется серийное производство перспективных маневровых тепловозов серии ТЭМ28 с аналогичными по конструкции КМБ.

При сборке в моторно-осевые подшипники качения закладывается пластинчатая смазка Буксол. В процессе эксплуатации осуществляется пополнение смазки через специальные пресс-масленки, что позволяет значительно уменьшить расход смазочных материалов по сравнению с МОП, оборудованных польстерной системой смазки. По оценке специалистов, применение МОП с подшипниками качения может позволить снизить эксплуатационные расходы, затраты на техническое обслуживание тепловозов в депо, увеличить ресурс работы осей колесных пар и колесно-моторных блоков в целом и снизить величину основного сопротивления движению тепловоза.

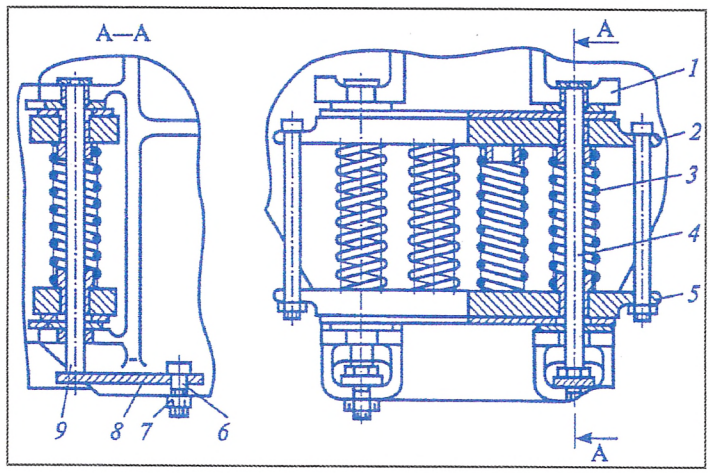


Рис. 6. Траверсное подвешивание тягового электродвигателя тепловоза:
1 — кронштейн рамы тележки; 2 и 5 — верхняя и нижняя балки; 3 — пружина; 4 — стяжной болт; 6 — болт; 7 — гайка; 8 — планка; 9 — стержень

Тяговый редуктор тепловоза предназначен для преобразования величины вращающего момента при его передаче от якоря ТЭД к оси колесной пары. Тяговые редукторы тепловоза работают исключительно в неблагоприятных условиях, особенно при опорно-осевом приводе колесных пар: большие статические и динамические нагрузки; перекосы зубчатых колес из-за износа якорных и моторно-осевых подшипников; вибрации; непосредственная близость таких источников тепловой энергии, как ТЭД и тормозные колодки; возможность попадания в зацепление воды, снега и пыли (в том числе металлических частиц); сложность визуального технического контроля даже на стоянках поезда и др.

Как отмечалось выше, на тепловозах применяют односторонний цилиндрический тяговый редуктор, который состоит из ведущей шестерни (малого зубчатого колеса), упругого зубчатого колеса и кожуха. Последний крепится к остову ТЭД и защищает зубчатые колеса редуктора от атмосферных осадков, пыли и грязи, а также служит емкостью для смазки зубчатого зацепления.

Шестерня тягового редуктора изготовлена из хромоникелевой стали 12Х2Н4А ГОСТ 4543—71. Она напрессовывается на конический (конусность 1:10) хвостовик вала якоря ТЭД тепловым способом, с предварительным нагревом до температуры 170 °С. Прочность посадки шестерни обеспечивается натягом 1,3 — 1,45 мм. Для предотвращения сползания шестерни с конического хвостовика вала в процессе эксплуатации она дополнительно закреплена гайкой с моментом затяжки 500 Н·м и законтрена отгибочной шайбой.

Зубчатое колесо (рис. 5) состоит из ступицы 18, напрессованной на ось колесной пары с натягом 0,16 — 0,22 мм, зубчатого венца 4, который соединен со ступицей при помощи двух тарелок 17, упругих элементов 23 и 24. Упругая связь зубчатого венца 4 со ступицей, состоящая из шестнадцати упругих элементов, равномерно расположенных по окружности колеса, при работе редуктора позволяет венцу занимать такое положение, при котором обеспечивается оптимальное зацепление двух зубчатых колес, т.е. наиболее полное прилегание по длине зубьев шестерни и колеса. Такие зубчатые колеса называют упругими и самоустанавливающимися.

Зубчатый венец 4 изготавливают из стали 45ХН. Рабочая поверхность зубьев подвергается поверхностной закалке, чем обеспечиваются их заданная твердость (HRC 51,5) и износостойкость. Перед сборкой упругого зубчатого колеса зубчатый венец проверяется с помощью магнитной дефектоскопии.

В конструкции упругого зубчатого колеса (см. рис. 5) применяют упругие элементы двух типов: восемь элементов 24 малой жесткости (1250 — 1350 кН·м) и восемь элементов 23 с большей жесткостью (4500 — 5000 кН·м). В результате достигается заданная жесткость упругого колеса в целом. Упругие элементы обоих типов состоят из пальца, на наружную поверхность которого насажены резиновые амортизаторы, предварительно вставленные в металлические втулки.

При передаче механической энергии через зубчатое колесо в виде вращающего момента сначала в работу вступают упругие элементы 24 малой жесткости, затем при увеличении нагрузки, например, при трогании тепловоза с места, венец поворачивается примерно на один градус и в работу вступают более жесткие упругие элементы 23. В целом применение в тяговых редукторах тепло-

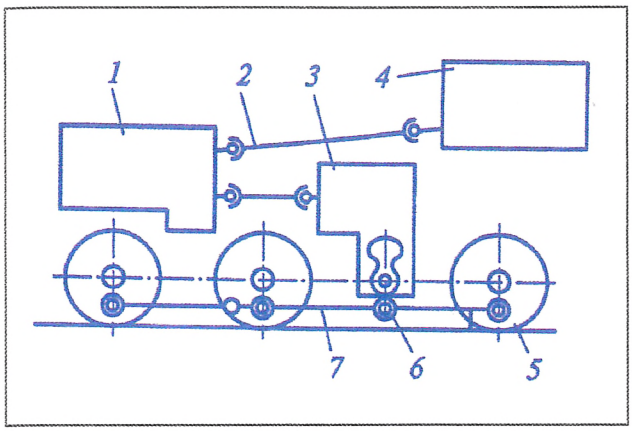


Рис. 7. Тепловоз ТГМ23Д со спарниковым механизмом привода колесных пар:
1 — гидропередача; 2 — карданные валы; 3 — реверс-режимный редуктор; 4 — дизель; 5 — колесные пары; 6 — отбойный вал; 7 — спарник

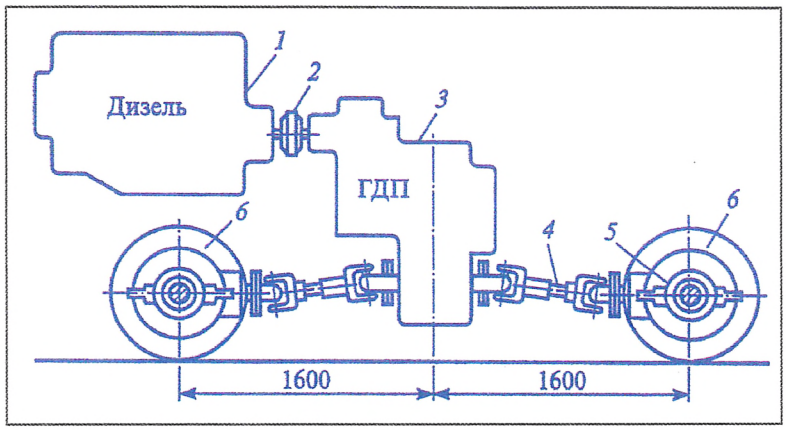


Рис. 8. Схема карданного привода колесных пар тепловоза ТГК2М:
1 — дизель; 2 — эластичная муфта; 3 — гидропередача; 4 — карданные валы; 5 — осевые редукторы; 6 — колесные пары

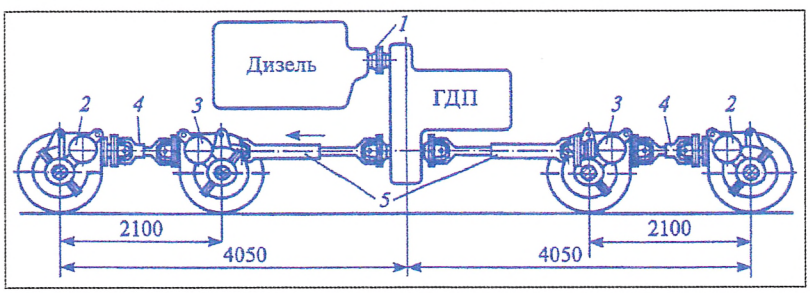


Рис. 9. Схема группового привода колесных пар тепловозов ТГМ6Д и ТГМ4Б:
1 — упругая муфта; 2, 3 — осевые редукторы; 4, 5 — карданные валы

возов упругих зубчатых колес позволяет примерно в два раза уменьшить динамические воздействия в зацеплениях зубчатых колес редукторов и на столько же повысить долговечность работы тяговых редукторов в эксплуатации.

При сборке упругого зубчатого колеса между венцом 4 и ступицей 18 устанавливают 90 роликов 8 размером 15×25 мм, предназначенных для разгрузки упругих элементов от радиальных сил и относительного перемещения венца и ступицы колеса.

Упругая подвеска тягового электродвигателя. При индивидуальном опорно-осевом тяговом приводе тяговый электродвигатель одним концом через два моторно-осевых подшипника опирается на ось колесной пары, а другим с помощью упругой подвески опирается на раму тележки тепловоза. На отечественных тепловозах, в основном, применяют так называемое траверсное подвешивание ТЭД. Конструкция траверсы выполнена таким образом, чтобы можно было в условиях ремонтных депо без особого труда опустить в канаву неисправный колесно-моторный блок без выкатки тележки из-под тепловоза.

Траверса (рис. 6) состоит из двух мощных литых балок: верхней 2 и нижней 5, между которыми расположены четыре цилиндрические пружины 3. Пружины 3 с помощью стяжных болтов 4 предварительно затянуты усилием 40 — 50 кН. Через крайние пружины 3 и опоры кронштейна 1 тележки пропущены направляющие стержни, предупреждающие возможность выпадения самой траверсы при движении тепловоза. Средние пружины траверсы зафиксированы специальными трубчатыми выступами, приваренными к балкам 2 и 5. Направляющие стержни 9 внизу фиксируются при помощи планок 8, закрепленных болтами 6 с гайками 7.

Такая конструкция упругой подвески ТЭД на раме тележки позволяет смягчить динамические удары, передаваемые на раму тележки и кузов тепловоза при колебаниях его колесно-моторных блоков.

ГРУППОВОЙ ТЯГОВЫЙ ПРИВОД

Как отмечалось ранее, групповой привод колесных пар применяется на всех отечественных тепловозах с гидродинамическими передачами. Вращающий момент от выходного вала гидропередачи к колесным парам тепловоза при таком типе привода может быть передан либо с помощью спарникового механизма, аналогичного паровозному, либо карданным приводом, состоящим из шарниров (карданов), карданных валов и осевых редукторов.

Спарниковый механизм нашел применение в тяговом приводе всех маневровых и промышленных тепловозов, построенных на заводе «Муромтепловоз»: ТГМ1, ТГМ23, ТГМ23А, ТГМ23Б, ТГМ23В, ТГМ23Д. Привод колесных пар (рис. 7) состоит из отбойного вала 6 и системы спарников 7, связывающих его с движущимися осями. На каждую сторону тепловоза устанавливают по три сочлененных между собой спарника: переднего, заднего и среднего. Соединение колесных пар с рычагами осуществляется с помощью шарнирных валиков (пальцев) и стальных втулок, которые запрессованы в головки дышел. На рис. 7 показана схема со спарниковым приводом колесных пар тепловоза ТГМ23Д. Реверс-режимный редуктор 3 тепловоза ТГМ23Д размещен в отдельном корпусе и соединен с гидропередачей с помощью карданного вала.

Такой тип группового тягового привода отличается простотой устройства и обслуживания, высокой надежностью и низкой стоимостью изготовления. Однако необходимость соединения всех осей рычажной передачей не позволяет использовать такой тяговый привод на тележечных локомотивах. К недостаткам этого типа привода также нужно отнести повышенное динамическое воздействие экипажа на путь, особенно при высоких скоростях движения, из-за неуравновешенности больших масс узлов рычажного механизма. Тем не менее, применение такого типа привода на бестележечных тепловозах Муромского завода, имеющих максимальную скорость движения 30 км/ч на маневровом режиме и мощность около 300 кВт, экономически оправдано.

Карданный привод колесных пар применен в конструкциях двухосных тепловозов ТГК и ТГК2М мощностью 170 кВт Калужского машиностроительного завода. Дизель 1 и гидропередача 3 (рис. 8) размещены на раме тепловоза. Коленчатый вал дизеля соединен с входным валом гидропередачи посредством эластичной муфты 2. От выходного (турбинного) вала гидропередачи вращающий момент распределяется по колесным парам 6 тепловоза с помощью карданных валов 4 и осевых редукторов 5.

Карданный привод также широко применяется в конструкциях тепловозов тележечного типа с гидравлическими передачами, выпускаемых Людиновским (ТГ16М, ТГМ6Д, ТГМ4Б и др.) и Камбарским (ТГМ40 и ТУ7А) тепловозостроительными заводами. Вращающий момент от дизеля (рис. 9) передается к гидропередаче ГДП через эластичную муфту 1. От выходного турбинного вала гидропередачи вращающий момент распределяется на колесные пары двух тележек: сначала через раздаточные карданные валы 5 к средним осевым редукторам 3 колесных пар, далее промежуточными карданными валами 4 — к крайним осевым редукторам 2 и на привод колесных пар.

Необходимо отметить, что применение группового тягового привода по сравнению с индивидуальным позволяет значительно (до 30 %) повысить величину коэффициента сцепления. Другими словами, экипаж с групповым приводом обладает меньшей склонностью к боксованию, т.е. более высокими тяговыми свойствами, что очень важно при выполнении маневровой и вывозной работы локомотивов, а также технологических и межцеховых перевозок.

Итак, мы рассмотрели основные вопросы, связанные со способами передачи вращающего момента от тягового электродвигателя или гидропередачи к колесным парам тепловоза. Следующие, не менее важные вопросы, — это о том, как передать силу тяги от ведущих колесных пар к рамам тележек и главной раме тепловоза, о силовом взаимодействии экипажа локомотива и пути, а также об условиях устойчивого и безопасного движения в рельсовой колее. Эти и другие вопросы будут рассмотрены в следующей статье.

ФРИКЦИОННЫЕ ТОРМОЗА ДЛЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г «ЛАСТОЧКА»

Специалистами ОАО МТЗ ТРАНСМАШ создана система управления, обладающая высокими функциональными и диагностическими возможностями



Канд. техн. наук **С.Г. ЧУЕВ,**
генеральный конструктор ОАО МТЗ ТРАНСМАШ,
заслуженный конструктор Российской Федерации,
инженеры **С.А. ПОПУЛОВСКИЙ,**
первый заместитель генерального конструктора,
П.М. ТАГИЕВ,
заместитель генерального конструктора
по новым тормозным системам,
И.Г. ЮРЧЕНКО,
главный специалист отдела перспективного моторвагонного
подвижного состава Департамента технической политики ОАО «РЖД»

Система управления фрикционными тормозами для моторвагонного подвижного состава в СССР и современной России традиционно заимствовалась у пассажирских вагонов с локомотивной тягой, т.е. состояла из крана машиниста № 395, воздухораспределителя № 292 (242) и электровоздухораспределителя № 305. Однако применение такого оборудования на современном скоростном подвижном составе не стало соответствовать возросшим техническим требованиям к функциональным и диагностическим возможностям, а также к обеспечению безопасности и надежности.

В начале 2015 г. компания ООО «Уральские локомотивы» (Свердловская обл., г. Верхняя Пышма) в рамках локализации производства электропоезда ЭС2Г «Ласточка» предложило ОАО МТЗ ТРАНСМАШ (г. Москва) разработать первую в России систему управления тормозами, предназначенную для этого подвижного состава. И уже в конце того же года она была не только создана и испытана, но и принята в рамках приемочной комиссии ОАО «РЖД».

Структура поезда ЭС2Г, содержащего при его максимальной составности пять вагонов, представлена на рис. 1. При этом допускается объединение электропоездов по схеме 5+5.

Система управления тормозами реализует следующие функции:

- ✓ управление давлением воздуха в тормозной магистрали;
- ✓ автоматическое пневматическое торможение;
- ✓ автоматическое электропневматическое торможение («петля безопасности») по командам микропроцессорной системы управления и диагностики МПСУиД;
- ✓ электропневматическое торможение по командам системы МПСУиД;
- ✓ авторежимное регулирование при электропневматическом торможении по командам системы МПСУиД, а также при автоматическом;
- ✓ стояночный тормоз с дистанционным управлением по командам системы МПСУиД, а также ручным;
- ✓ автоматическое пневматическое торможение с пониженной эффективностью «холодный резерв»;
- ✓ экстренное автостопное торможение по команде устройства безопасности БЛОК;
- ✓ противоюзную защиту;
- ✓ передачу расширенной диагностической информации в систему МПСУиД.

Функцию управления давлением воздуха в тормозной магистрали выполняет кран ма-



Рис. 1. Структура поезда ЭС2Г «Ласточка»

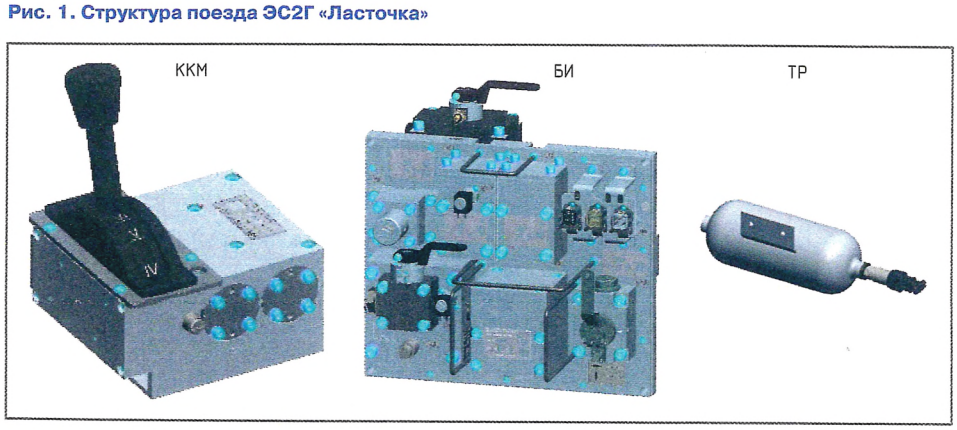


Рис. 2. Кран машиниста № 345:
ККМ — контроллер крана машиниста; БИ — исполнительный блок; ТР — технологический резервуар

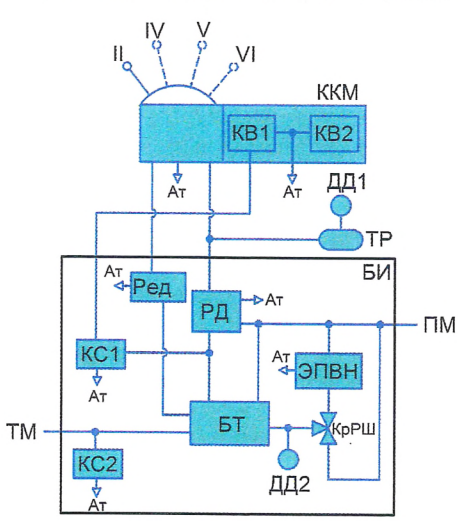


Рис. 3. Функциональная схема крана машиниста № 345:
ККМ — контроллер крана машиниста; БИ — исполнительный блок; КС1, КС2 — срывные клапаны; Ред — редуктор; РД — реле давления; БТ — блокировка тормозов; КВ1, КВ2 — возбудительные клапаны; ДД1, ДД2 — датчики давления; ТР — технологический резервуар; ЭПВН — электропневматический вентиль; КрРШ — трехходовой кран; ПМ — питательная магистраль; ТМ — тормозная магистраль; Ат — атмосфера

шиниста № 345 (рис. 2). Этот прибор является дистанционным пневматическим с управлением величины разрядки тормозной магистрали по времени. Кран машиниста № 345 реализует следующие функции:

- управление давлением воздуха в тормозной магистрали посредством котроллера крана машиниста ККМ;
- экстренное торможение по командам системы МПСУиД;
- блокировка тормозов;
- передача в систему МПСУиД информации о применении экстренного торможения;
- передача диагностической информации в МПСУиД.

Контроллер крана машиниста ККМ имеет по аналогии с традиционными приборами этого назначения четыре фиксированных положения:

- II поездное;
- IV перекрыша с питанием;
- V служебное торможение;
- VI экстренное торможение.

На рис. 3 представлена функциональная схема крана машиниста № 354. Функцию управления давлением воздуха в тормозной магистрали ТМ посредством котроллера крана машиниста ККМ выполняют:

- редуктор Ред, поддерживающий зарядное давление 0,5 ± 0,01 МПа в технологическом резервуаре ТР, а, следовательно, и в тормозной магистрали ТМ;
- реле давления РД, которое осуществляет наполнение и выпуск давления воздуха из тормозной магистрали в зависимости от давления в его управляющей полости и технологическом резервуаре ТР;
- срывной клапан КС1, обеспечивающий при положении VI ручки контроллера крана машиниста ККМ разрядку тормозной магистрали ТМ экстренным темпом;
- возбудительный клапан КВ1, срабатывающий на выпуск воздуха из управляющей полости срывного клапана КС1 при положении VI ручки контроллера крана машиниста ККМ;
- возбудительный клапан КВ2, обеспечивающий выпуск воздуха из управляющей полости реле давления РД и технологического резервуара ТР при положении VI ручки контроллера крана машиниста ККМ.

Функцию экстренного торможения по командам МПСУиД реализует срывной клапан КС2, осуществляющий разрядку тормозной магистрали ТМ экстренным темпом.

Функцию блокировки тормозов выполняют:

- блокировка тормозов БТ, обеспечивающая сообщение питательной магистрали ПМ с редуктором Ред и реле давления РД с тормозной магистралью ТМ;
- электропневматический вентиль ЭПВН, который осуществляет дистанционное управление блокировкой тормозов БТ при подаче на него напряжения и активацию крана машиниста в целом. В случае нештатных ситуаций включить блокировку тормозов БТ и активировать кран машиниста можно посредством трехходового крана КрРШ.

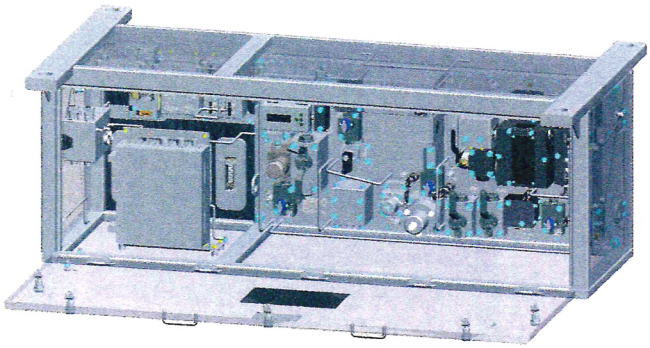


Рис. 4. Блок тормозного оборудования № 420

Функция передачи в систему МПСУиД информации о применении экстренного торможения выполняется посредством двух микропереключателей, установленных в контроллере крана машиниста ККМ. Диагностическую информацию в систему МПСУиД передают:

- датчик давления ДД1 — величину давления в технологическом резервуаре ТР;
- датчик давления ДД2 — значение давления в управляющем контуре блокировки тормозов БТ;
- трехходовой кран КрРШ и другая запорная арматура (на схеме не показана) — о положениях ручек.

Блок тормозного оборудования № 420 (рис. 4) — основной элемент системы управления тормозами электропоезда ЭС2Г. Блок выполняет следующие функции:

- автоматическое пневматическое торможение;
- электропневматическое торможение;
- автоматическое электропневматическое торможение («петля безопасности»);
- авторежимное регулирование при автоматическом и электропневматическом торможениях;
- стояночный тормоз с дистанционным и ручным управлениями;
- автоматическое пневматическое торможение с пониженной эффективностью («холодный резерв»);
- зарядка резервуаров и формирование рабочего давления для системы пневмоподвешивания;
- передача расширенной диагностической информации в систему МПСУиД.

На рис. 5 представлена функциональная схема блока тормозного оборудования №420. Функцию автоматического пневматического тормоза выполняет клапан пропорционального управления КПУ. Этот клапан в зависимости от давления в тормозной магистрали, в свою очередь, выдает определенное управляющее давление, подаваемое через переключательный клапан ПК1, в ограничитель давления автоматического тормоза ОДА и далее — в блок БУТ для непосредственного наполнения тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек.

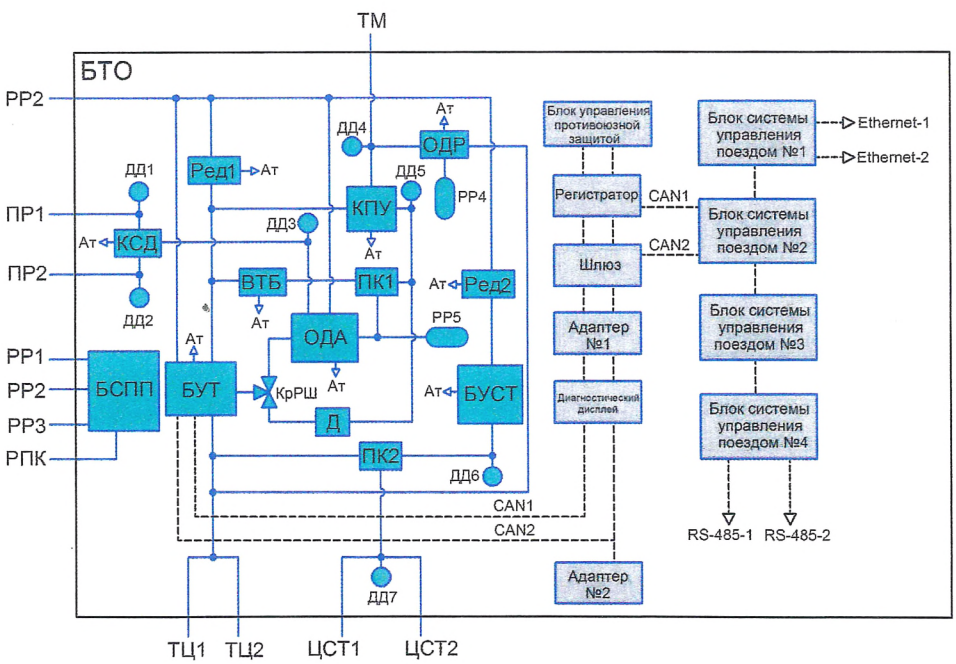


Рис. 5. Функциональная схема блока тормозного оборудования № 420:
РР1 — РР4 — резервуары; ПР1, ПР2 пневморессоры тележек; РПК — регулятор положения кузова; БСПП — блок системы пневмоподвешивания; КСД — клапан среднего давления; Ред1, Ред2 — редукторы; БУТ — блок управления тормозом; ВТБ — вентиль тормоза безопасности; КрРШ — кран трехходовой; ОДА — ограничитель давления автоматического тормоза; Д — делитель давления; ПК1, ПК2 — переключательные клапаны; КПУ — клапан пропорционального управления; ОДР — орган дополнительной разрядки; БУСТ — блок управления стояночным тормозом; ДД1 — ДД7 — датчики давления; ТМ — тормозная магистраль; ТЦ1, ТЦ2 — тормозные цилиндры; ЦСТ1, ЦСТ2 — цилиндры стояночного тормоза; Ат — атмосфера

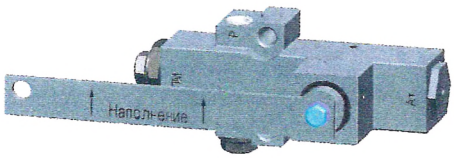


Рис. 6. Регулятор положения кузова 003ММ

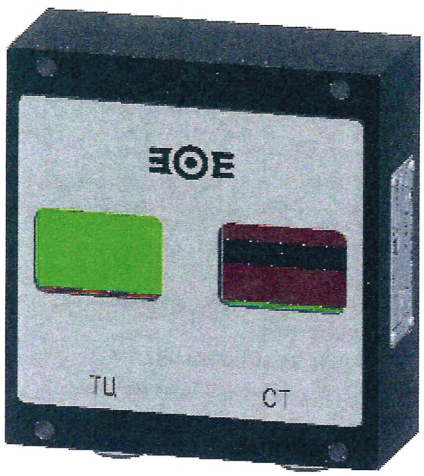


Рис. 9. Тормозной индикатор № 421

Быстродействие наполнения тормозных цилиндров по всей длине электропоезда при ступени торможения обеспечивает орган дополнительной разрядки ОДР.

Функцию электропневматического торможения реализует блок управления тормозом БУТ, который получает команды от микропроцессорной системы МПСУиД и обеспечивает посредством электропневматических вентилей наполнение тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек.

Функцию автоматического электропневматического торможения («петля безопасности») по командам МПСУиД выполняет вентиль тормоза безопасности ВТБ, который в штатном режиме работы электропоезда находится под напряжением, чем обеспечивает полный отпуск тормозов. При снятии напряжения с вентиля тормоза безопасности ВТБ происходит наполнение тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек.

Функция авторежимного регулирования при автоматическом пневматическом тормозе возложена на ограничитель давления автоматического тормоза ОДА, который получает управляющий сигнал по загрузке вагона от клапана среднего давления КСД. Авторежимное регулирование при электропневматическом торможении осуществляет блок управления тормозов БУТ, получающий сигнал от МПСУиД. В случае выхода из строя пневморессор тележек ПР1 и ПР2 ограничитель давления автоматического тормоза ОДА поддерживает в тормозных цилиндрах ТЦ1 и ТЦ2 давление порожнего режима.

Функцию стояночного тормоза с дистанционным и ручным управлениями обеспечивают блок управления стояночным тормозом БУСТ, а также переключательный клапан ПК2, причем последний реализует предохранительную функцию недопущения выхода из строя цилиндров стояночного тормоза ЦСТ1 и ЦСТ2 при одновременном поступлении воздуха от блока управления тормозом БУТ и блока управления стояночным тормозом БУСТ.

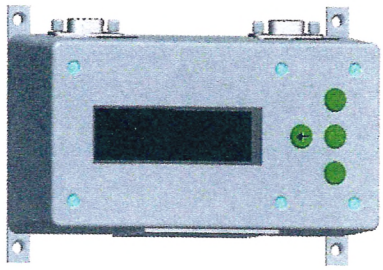


Рис. 7. Диагностический дисплей

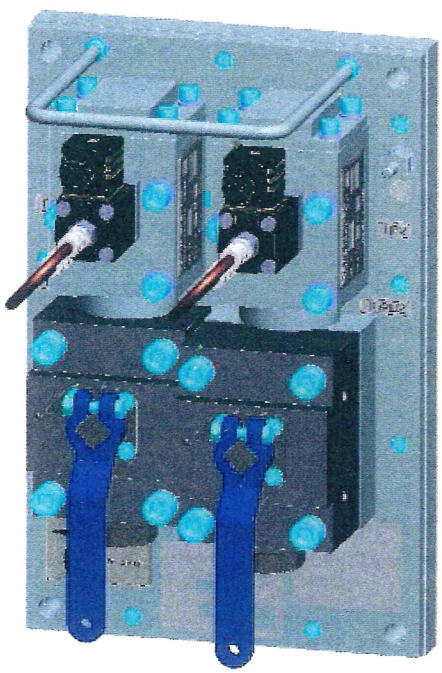


Рис. 10. Блок пневматического оборудования № 419

Функцию автоматического пневматического торможения с пониженной эффективностью («холодный резерв») выполняют делитель давления Д и трехходовой кран КрРШ, который необходимо установить из положения «штатное» в «холодный резерв».

Функции зарядки питательных резервуаров РР2 и РР3, а также формирования рабочего давления для системы пневмоподвешивания осуществляет блок системы пневмоподвешивания БСПП, причем непосредственное управление давлением в пневморессорах выполняет регулятор положения кузова 003ММ (рис. 6).

Функция поосной противоюзной защиты возложена на систему БАРС-6М, блок управления которой расположен в блоке тормозного оборудования №420, осевые датчики скорости — на буксах, а сбрасывающие клапаны 182-21 — на раме вагона.

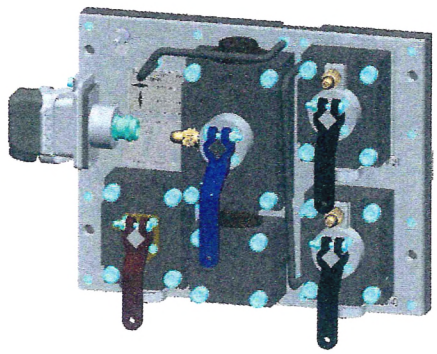


Рис. 8. Блок пневматического оборудования № 425

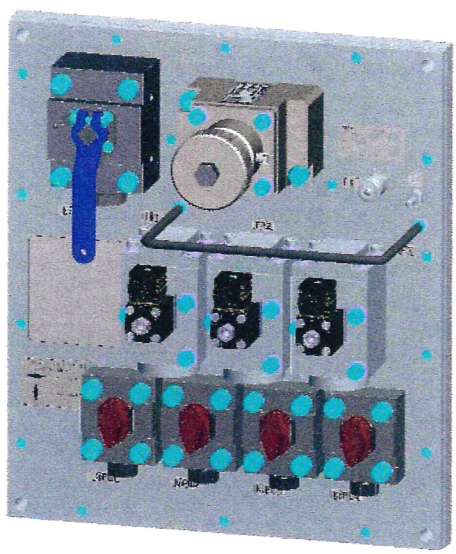


Рис. 11. Блок пневматического оборудования № 422

Функцию передачи расширенной диагностической информации в МПСУиД выполняют по CAN-интерфейсу шлюз и регистратор параметров системы управления тормозами. Диагностику обеспечивают датчики давления ДД1 — ДД7, разобщительные краны с трехпозиционным контролем положения ручек и пневматические контрольные точки (данное оборудование на схеме не показано), а также адаптеры.

Помимо перечисленных диагностических средств, впервые на подвижном составе ЭС2Г «Ласточка» применен диагностический дисплей (рис. 7), позволяющий вести мониторинг всех CAN-сетей, а также датчиков давления ДД1 — ДД7 и всех разобщительных кранов.

Дополнительно к оборудованию системы управления электропоездом разработаны: блок пневматического оборудования № 425 (рис. 8), тормозной индикатор № 421 (рис. 9), а также блоки для вспомогательных пневматических контуров № 419 (рис. 10) и № 422 (рис. 11).

Блок пневматического оборудования №425 реализует следующие функции:

- раздельное включение (отключение) компрессоров;

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С КОЛЛЕКТОРНЫМ ПРИВОДОМ

И.П. ВАСИЛЬЕВ, аспирант НИУ «Московский энергетический институт»

Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. определяют энергетическую эффективность экономики одним из главных стратегических ориентиров долгосрочной государственной энергетической политики.

На электрической тяге в настоящее время осуществляется 85 % общего объема перевозок на железнодорожном транспорте. Основной ресурс экономии ТЭР в локомотивном хозяйстве ОАО «РЖД» находится в сфере перевозочного процесса и заключается, прежде всего, в рациональном энергоэкономном использовании тягового подвижного состава.

На сегодняшний день в эксплуатации находится 6036 грузовых электровозов, из которых 57 % составляют электровозы переменного тока с тяговым приводом постоянного тока (ВЛ60К, ВЛ80К, ВЛ80Т, ВЛ80С, ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ80ТК, Э5К, 2ЭС5К, 3ЭС5К и 4ЭС5К).

Все электровозы переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями (ТЭД), используемые на полигонах железных дорог России, имеют низкие энергетические показатели в режимах тяги и рекуперации. Около 50 % парка данных электровозов оборудованы тиристорными преобразователями, обеспечивающими плавное регулирование напряжения (ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ80ТК, 2ЭС5К, 3ЭС5К и 4ЭС5К, всего 1531 электровоз, или 3683 секции). На каждую секцию приходятся четыре или шесть ТЭД с питанием от сети через тяговый трансформатор (ТТ) и два либо три выпрямительно-инверторных преобразователя (ВИП), которые в режиме тяги работают как выпрямители, а в режиме рекуперации – как инверторы.

Работа ВИП, собранного на тиристорах, с одной стороны, позволяет плавно регулировать напряжение, подаваемое на ТЭД, а с другой стороны, является причиной негативного влияния, оказываемого на качество потребляемой из контактной сети (КС) электроэнергии. Процессы переключения тиристоров вызывают некие колебания напряжения в КС. В отдельных режимах подобные колебания имеют амплитуду, соизмеримую с напряжением КС. При углах регулирования, близких к 90 эл. град., и одновременном значительном удалении электровоза от тяговой подстанции максимальные значения амплитуды искаженного напряжения могут превышать амплитуду питающего напряжения в 2 раза, что приводит к значительным потерям в КС.

В общем виде ВИП, как нагрузку сети, можно охарактеризовать коэффициентом мощности:

$$\lambda = \frac{P}{S}, \quad (1)$$

где P — активная мощность, потребляемая ВИП из контактной сети, характеризует полезный эффект преобразования энергии и потери в преобразователе;

S — полная мощность, потребляемая из сети.

Полная мощность, потребляемая из сети, определяется выражением:

$$S = U_d \cdot I_d, \quad (2)$$

- деление питательной магистрали ПМ электропоезда на две части;
- сообщение тормозной магистрали ТМ с питательной магистралью ПМ через обратный клапан при следовании электропоезда «холодным резервом».

Тормозной индикатор № 421 реализует следующие функции:

- контроль текущего состояния фрикционного дискового тормоза в тормозных цилиндрах;
- контроль текущего состояния фрикционного дискового тормоза в цилиндрах стояночного тормоза.

Состояние тормоза контролируется при помощи цветовых сигналов в двух окнах индикации на фронтальной поверхности устройства.

Блок пневматического оборудования №419 осуществляет следующие функции:

- дистанционное управление давлением воздуха, подводимого к свистку и тифону;
- резервное дублирование пневматического сигнала тифона и свистка от педали.

Блок пневматического оборудования №422 реализует следующие функции:

- дистанционное управление давлением воздуха к форсунке песочницы передней тележки моторного вагона электропоезда;
- дистанционное управление давлением воздуха к форсунке песочницы задней тележки моторного вагона электропоезда;
- подача воздуха к системе осушки песка;
- подача воздуха к сиденьям локомотивной бригады и стеклоочистителям.

Блок пневматического оборудования № 422 предназначен для дистанционного управления давлением сжатого воздуха, подходящим к системе осушки песка, находящегося в бункере, а также подачи через разобщительные краны сжатого воздуха к сидениям машиниста и его помощника, стеклоочистителям.

Первая в России система управления фрикционными тормозами по сравнению с европейскими аналогами обеспечивает возможность работы тормозной системы с отечественной системой управления верхнего уровня МПСУиД, а также повышенную климатическую адаптацию работоспособности тормозной системы для российских условий.

В период с февраля по октябрь 2015 г. система управления тормозами успешно прошла полный комплекс приемочных и сертификационных испытаний на электропоезде ЭС2Г отечественного производства. Были проведены ходовые испытания на действующей инфраструктуре общего пользования со скоростями до 176 км/ч, а также на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ».

В конце 2015 г. при участии представителей ОАО «РЖД» и профильных научно-исследовательских институтов состоялось заседание приемочной комиссии, которая рассмотрела результаты испытаний системы управления тормозами, предназначенной для электропоездов ЭС2Г «Ласточка» производства ООО «Уральские локомотивы». Комиссией была дана положительная оценка разработке, конструкторской документации присвоена литера О1, производителю рекомендовано изготовить установочную серию систем.

В октябре 2016 г. на территории ООО «Уральские локомотивы» (г. Верхняя Пышма) состоялось заседание приемочной комиссии по рассмотрению результатов разработки и испытаний электропоезда ЭС2Г «Ласточка» исполнения «Стандарт», а также электропоезда ЭС2ГП «Ласточка» исполнения «Премиум», отличающегося от поезда стандартного исполнения улучшенной внутренней компоновкой салона. По итогам работы комиссии результаты разработки признаны положительными.

В настоящий момент на электропоезд ЭС2Г «Ласточка» исполнения «Стандарт» с № 045 получен сертификат соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза № ТР ТС 001/2011. Планируется, что электропоезд этой модификации будет введен в эксплуатацию на Московском центральном кольце в начале 2017 г. Необходимо отметить, что на подвижном составе ЭС2Г «Ласточка» отмеченных исполнений установлены системы управления тормозами российского производства ОАО МТЗ ТРАНСМАШ.

где U_d и I_d — действующие значения напряжения сети и потребляемого тока.

Общеизвестно, что коэффициент мощности вентильного преобразователя зависит от таких факторов, как тип схемы, вид нагрузки и режим работы. В типичном для выпрямителя режиме работы на RL-нагрузку, при непрерывности выходного тока, выходное напряжение определяется по формуле:

$$U_d = U_{d0} \cdot \nu \cdot \cos\varphi, \quad (3)$$

где ν — коэффициент несинусоидальности тока;

U_{d0} - действующее значение 1-й гармоники напряжения сети.

Коэффициент несинусоидальности определяется по формуле:

$$\nu = \frac{I_{d0}}{I_d}, \quad (4)$$

где I_{d0} — действующее значение 1-й гармоники тока;

I_d — действующее значение тока.

При этом получим:

$$\lambda = \nu \cdot \cos\varphi = \frac{U_d}{U_{d0}}. \quad (5)$$

Основными недостатками тяговых электроприводов электровозов с тиристорными ВИП является значительное потребление реактивной мощности, приводящее к смещению кривой тока относительно кривой напряжения на некоторый угол φ с одной стороны, искажению форм напряжения и тока в первичной обмотке тягового трансформатора и появлению значительных гармонических составляющих тока в контактной сети, с другой. Таким образом, значение коэффициента мощности остается на низком уровне, который на электровозах с плавным регулированием не превышает величины 0,84.

Для достижения приемлемого значения коэффициента мощности λ, стремящегося к единице, необходимо создание специального устройства, которое снижает реактивную мощность электровоза в режимах тяги и рекуперации, не искажая при этом форму напряжения и тока.

Для повышения энергоэффективности локомотивов переменного тока с тиристорными преобразователями уже предложено множество способов, а также реализован целый ряд технических решений. Рассмотрим основные из них.

❶ **Секторное регулирование напряжения** реализовано на электровозах серии DB-Baureihe 181.2, эксплуатируемых на немецких железных дорогах. Оно заключается в симметрировании кривой тока, потребляемого электровозом относительно питающего напряжения. Регулирование выпрямленного напряжения осуществляется смещением по фазе на угол γ переднего фронта кривой этого напряжения и дополняется смещением его заднего фронта на угол β в направлении опережения. В случае мгновенной коммутации тока при равенстве углов γ и β (идеальный случай) сдвига по фазе первой гармоники тока не происходит, и коэффициент мощности существенно повышается (рис. 1).

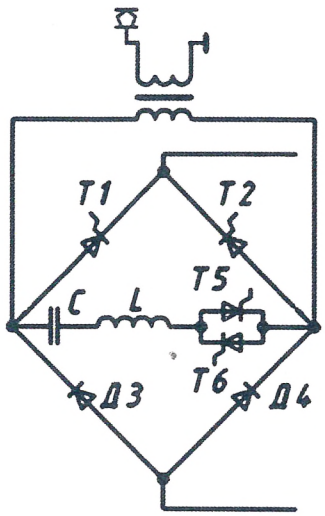


Рис. 1. Система секторного регулирования: Т1, Т2 — тиристорные плечи; Д3, Д4 — диодные плечи; С — коммутирующий конденсатор; L — индуктивный фильтр; Т5, Т6 — коммутирующие тиристоры

На этих электровозах закрытие ранее проводившего тиристора осуществляется с помощью принудительной коммутации, которая реализована путем дополнительного включения в силовую схему коммутирующих конденсаторов и тиристоров. Выключение тиристора выпрямителя электровоза осуществляется разрядным током конденсатора после включения коммутирующего конденсатора. Введение в силовую цепь конденсатора вызывает резкое увеличение тока в начале коммутации, когда при включении конденсатора напряжение на нем суммируется с напряжением вторичной обмотки трансформатора.

В процессе формирования кривой тока образуются крутые фронты напряжения, которые сопровождаются интенсивным колебательным процессом, вызывающим увеличение в спектре тока высших гармоник, ухудшающие форму потребляемого тока и снижающие коэффициент мощности электровоза. Кроме того, переход на секторное регулирование напряжения требует полной замены ВИП электровоза, поскольку введение в силовую схему коммутирующих тиристоров и конденсаторов вызывает существенное его изменение.

При секторном регулировании напряжения увеличение cosφ не приводит к улучшению гармонического состава потребляемого тока, в результате чего происходит увеличение его коэффициента искажения. Для повышения энергетических показателей электровоза необходимо улучшать оба составляющих коэффициента мощности, что может быть достигнуто путем использования метода активной фильтрации высших гармоник потребляемого тока. Таким образом, секторное регулирование напряжения с искусственной коммутацией является нецелесообразным. Следует отметить, что такой способ регулирования не позволяет компенсировать высшие гармоники тока, а наоборот, способствует их генерации.

❷ **Способ разнофазного управления (РФУ) группами многозонных выпрямителей** электровозов переменного тока также является одним из способов снижения влияния процессов при работе электровоза на качество напряжения в КС. Принцип РФУ заключается в разнесении во времени начал, а также окончаний коммутаций различных ВИП электровоза. Задержка открытия тиристоров плеча одного из ВИП позволяет уменьшить скачок принужденного напряжения при включении и выключении каждого преобразователя и амплитуду свободных колебаний напряжения на токоприемнике электровоза.

Устройство РФУ ВИП тяговых приводов электровоза с постоянной величиной задержки открытия (закрытия) тиристоров предложено специалистами АО «ВНИИЖТ». Оно содержит два канала. Каждый состоит из преобразовательного трансформатора, управляемого выпрямителя, усилителя и распределителя импульсов, а также источника управляющих импульсов и блока задержки. Устройство было испытано на электровозе ВЛ85-001. По результатам испытаний отмечена достаточно высокая эффективность такого способа. Основное преимущество — устранение причины ухудшения качества электроэнергии, вызванного спецификой работы тиристорных плеч ВИП. Однако этот способ имеет и ряд существенных недостатков, из-за которых он не получил широкого распространения:

- разнофазность управления достигается постоянным увеличением угла открытия тиристоров преобразователя на 8… 9 эл. град., что, в свою очередь, значительно ухудшает внешние характеристики ВИП;
- снижается коэффициент мощности электровоза при реализации предлагаемого алгоритма РФУ;
- мощность электровоза в часовом и продолжительном режимах ниже, чем при типовом способе управления, что приводит к небольшому снижению скорости электровоза;
- постоянство сдвига угла открытия тиристоров преобразователя на 8… 9 эл. град. не дает полного эффекта снижения высокочастотных колебаний напряжения контактной сети вследствие изменения индуктивности и емкости тяговой сети в зависимости от удаления электровоза от тяговой подстанции.

❸ **Способ одновременной многоконтурной коммутации тока плеч ВИП** также направлен на повышение энергетической эффективности. Он заключается в организации одновременной коммутации

сразу в нескольких малых контурах ВИП. Одномоментно включаются не только однофазные и противофазные плечи предшествующей зоны, но также плечи всех ранее отработавших зон регулирования.

При организации такой коммутации тока весь процесс разбивается на несколько малых короткозамкнутых контуров, длительность протекания коммутации в которых различна и имеет определенную очередность окончания. В результате уменьшается индуктивное эквивалентное сопротивление цепи переменного тока, что приводит к повышению среднего значения выпрямленного напряжения ВИП за счет уменьшения его индуктивного падения напряжения. Однако это приводит к незначительному повышению коэффициента мощности электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения, приблизительно на 2 %.

На российских локомотивах опытно реализован способ повышения коэффициента мощности электровоза **методом компенсации реактивной мощности с помощью пассивного компенсатора реактивной мощности** (КРМ), который подключается непосредственно к вторичной обмотке силового трансформатора электровоза.

Научными сотрудниками АО «ВНИИЖТ» был разработан пассивный нерегулируемый КРМ (рис. 2) — последовательная резонансная LC-цепь, подключаемая с помощью ключевого элемента, состоящего из двух встречно-параллельно соединенных тиристоров. На электровозах целесообразно применение как одно-, так и двухзвенных КРМ. Звенья настраиваются на частоты, близкие к третьей и пятой гармоникам потребляемого тока. При этом назначение схемы управления тиристорами ключевого элемента сводится к отключению КРМ при возникновении короткого замыкания в контактной сети или аварийных режимов работы, а также к включению тиристоров в моменты равенства мгновенных значений напряжения на вторичной обмотке трансформатора и напряжения на конденсаторе КРМ.

Схема (см. рис. 2) применялась на опытных электровозах типа ВЛ80СК, ВЛ80ТК, а также на электровозе 3ЭС5К-047.

Принцип работы КРМ заключается в улучшении формы потребляемого электровозом тока и сокращении отставания по фазе первой гармоники тока относительно напряжения сети, что приводит к повышению коэффициента мощности. Снижение высших гармонических составляющих во входном токе электровоза происходит за счет шунтирования третьей гармоники тока цепью компенсатора, настроенного на близкую частоту, а также некоторого ослабления ближайших по частоте высших гармоник.

Уменьшение фазового угла тока относительно напряжения осуществляется путем создания неуправляемой емкостной составляющей тока основной частоты, протекающей через LC-цепь, которая для частоты 50 Гц имеет емкостное сопротивление. За счет этого происходят смещение фазы потребляемого тока в сторону опережения и приближение к фазе питающего напряжения.

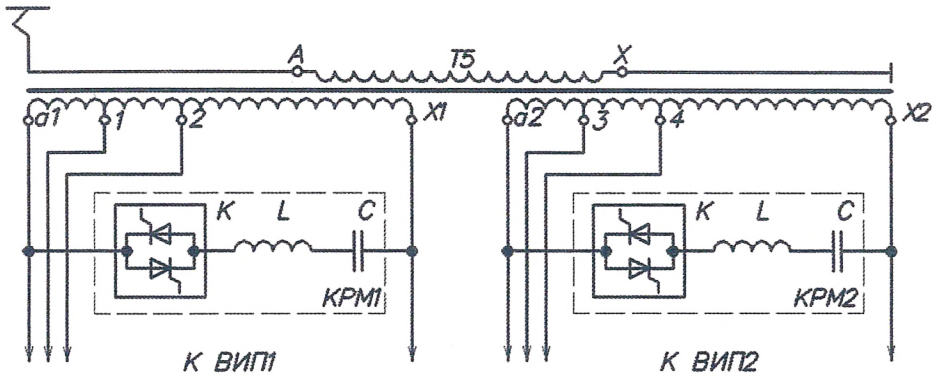


Рис. 2. Упрощенная схема подключения пассивного КРМ:
T5 — тяговый трансформатор; K — ключевой элемент; L — индуктивность; C — конденсатор

Двухзвенным КРМ оборудован электровоз ВЛ85-023 (каждый КРМ состоит из двух параллельных LC-контуров, рис. 3). Устройство было испытано на Экспериментальном кольце (АО «ВНИИЖТ», г. Щербинка), где исследовались различные режимы работы электровоза при многообразии условий электроснабжения и месторасположения электровоза в границах фидерной зоны.

Использование на электровозе вышеупомянутого КРМ приводит к перекомпенсации реактивной мощности при малых токах нагрузки, что объясняется постоянной величиной емкостного тока, протекающего через компенсатор. Поэтому работа КРМ является эффективной лишь в определенном узком диапазоне токовых нагрузок.

Также разработан **КРМ с регулируемым током компенсатора**. Схема управления компенсатором значительно изменена в сравнении с пассивным КРМ. Она позволяет регулировать его емкостной ток в зависимости от фазового угла сдвига между основной гармоникой тока и напряжением сети, измеренным на низкой стороне тягового трансформатора электровоза. В отличие от нерегулируемого КРМ, регулирование с изменяющимся током компенсатора делает более эффективной его работу, поскольку ток компенсатора зависит от тока нагрузки и определяется фазовым углом сдвига первой гармоники потребляемого тока относительно питающего напряжения. Однако применение регулируемого КРМ не обеспечивает эффективную компенсацию высших гармоник питающего тока: не происходит существенного улучшения коэффициента искажения формы тока и связанного с ним коэффициента мощности электровоза.

Разработка и внедрение управляемых силовых полупроводниковых приборов открыли широкие возможности для создания новых конструкций преобразователей электровозов переменного тока, а также повышения их энергетических показателей.

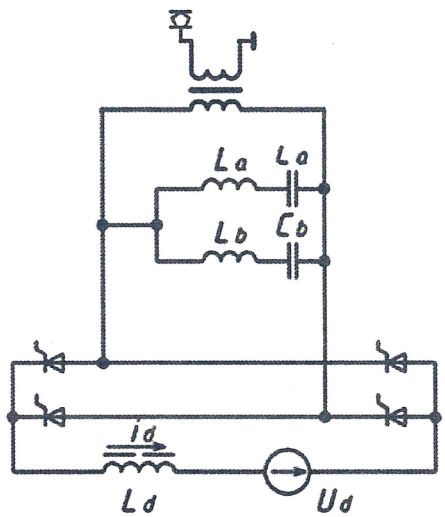


Рис. 3. Упрощенная схема ЭПС с двухзвенным КРМ при включении на вход ВИП:
L_a, C_a — индуктивность и емкость 1-го звена; L_b, C_b — индуктивность и емкость 2-го звена; L_d — сглаживающий реактор; U_d — тяговый электродвигатель

Имеется как зарубежный, так и отечественный опыт создания электровозов переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями и силовыми установками на базе **четырехквадрантных преобразователей переменно-постоянного напряжения типа 4q-S** (рис. 4).

Данные преобразователи относятся к активным выпрямителям. Преобразователи 4q-S решают следующие задачи:

- ☆ преобразование однофазного напряжения контактной сети, изменяющегося в широких пределах, в стабилизированное постоянное напряжение;
- ☆ поддержание синусоидальной формы тока контактной сети;
- ☆ обеспечение работы привода с заданным коэффициентом мощности сети;
- ☆ передача энергии нагрузке в режиме тяги, возврат энергии в сеть при рекуперативном торможении.

Электровоз с такими преобразователями потребляет практически синусоидальный ток, совпадающий по фазе с питающим напряжением, при этом значение коэффициента мощности стремится к единице.

Однако модернизация эксплуатируемых электровозов, связанная с заменой тиристорного ВИП на 4q-S-преобразователь, не представляется возможной, так как это требует значительных капиталовложений на изменение конструкции тягового трансформатора и замену коллекторных тяговых двигателей на асинхронные. Кроме того, данный преобразователь имеет сложную систему охлаждения и высокую стоимость применяемых в нем силовых модулей.

В настоящее время 4q-S-преобразователи используются для тягового привода с асинхронными двигателями, применяемого на грузовых электровозах 2ЭС5. Отсутствие устройств, подобных ВИП на электровозах данной серии, позволило реализовать коэффициент мощности в пределах 0,90… 0,95.

Гибридный (регулируемый) компенсатор реактивной мощности, включающий 4q-S-преобразователь, разработанный д-ром техн. наук, профессором Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС) Ю.М. Кулиничем, позволяет повысить энергетическую эффективность электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями. Компенсатор содержит в себе две части: пассивную и активную (рис. 5).

Пассивный фильтр выполнен в виде LC-цепи, которая в зависимости от изменения токовой нагрузки электровоза переключается на различное напряжение секций вторичной обмотки трансформатора. При уменьшении токовой нагрузки LC-цепь переключается на пониженное напряжение секций вторичной обмотки, что одновременно уменьшает мощность компенсатора и таким образом обеспечивает достаточно высокую точность компенсации гармоник напряжения при изменении токовых нагрузок электровоза.

Для управления таким компенсатором требуется сложный алгоритм, что является существенным недостатком при обслуживании и ремонте. При управлении ключевыми элементами активного фильтра используют широтно-импульсный модулятор (ШИМ), характеризующийся постоянной величиной частоты высшей гармоники в токе компенсатора. ШИМ является предпочтительным для применения в компенсаторах реактивной мощности, так как в этом случае обеспечивается электромагнитная совместимость тяговой сети и цепей сигнализации и связи.

Стоит упомянуть, что амплитуда ШИМ изменяется в процессе регулирования и тем самым вызывает значительные погрешности в формировании тока активного фильтра. Для устранения недостатков схемы управления в контур управления активным фильтром вводятся пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор и второй элемент сравнения, что еще больше усложняет систему управления данным компенсатором.

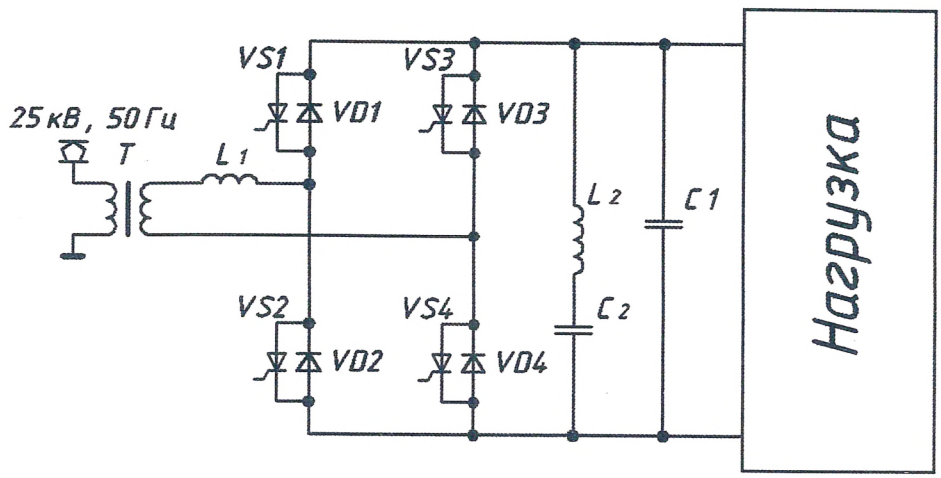


Рис. 4. Упрощенная схема подключения 4q-S-преобразователя:
Т — тяговый трансформатор; L_1 — реактор; VS1 — VS4 — запираемые тиристоры; VD1 — VD4 — шунтирующие диоды; L_2, C_2 — резонансный фильтр; C_1 — конденсатор

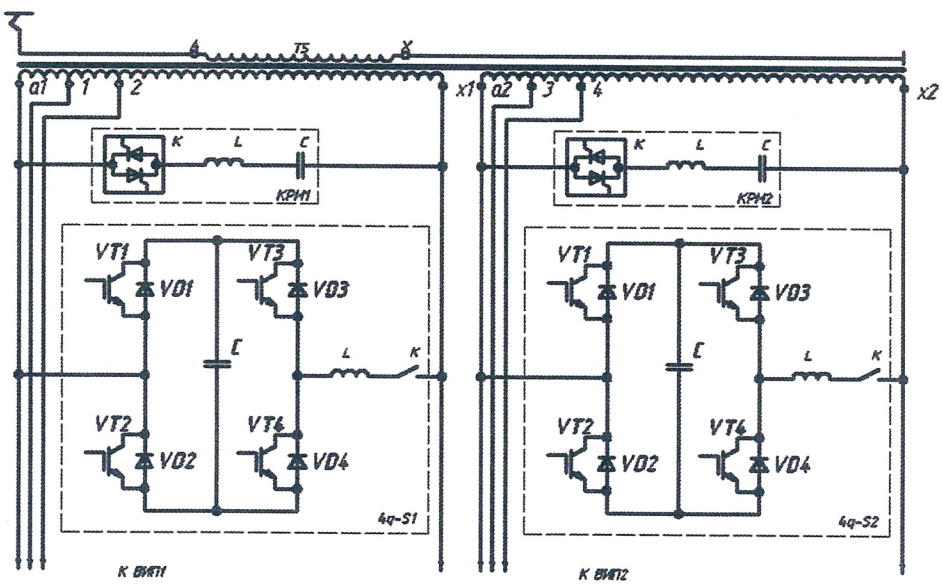


Рис. 5. Схема подключения гибридного КРМ

Для электровоза, где массогабаритные размеры любого узла строго ограничены, размещение гибридного КРМ вызывает затруднения.

Использование компенсаторов реактивной мощности (КРМ) — наиболее эффективный способ повышения энергетической эффективности электрических потребителей. Снижение реактивной мощности и уменьшение искажения формы тока и напряжения сети реализуются путем включения во входную цепь практически любого импульсного преобразователя специального устройства.

Однако современные компенсаторы реактивной мощности имеют значительные недостатки:

- сложная система управления;
- необходимость применения дополнительного оборудования для борьбы с электромагнитными помехами, что требует определенного пространства в электровозе для расположения этого оборудования и увеличивает эксплуатационные расходы на обслуживание;
- принципиальная схема должна включать реактивные элементы и емкости, которые при частоте питающего напряжения 50 Гц имеют значительные габариты и вес;
- принципиальная схема требует постоянное регулирование емкостных и индуктивных величин реактивных элементов при изменении тока нагрузки.

Решение вышеуказанных проблем применения КРМ, а также замещение дорогостоящей зарубежной продукции (в первую очередь силовых полупроводниковых приборов) отечественными аналогами позволят с меньшими затратами со стороны локомотивного комплекса ОАО «РЖД» реализовать повышение энергетической эффективности электровозов переменного тока с приводом постоянного тока как на вновь выпускаемых локомотивах, так и уже находящихся в эксплуатации.

Кроме того, реализация данных задач дает толчок железнодорожным научным институтам и проектным организациям в поиске новых, наиболее эффективных и экономичных путей повышения коэффициента мощности электровозов переменного тока.

НОВОСТИ СТАЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

ИТАЛИЯ

Национальная компания-оператор «Trenitalia» заказала у компании «Alstom» 6 электропоездов «Coradia Meridian Jazz» с максимальной скоростью 160 км/ч для эксплуатации в регионе Трентино. В составе каждого поезда 6 вагонов, 282 сидячих места. Конструкция поезда полностью соответствует новым стандартам по безопасности, комфорту и доступности для инвалидов. В конструкции и отделке салонов используются современные материалы. В вагонах установлены устройства видеонаблюдения, информационные светящиеся табло для пассажиров, электрические розетки и разъемы для компьютеров.



Электропоезд «Coradia Meridian Jazz» компании «Alstom»

*

В Италии успешно работает частная пассажирская операторская компания «Nuovo Trasporto Viaggiatori» (NTV), выполняющая высокоскоростные перевозки поездами AGV. Она является серьезным конкурентом национальному оператору «Trenitalia» в высокоскоростных перевозках. Компания намерена пополнить парк подвижного состава. Заключен контракт с фирмой «Alstom Transport» на поставку восьми 7-вагонных поездов «Pendolino» с максимальной скоростью 250 км/ч на сумму 460 млн. евро. Условиями контракта предусмотрено техобслуживание в течение 20 лет.



Высокоскоростной электропоезд «Pendolino» фирмы «Alstom Transport» для итальянской компании NTV

Поезд «Pendolino» имеет усовершенствованную аэродинамику, футуристическую форму носовой части, которая гарантирует защиту и безопасность машиниста, высокую экологичность благодаря улучшенному уровню рециркуляции, что значительно снижает выбросы углекислого газа в атмосферу.

*

Прошла официальная презентация первого из семи дизель-поездов, заказанных компанией «Trenitalia» у польской компании «Pesa». В дизель-поезде на скорость 130 км/ч обеспечен комфорт для 161 пассажира, имеются современные средства связи, внутренние и наружные камеры видеонаблюдения с обзором 360°, пониженный уровень пола. На поезде установлено два дизельных двигателя мощностью 380 кВт каждый.

ШВЕЙЦАРИЯ

На линиях высокогорной железной дороги «Rhätische Bahn» проходит испытания тепловоз с электрической передачей серии Gmf 4/4 234 производства компании «Schalker Eisenhütte GmbH». Локомотив разработан для эксплуатации в суровых климатических условиях этой дороги, где в зимний период температура опускается до –35 °С. На тепловозе установлен дизель MTU 12V 4000 мощностью 1800 кВт. Во время стоянки локомотива с выключенным основным дизелем электроэнергию вырабатывает вспомогательный дизель мощностью 37 кВт. Тепловоз идеально подходит для горных условий эксплуатации, имеет массу 64 т (на 20 т меньше обычного тепловоза такого класса). Возможно его использование для тяги пассажирских поездов и снегоочистительной техники.



Тепловоз серии Gmf 4/4 234 компании «Schalker Eisenhütte GmbH»

*

Компания-производитель «Stadler Rail» поставляет поезда серии Ait 578 для эксплуатации на линии Санкт-Мориц — Кур Швейцарских федеральных железных дорог. Поезда включают 2 низкопольных и 5 высокопольных вагонов, в которых предусмотрены места для велосипедов, инвалидных и детских колясок, а также игровая зона для детей и туалетные комнаты. Салон с панорамными окнами и откидные сиденья с фронтальным видом предоставляют прекрасный вид на Альпы. Кроме того, в 2018 г. ожидается поставка 13 низкопольных поездов компании «Stadler» серии Bit 528.



Поезд серии Ait 578 компании «Stadler Rail»

ЮАР

Компания «Bombardier Transportation» поставит 240 шестиосных двухсистемных электровозов серии 23E (TRAXX Africa) для вождения тяжеловесных грузовых поездов в Южной Африке. Максимальная скорость 100 км/ч. Все локомотивы будут построены в Южной Африке с локализацией производства более 60 %.



Двухсистемный электровоз серии 23E (TRAXX Africa) компании «Bombardier Transportation» (дизайн-проект)

*

Намечена поставка первых опытных образцов 6-вагонных электропоездов «X'Trapolis Mega» компании «Alstom» для пригородных перевозок «Metrorail» с шириной колеи 1067 мм. В настоящее время проходят динамические испытания со скоростями до 132 км/ч. По принятой в 2013 г. программе запланирована поставка 3600 вагонов с производством в течение 10 лет в ЮАР. Вместимость 6-вагонных поездов — 1346 пассажиров. Вагоны оснащены системами кондиционирования воздуха, информирования пассажиров, диагностики, видеоконтроля, учета количества пассажиров. Благодаря системе рекуперативного торможения экономия энергии может доходить до 31 %.



Электропоезд «X'Trapolis Mega» компании «Alstom» (дизайн-проект)

БЕЛЬГИЯ

Консорциум в составе компаний «Alstom» и «Bombardier» поставит Национальному обществу бельгийских железных дорог 1362 двухэтажных вагона серии M7 с максимальной скоростью 200 км/ч, которые будут эксплуатироваться на всех магистральных линиях железнодорожной сети Бельгии, а также в сообщении с Голландией и Люксембургом. «Alstom» поставит систему ETCS 2-го уровня для всего парка поездов. Новые вагоны могут использоваться в составе электропоездов, а также в поездах с локомотивной тягой.

Поезда имеют увеличенный срок службы. Они доступны для пассажиров в инвалидных колясках, в вагонах установлена система информирования пассажиров, предусмотрены места для велосипедов. Диагностическая система поезда позволяет спланировать работы по профилактическому техобслуживанию и снизить стоимость жизненного цикла. Стоимость заказа — 3,3 млрд. евро, из них квота «Bombardier» — 2,1 млрд. евро, «Alstom» — 1,2 млрд. евро. Сроки поставок 2018 — 2021 гг.

*

В рамках контракта на общую сумму 75 млн. евро компания «Bombardier» поставит 13 многосистемных электровозов «TRAXX Multi-System» (MS) и 5 гибридных локомотивов «TRAXX AC Last Mile» для лизингового предприятия «Railpool». Первые будут использоваться в транспортном коридоре Германия — Австрия — Швейцария — Италия — Нидерланды — Бельгия; вторые — в Швеции и Норвегии. Локомотивы «TRAXX AC Last Mile» могут использоваться на неэлектрифицированных участках благодаря их способности сохранять автономный режим движения в течение 8 ч, преодолевая затяжные крутые подъемы, характерные для Скандинавии.

ЯПОНИЯ

Японской компанией-оператором JR East представлен предсерийный образец нового 9-вагонного электропоезда серии E353 с системой принудительного наклона кузова вагона. Поезд построен компанией J-TREC (дочерним предприятием JR East). Новые поезда заменят эксплуатируемые с 1993 г. поезда серии E351. Предусмотрена возможность подсоединения к поезду еще 3-вагонной секции, состоящей из моторных вагонов.



Электропоезд серии E353 с системой принудительного наклона кузова

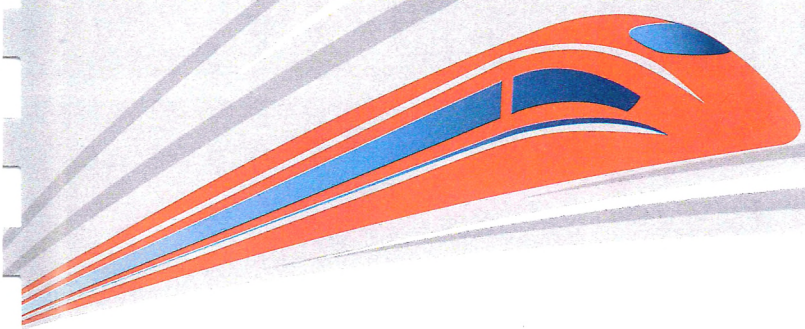
По материалам журналов «Railvolution», «European Railway Review», «Ingegneria Ferroviaria», «La Vie du Rail», «La Tecnica Professionale», «Le Rail», «Revue Générale des Chemins de Fer»

Читайте в ближайших номерах:

- Автоматизация нормирования топливно-энергетических ресурсов
- Бережливое производство: мультифункциональные проекты Забайкальской и Красноярской дорог
- Схема пневматического тормозного оборудования электровоза 2ЭС6 «Синара»
- Электрическая схема тепловоза 2ТЭ116
- Схемы цепей управления электропоезда ЭД4М
- Изменения в электрических цепях электровозов ЭП1М
- Новый водяной насос для тепловозных дизелей ДМ-21/21

ДНТБ
КБШ Ж.Д.
0082145

...но-информационное сотрудничество с журналами ОАО «РЖД» – эффективная поддержка в продвижении вашего бизнеса



Отраслевые журналы ОАО «РЖД» ориентированы на широкий круг читателей — от руководителей и специалистов до студентов и учащихся железнодорожных учебных заведений.

- Журнал **«Железнодорожный транспорт»** издается с 1826 г.
- Журнал **«Локомотив»** издается с 1957 г.
- Журнал **«Вагоны и вагонное хозяйство»** издается с 2005 г.
- Журнал **«Путь и путевое хозяйство»** издается с января 1957 г.
- Журнал **«Железные дороги мира»** издается с 1961 г.
- Журнал **«Автоматика, связь, информатика»** издается с 1923 г.

Нас читают во всех регионах России, в десятках стран ближнего и дальнего зарубежья, на предприятиях магистрального и промышленного железнодорожного транспорта.
Наше сотрудничество будет полезным для налаживания взаимовыгодных контактов, деловых партнерских отношений.

По вопросам размещения рекламы обращайтесь в Центр научно-технической информации и библиотек ОАО «РЖД» и редакции журналов

Телефон: (499) 262-54-29

Факс: (499) 262-69-11

E-mail: cntb216@mail.ru

Почтовый адрес: 107996, г. Москва, Рижская площадь, д. 3

ЗА БЕЗОПАСНЫЙ ТРУД!

В Москве недавно состоялась юбилейная, XX Международная специализированная выставка «Безопасность и охрана труда». В экспозиции участвовало около 300 компаний, в том числе 40 иностранных фирм, которые показали более 5 тыс. видов средств охраны труда и промышленной безопасности.

На выставке были представлены разделы: государственное управление условиями и охраной труда; научно-исследовательские разработки по охране труда; специальная оценка условий труда и обучение по охране труда; продукция производителей спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Выступая на открытии экспозиции, заместитель председателя правительства РФ О.Ю. Голодец, в частности, отметила, что выставка дает серьезный импульс совершенствованию организации безопасного труда в Российской Федерации. По словам вице-премьера, за последние 10 лет уровень производственного травматизма в стране снизился до исторического минимума. Общее количество несчастных случаев на производстве в период 2006 — 2015 гг. сократилось в 2,1 раза, до 42 тыс. в год.

Активное участие в выставке приняли специалисты ОАО «РЖД». На стенде Компании была организована презентация разработки «Виртуальный класс по охране труда», которая стала победителем в конкурсе «Здоровье и безопасность». Демонстрировались имиджевые видеоролики, в том числе по истории плакатов по охране труда.

Насыщенной была деловая программа. В течение трех дней проведено более 40 мероприятий (конференции, семинары, круглые столы, презентации и т.д.) по самым актуальным вопросам. Состоялся III Всероссийский Конгресс организаций и специалистов по безопасности и охране труда. Департамент охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля ОАО «РЖД» провел круглый стол на тему: «Новые подходы к организации обучения в области охраны труда на железнодорожном транспорте».

На снимках (сверху вниз, слева направо):

❶ заместитель председателя правительства РФ О.Ю. Голодец знакомится с экспозицией выставки;

❷ производители группы компаний «Стрелец» предложили «Систему персонального оповещения с локализацией персонала в зданиях» для контроля за нахождением работника по сигналам спутников ГЛОНАС/GPS;

❸ российский Центр оптимальных решений «Квазар» представил систему ЭСМО, которая в автоматизированном режиме проводит предсменный медицинский контроль машинистов и водителей, выдавая разрешение или запрет на работу;

❹ продукция компании «Гасзнак» хорошо известна железнодорожникам — это стенды, сигнальные знаки, а также информационные блоки по безопасности труда;

❺ на многих стендах демонстрировалась современная удобная спецодежда;

❻ на выставке было широко представлено оборудование для безопасных работ на высоте и под напряжением.













Фото Ю.А. Житенёва