№4
2016

ЛОКОМОТИВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

РЖД

Инновационные программы — в жизнь!

Созидательный потенциал бережливого производства

Энергоэффективность локомотивов: планирование и прогнозирование

Устранение неисправностей в цепях управления тепловоза ЧМЭ3Т, электровозов ЧС7 и 2ЭС4К

Тормозное оборудование тепловоза ТЭМ18ДМ

Предупреди ошибки, машинист!

Маневровый тяговый модуль МТМ

Школа молодого машиниста

ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭП^Р ДЛЯ БЕЛОРУССИИ

(см. с. 40 – 43)

ISSN 0869-8147

ЗДОРОВЫЕ БРИГАДЫ — БЕЗАВАРИЙНАЯ РАБОТА!

Современный двухэтажный физкультурно-оздоровительный центр на территории локомотивного депо Москва-3 Московской дирекции тяги был создан еще в 2004 г. на базе не функционировавшего полуразрушенного цеха экипировки. За прошедшее время центр реабилитации локомотивных бригад принял не одну тысячу машинистов и их помощников. По внутренней отделке, оснащению помещений рядом специальных аппаратов, приборов, оборудованию зала разнообразными тренажерами для физических упражнений центр не уступает другим успешным оздоровительным учреждениям. Проведение профилактических, восстановительных и оздоровительных мероприятий способствует снижению утомления, психоэмоционального напряжения, повышает работоспособность и надежность локомотивных бригад в вопросах обеспечения безопасности движения.

Благоустроенная территория, прилегающая к Центру, радует глаз

Фото: Квач В.В.

В кабинете психокоррекции квалифицированная работа психолога позволяет своевременно оказывать помощь локомотивным бригадам, снижать стрессовые нагрузки на организм

Тренажер «Грэвитрин» (слева) и массажное кресло (справа) – гарантия положительного результата при лечении заболеваний позвоночника и суставов, расслабления мышц спины и шейного отдела позвоночника

Сеанс в соляной комнате, выложенной плитками каменной соли, добытой в Уральских горах, стимулирует обменные процессы организма

В фитобаре инструктор по лечебной физкультуре О.Ф. Казакова готовит чай работникам локомотивных бригад

Разнообразные физические упражнения на специальных тренажерах способствуют снижению утомляемости в процессе поездной работы локомотивных бригад

Уникальные возможности спа-капсулы позволяют влиять на психофункциональное состояние человека наиболее естественным образом

На беговой дорожке – машинист I класса С.А. Иванов

ЛОКОМОТИВ

Ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал

АПРЕЛЬ 2016 г.
№ 4 (712)

Издаётся с января 1957 г.
г. Москва

УЧРЕДИТЕЛЬ:
ОАО «Российские железные дороги»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
БЖИЦКИЙ В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
АКУЛОВ А.П.
ВОРОТИЛКИН А.В.
ГАПАНОВИЧ В.А.
КАРЯНИН В.И.
(редактор отдела тепловозной тяги)
КОБЗЕВ С.А.
КОССОВ В.С.
МАШТАЛЕР Ю.А.
МИХАЛЬЧУК Н.Л.
НАЗАРОВ О.Н.
НИКИФОРОВ Б.Д.
ОСТУДИН В.А.
(зам. главного редактора)
ОСЯЕВ А.Т.
РУДНЕВА Л.В.
(ответственный секретарь)
СЕРГЕЕВ Н.А.
(редактор отдела электрической тяги)
ЧАПЛИНСКИЙ С.И.

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

Наш адрес в Интернете:
www.lokom.ru; e-mail: info@lokom.ru
Наш адрес в СПД ОАО «РЖД»:
E-mail: loko_msk@msk.rzd
Электронная версия:
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8816

В номере:

ЖИТЕНЁВ Ю.А. Инновационные программы — в жизнь! 2
Награды победителям — «Золотой локомотив» 7

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО
ШЕЛОПУТОВА И.А. Созидательный потенциал в действии 8
ИГИН В.Н. Энергоэффективность локомотивов: планирование и прогнозирование. . 10

СОВЕТЫ ПСИХОЛОГА
ЯКОЦУЦ О.Л. Влияние общения на здоровье человека. 14

НА КОНТРОЛЕ — БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ
ПОСМИТЮХА А.А. Предупреди ошибки, машинист! 16
Заслуженные награды. 18

В ПОМОЩЬ МАШИНИСТУ И РЕМОНТНИКУ
ПИЛИПЕНКО А.С. Устранение неисправностей в цепях управления тепловоза ЧМЭ3Т 19
Некоторые неисправности на электровозах ЧС7 25
Некоторые неисправности на электровозах 2ЭС4К 28

АВТОТОРМОЗА
ТИТОВ М.В. Тормозное пневматическое оборудование тепловоза ТЭМ18ДМ. . 31

ШКОЛА МОЛОДОГО МАШИНИСТА
РУДНЕВ В.С. Принципы работы основных узлов и агрегатов тепловоза. Системы наддува и топливная аппаратура тепловозного дизеля 36

НОВАЯ ТЕХНИКА
ТКАЧЕНКО С.Е., КОНДРАТЕНКО Д.Г. Электропоезд ЭП^{Р} для Белоруссии 40
Маневровый тяговый модуль МТМ. 44

СТРАНИЧКИ ИСТОРИИ
КАСАТКИН Г.С., КАСАТКИНА М.А. Проекты Ялтинской железной дороги . . . 45

ЗА РУБЕЖОМ
ПОЛИН П.А., ЗАРУЧЕЙСКИЙ А.В. Экологически чистые тепловозы США . . . 47

На 1-й с. обложки: **новый региональный электропоезд переменного тока ЭП^{Р} серии «Flirt» швейцарской компании «Stadler Bussnang AG» для Белорусской железной дороги.** Фото А.В. БАЧИЛО

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

Адрес редакции:
129110, г. Москва,
ул. Пантелеевская, 26,
редакция журнала «Локомотив»
Тел./факс: **(499) 262-12-32;**
Тел.: **(499) 262-30-59, 262-44-03**

Подписано в печать 30.03.2016.
Офсетная печать.
Усл.-печ. л. 5,62.
Усл. кр.-отт. 22,48.
Уч.-изд. л. 10,4.
Формат 64×90/8.

Тираж 4975 экз. Заказ № ЛТ-16-0438.
Отпечатано в ООО «Типография Сити Принт».
129226, Москва, ул. Докукина, д. 10.
Тел. +7 (495) 640-6996.

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.

© Локомотив, 2016

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ — В ЖИЗНЬ!

Аналитики агентства «Bloomberg» составили рейтинг стран по уровню инновационности их экономики. Россия вошла в топ-50 и заняла в нем 12-е место. Экономика стран оценивалась по нескольким показателям, среди которых — объем добавленной стоимости при производстве, траты на инновационные разработки, продуктивность, патентная активность изобретателей, плотность высокотехнологичных компаний. Первое место присудили Южной Корее, которую аналитики назвали страной, вкладывающей огромные средства в развитие новых технологий. Также в первой пятерке — Германия, Швеция, Япония и Швейцария, у США — восьмая позиция.

Россия, занявшая 12-е место, обошла Великобританию и Китай. При этом, по мнению аналитиков агентства, РФ является одним из лидеров по такому показателю, как доля выпускников с высшим образованием инженерно-технических и научных специальностей. 21-е место Китая эксперты объяснили тем, что используемые в КНР технологии заимствованы, а не разработаны внутри страны. То же относится и к другим государствам, главное преимущество которых заключается в дешевизне рабочей силы, а не в передовых технологиях.

В конце прошлого года ОАО «РЖД», как и все компании с государственным участием, начало разрабатывать программу своего инновационного развития до 2020 г. Она должна быть рассмотрена специалистами и представлена на заседании правления Компании. Программа инновационного развития — это своего рода «дорожная карта» для развития пяти бизнес-блоков ОАО «РЖД». После обсуждения этой программы членами правления Компании она будет направлена в Минтранс РФ, Минобрнауки и Минэкономразвития. По согласовании с ними программа будет представлена в Межведомственную рабочую группу при президиуме Совета по модернизации, экономике и инновационному развитию при Президенте Российской Федерации. После одобрения ее в этой инстанции Совет директоров ОАО «РЖД» к июлю 2016 г. должен утвердить данный документ. С этого момента программа станет юридическим документом, готовым к исполнению (рис. 1).

Однако, пока суть да дело, предполагается, что уже до утверждения программы в нынешнем году начнут внедряться следующие инновационные разработки:

- тиражирование на сети технологии организации движения грузовых поездов по энергооптимальным расписаниям, с использованием системы «Эльбрус»;
- маневровая автоматическая локомотивная сигнализация.

Помимо этого, в текущих планах Компании предусмотрено освоение технологии ремонта пути с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и другие проекты.

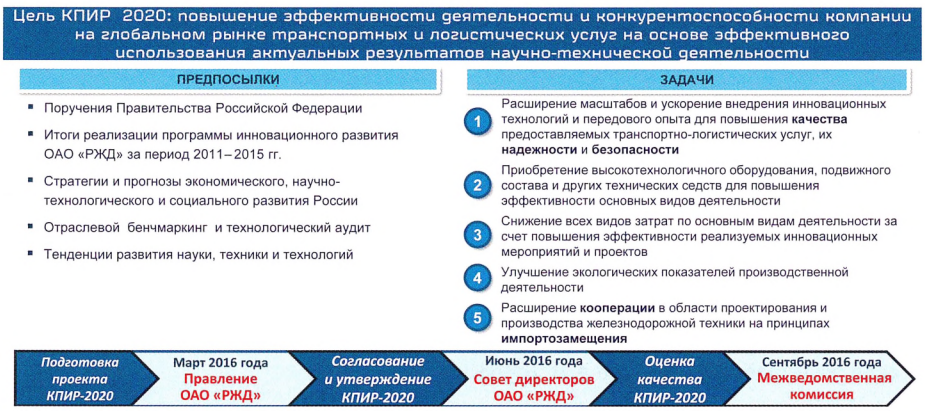


Рис. 1. Комплексная программа инновационного развития холдинга «РЖД» на период до 2020 г.

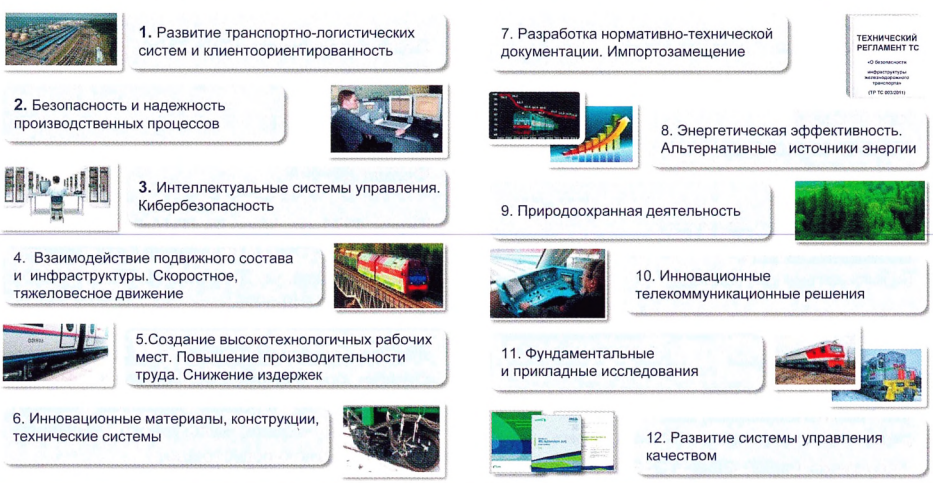


Рис. 2. Научно-технические приоритеты ОАО «РЖД»

В соответствии с поручением Правительства РФ в рамках программы инновационного развития Компании на период до 2020 г. актуализирована Стратегия научно-технического развития ОАО «РЖД» («Белая книга»). Она уже прошла обсуждение в кругах научной общественности и одобрена президентом РАН В.Е. Фортовым. Основной целью «Белой книги» является опережающее развитие научно-технологического потенциала и инновационной среды, это позволит обеспечить устойчивую и эффективную деятельность ОАО «РЖД».

В связи с этим определены пять ключевых направлений научно-технического развития (НТР). Впервые в качестве главных направлений выделены развитие транспортно-логистической системы и клиентоориентированности в сфере грузовых и пассажирских перевозок. В стратегию развития заложены 12 научно-технических приоритетов, которые являются базовыми для выполнения более 90 целевых комплексных задач, в числе которых — внедрение прорывных инновационных технологий и технических решений. В соответствии с этими приоритетами разработан проект плана НТР на 2016 г. (рис. 2).

Более 80 % средств выделяются на финансирование работ, направленных на снижение издержек, повышение производительности труда, энергоэффективность, разработку современной нормативно-технической базы, новой техники и технологий, соответствующих мировому уровню, поддержку совместных с научными и учебными организациями проектов. С учетом сложившейся экономической ситуации объем финансирования плана НТР составил 1 млрд. руб. Всего планируется выполнить 287 работ, более 70 % которых будут начаты впервые.

Выполнение плана НТР позволит не только сохранить ключевые компетенции, но и развернуть ряд перспективных работ, доля финансирования которых составляет более 25 %. Предусмотрено выполнение проектов по внедрению прорывных технологий, соответствующих мировому уровню, а по ряду работ, его превышающих, с дальнейшим тиражированием на сети дорог.

В условиях снижения возможностей финансирования научно-технической деятельности, как подчеркивает президент Компании О.В. Белозёров, важно обеспечить эффективное использование средств, максимально мобилизовать все имеющиеся сторонние ресурсы для решения поставленных задач.

— В первую очередь, — отмечает Олег Валентинович, — необходимо в рамках продуктивного сотрудничества с производителями железнодорожной техники включить наши работы в федеральные целевые программы на принципах софинансирования. В разработку новой техники производители совместно с нами планируют вложить около 2,5 млрд. руб. Мы продолжим совместные проекты с российским Фондом фундаментальных исследований, Минобрнауки, Минтрансом, РАН, предпри-

ятиями оборонно-промышленного комплекса.

Среди прорывных разработок, соответствующих лучшим мировым образцам, необходимо отметить интеллектуальную систему, разрабатываемую для управления движением поездов на Малом кольце Московской железной дороги (МКЖД). Это единый микропроцессорный программно-технический комплекс. Работа над ним стала логическим продолжением таких недавно внедренных и уже эффективно работающих систем, как «Автомашинист» и «Автодиспетчер» на полигоне Сочи — Адлер — Красная Поляна. Свою высокую надежность, безопасность и эффективность они подтвердили в ходе проведения зимних Олимпийских игр в Сочи.

Этот комплекс позволяет значительно повысить производительность труда персонала Московского транспортного узла посредством перехода на эксплуатацию электропоездов одним машинистом, автоматизации процесса управления движением поездов и снижения трудозатрат на обслуживание инфраструктуры. Московская магистраль станет полигоном отработки системы обеспечения безопасности движения, базирующейся на комплексных решениях, перспективных технологиях, таких как автоведение поездов по энергооптимальным графикам. Планируется создание высокоточной координатной сети и цифровой модели пути, что позволит обеспечить организацию движения электропоездов в режиме «Автомашинист».

Еще одно из таких направлений — проведение комплекса испытаний и исследований на полигонах Северо-Кавказской и Западно-Сибирской дорог для оценки возможности пропуска соединенных тяжеловесных поездов массой 12,6 и 14,2 тыс. т. Исходя из результатов тягово-энергетических испытаний и оценки параметров воздействия на путь, с 1 июля 2015 г. для поездов массой 12,6 тыс. т такая технология введена в действие, разработана и нормативная база. В период проведения «окон» поезда активно пропускались на Западно-Сибирской и Забайкальской дорогах.

Анализ перспектив развития средств диагностики показал необходимость полной автоматизации процесса контроля и мониторинга состояния объектов инфраструктуры путем оснащения подвижного состава встроенными диагностическими комплексами и последующего вывода из эксплуатации парка вагонов-путеизмерителей. Совместно с компанией «Siemens» в РЖД создана инновационная бортовая система диагностики, которая сегодня установлена на высокоскоростном пассажирском поезде «Сапсан». Уже с июня 2015 г. она выдает оценку состояния инфраструктуры на линии Санкт-Петербург — Москва по 76 параметрам на скоростях до 250 км/ч.

Следующим шагом в развитии этого направления станет разработка скоростного диагностического комплекса на платформе поездов «Ласточка» и пассажирского локомотива ЭП2К с дальнейшим его тиражированием. Таким образом, по оценкам специалистов РЖД, к 2023 г. сеть полностью перейдет на встроенные системы диагностики с использованием графиковых поездов.

Первые положительные результаты работы многофункциональной мобильной лаборатории на платформе тепловоза 2ТЭ116 получены на БАМе. Количество выявленных неисправностей 3-й и 4-й степеней объективно увеличилось в 1,5 раза. Стоимость эксплуатации такой мобильной лаборатории в два раза ниже по сравнению с вагоном-путеизмерителем. Ведется работа по расширению функциональных возможностей комплекса в части контроля параметров устройств автоматики и связи. Тем самым повысится уровень безопасности и надежности работы на данном направлении.

Растут скорости пассажирских и грузовых поездов, а вместе с ними повышаются и требования к обеспечению безопасности перевозок. Хорошую службу в снижении рисков на путях должен сыграть дооснащенный диагностическим оборудованием вагон-рельсосмазыватель. Среди его оборудования — многоканальный вихретоковый дефектоскоп, система визуального обнаружения дефектов «СВОД-2», высокоскоростная система измерения профиля рельса «СОКОЛ». По ходу движения он проверит рельсовые плети электромагнитным, визуально-измерительным и оптическим методами с попутной паспортизацией и мониторингом их состояния.

Необходимость повысить эффективность работы Компании в сложных экономических условиях стала определяющим фактором при формировании плана НТР на 2016 г. И его реализация позволит сделать новый шаг в инновационном развитии ОАО «РЖД».

В Компании продолжается обновление парка современными локомотивами (рис. 3). В нынешнем году ОАО «РЖД» приобретет 507 новых локомотивов — 257 электровозов и 250 тепловозов. Несмотря

Магистральный грузовой электровоз 2ЭС5

Осевая формула	$2(2_o–2_o)$
Скорость конструкционная, км/ч	120
Нагрузка на ось, тс	25
Мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей, кВт	8400
Скорость в продолжительном режиме, км/ч	55
Сила тяги в продолжительном режиме, кН	539

Улучшены тяговые свойства за счет применения современных алгоритмов управления тяговым приводом.

Возможность работы в условиях недостаточного энергоснабжения.

Возможность управления электровозом в одно лицо.

Увеличенные межремонтные пробеги.

Магистральный грузовой электровоз 4ЭС5К

Осевая формула	$4(2_o–2_o)$
Скорость конструкционная, км/ч	110
Нагрузка на ось, тс	25
Мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей, кВт	12240
Скорость в продолжительном режиме, км/ч	51
Сила тяги в продолжительном режиме, кН	845

Новый электровоз не имеет равных по мощности и силе тяги и является самым мощным электровозом в мире.

Обеспечено поосное регулирование силы тяги.

Электровоз оборудован спутниковой системой позиционирования и передачи диагностических данных в диспетчерский центр и на сервер заказчика.

Магистральный грузовой электровоз 2ЭС7

Осевая формула	$2(2_o–2_o)$
Скорость конструкционная, км/ч	120
Нагрузка на ось, тс	25
Мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей, кВт	8400
Скорость в продолжительном режиме, км/ч	55
Сила тяги в продолжительном режиме, кН	538

Динамические характеристики повышены за счет применения асинхронных тяговых электродвигателей с поосным регулированием силы тяги.

Электровоз оборудован спутниковой системой позиционирования и передачи диагностических данных в диспетчерский центр и на сервер заказчика.

Рис. 3. Локомотивы нового поколения

на непростую финансовую ситуацию, Правительство РФ и руководство ОАО «РЖД» изыскали возможность увеличить, по сравнению с прошлым годом, объем инвестиционной программы 2016 г. по закупке новой техники.

В Дирекции тяги считают, что обновление тягового подвижного состава осуществляется ежегодно на целевом уровне, учитывающем износ тягового парка и возможности продления срока службы имеющихся локомотивов. Также учитывается необходимость равномерного обновления парка и, как следствие, равномерности загрузки производственных мощностей заводов-изготовителей. Надо отметить, что, по данным Дирекции тяги, всего с 2003 г. для ОАО «РЖД» приобретено около 4300 локомотивов новых серий.

Безусловно, для Компании важно качество выпускаемой продукции. Все серии локомотивов, приобретаемые в текущем году, сертифицируются на подтверждение соответствия требованиям, заданным техническим регламентом Таможенного союза. Взаимодействие с предприятиями машиностроения позволило обеспечить за последние годы повышение надежности в эксплуатации, улучшение конструкции и характеристик поставляемых локомотивов, и эта работа продолжается.

В нынешнем году локомотивные депо пополнят: электровозы 2ЭС10 «Гранит», 2ЭС5К «Ермак», 2ЭС4К «Дончак», ЭП20 «Олимп», ЭП2К, ЭП1М; тепловозы 2ТЭ25КМ, 2ТЭ25А «Витязь», ТГ16М для Сахалина, ТЭМ18ДМ, ТЭМ14 с двухдизельной силовой установкой, ТЭМ9Н с гибридной силовой установкой, пассажирский ТЭП70БС. Также начинается постоянная эксплуатация уникального магистрального газотурбовоза ГТ1h и первого в мире маневрового тепловоза на природном газе ТЭМ19.

На закупку новых машин предусмотрено 69,2 млрд. руб. На постоянной основе и в сотрудничестве с российскими и зарубежными машиностроителями РЖД осваивает новые технологии производства подвижного состава, которые соответствуют лучшим мировым образцам. Ведется работа по созданию локомотивов нового поколения. Уже завершена сертификация инновационных магистральных грузовых электровозов переменного тока нового поколения с асинхронными тяговыми двигателями 2ЭС5 «Скиф» и 2ЭС7, также получен сертификат на самый мощный в мире грузовой электровоз 4ЭС5К. Данные электровозы предназначены для вождения тяжеловесных поездов массой до 9000 т.

Надо подчеркнуть, что в Компании последовательно выполняются мероприятия по переводу локомотивов на альтернативное топливо. Созданные по заказу ОАО «РЖД» магистральные газотурбовозы ГТ1h-001 и ГТ1h-002, ТЭМ19, использующие в качестве моторного топлива сжиженный природный газ, не имеют аналогов за рубежом. Новые локомотивы отличаются повышенной мощностью силовой установки и силой тяги, что позволяет водить одним локомотивом поезда повышенного веса и длины на участках со сложным профилем (рис. 4).

Учитывая высокий спрос на перевозки высокоскоростными поездами «Сапсан», в августе 2014 г. на линии Москва — Санкт-Петербург было открыто движение данных поездов в сдвоенном режиме. На сегодня это самый длинный высокоскоростной поезд в мире: его длина — 500 м 78 см. Он способен перевезти более тысячи пассажиров за рейс. Это первый подобный опыт эксплуатации столь длинного высокоскоростного поезда на постоянном токе.

Одно из основных направлений технического развития Компании — внедрение высокоскоростного движения. В последнее время этому уделяется большое внимание, создается соответствующая инфраструктура, готовятся необходимые специалисты. В настоящее время идет активная работа над проектом создания высокоскоростной магистрали на направлении Москва — Казань. В дальнейшем она может стать одним из ключевых звеньев ВСМ Москва — Пекин. По этому поводу Компания тесно взаимодействует с потенциальными зарубежными партнерами. Интерес к проекту проявляют как азиатские, так и европейские инвесторы. Несомненно, в сегодняшних реалиях проекты ВСМ — это квинтэссенция передовых технологий, стремительный прорыв сразу по нескольким направлениям науки, техники, производства, управления.

Помимо перечисленных инновационных разработок и проектов, одним из важных направлений для Холдинга является повышение энергетической эффективности и обеспечение охраны окружающей среды. ОАО «РЖД» находится в лидерах среди железнодорожных компаний мира по энергоэффективности и экологичности грузовых и пассажирских перевозок. По данным Международного союза железных дорог и Международного энергетического агентства удельные энергозатраты российских железных дорог — наименьшие среди крупнейших железнодорожных систем мира. Благодаря внедрению в ОАО «РЖД» системы энергоменеджмента за последние 10 лет удалось снизить энергоемкость перевозочной деятельности более чем на 20 %. В сложных экономических условиях прошлого года действенным инструментом снижения издержек стали Программа энергосбережения ОАО «РЖД» и Программа проектов «Бережливое производство» (рис. 5).

По данным экспертов Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» и специалистов Минэкономразвития России на госкомпании, внедряющие программы инновационного развития (ПИР), приходится около 20 % российского внутреннего валового продукта (ВВП). Их вес в расходах на исследования и разработки еще больше и составляет около 50 % от общероссийского показателя, а совокупный объем расходов на выполнение ПИР превышает 1,3 трлн. руб. ОАО «РЖД» также является госструктурой, поскольку практически 100 % акций Компании принадлежит государству.

Показатели эффективности подконтрольной эксплуатации локомотивов в 2015 году

ГТ1h-001

- Общий пробег на Свердловской ж. д. – **29 017** км
- Выполненная работа на Свердловской ж.д. – **82,1** млн. т·км брутто
- Снижение затрат на перевозку 1 т груза – **30%**

ТЭМ19-001

- Газотепловоз отработал – **111** смен (1280 ч);
- Переработано – **19 050** вагонов;
- Общая масса переработанных грузов – **833 750** т

ТИП ЛОКОМОТИВА	ГТ1h	ТЭМ19
	по сравнению	
	с 2ТЭ116	с ТЭМ 18
Экономия затрат стоимости жизненного цикла	19,4 %	5,7 %
Экономия затрат на топливо	34,9 %	26,5 %

Рис. 4. Выполнение проектов внедрения тягового подвижного состава на газомоторном топливе

Рис. 5. Результаты энергосберегающей деятельности ОАО «РЖД» в 2015 г.

Пять лет назад был дан старт новой инициативе по повышению конкурентоспособности компаний с государственным участием. В соответствии с решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям 60 крупнейшим госкомпаниям предлагалось разработать специальные программы инновационного развития. ПИР должны были содействовать разработке и внедрению новых технологий, инновационных продуктов и услуг, соответствующих мировому уровню, значительному улучшению основных показателей эффективности производственных процессов компаний. Программы были разработаны и начали выполняться в 2011 г. При этом в рамках ПИР компании не только сами внедряют инвестиционные проекты инновационной направленности, но и создают спрос на высокотехнологичные товары и услуги, формируют условия для развития импортозамещающих проектов (рис. 6).

Инновационное развитие ОАО «РЖД» осуществляется в соответствии с задачами, которые определены Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 № 887р, а также внутренними нормативными документами общества — Стратегическими направлениями научно-технического развития ОАО «РЖД» на период до 2015 года («Белая книга» ОАО «РЖД») и Концепцией единой технической политики холдинга «РЖД». Цель инновационного развития Компании — достижение эффективности результатов при постоянном росте качества предоставляемых услуг, высоком уровне инноваций и безопасности перевозок. Среди основных стратегических направлений инновационного развития ОАО «РЖД» запланировано:

- совершенствование системы управления перевозочным процессом и транспортной логистикой;
- обновление инфраструктуры и подвижного состава;
- совершенствование системы управления и обеспечения безопасности движения поездов, снижение рисков чрезвычайных ситуаций;
- повышение надежности работы и увеличение эксплуатационного ресурса технических средств.

Инвестиции в исследования и разработки (ИиР) — одна из важнейших статей расходов в рамках выполнения ПИР. Доля этих расходов в совокупном объеме ПИР в среднем по всем госкомпаниям составляет около 30 % (примерно 400 млрд. руб.). За период выполнения программ инновационного развития расходы госкомпаний на ИиР увеличились более чем в два раза, что позволило не только запустить ряд инновационных проектов, но и создать дополнительный спрос на услуги научных организаций и высших учебных заведений, малых и средних инновационных предприятий.

При этом проблемой остается структура затрат на исследования и разработки, характеризующаяся преобладанием бюджетного финансирования, свойственная всей экономике России в целом и государственным компаниям в частности. Более 60 % всех расходов на исследования и разработки приходится на бюджетные средства. За годы внедрения ПИР доля внебюджетных расходов увеличилась с 32 до 37,9 %, а за вычетом компаний добывающего сектора — с 28,1 до 31,9 %.

Другой крупной статьей расходов в рамках ПИР являются затраты на приобретение машин и оборудования, связанных с

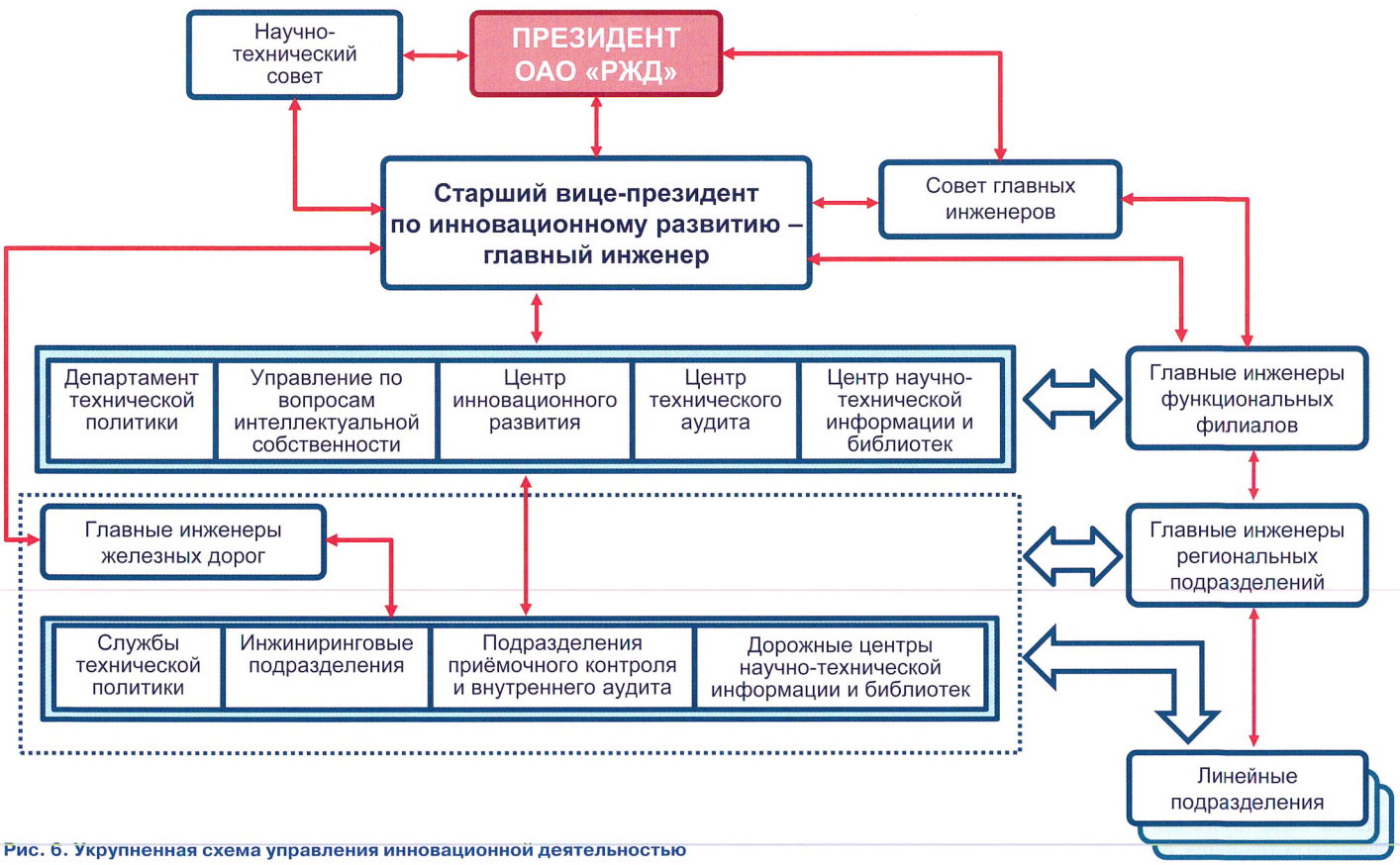


Рис. 6. Укрупненная схема управления инновационной деятельностью

технологическими инновациями. Их объем в масштабе страны превышает 750 млрд. руб. Благодаря этим средствам, в том числе внедряются большие инвестиционные проекты инновационной направленности, создаются импортозамещающие производства. Эффект от выполнения инвестиционных проектов в рамках ПИР налицо. За последние три года удалось добиться практически трехкратного увеличения выпуска инновационной продукции (с 250 до 736 млрд. руб.), еще сильнее вырос инновационный экспорт (с 76 до 247 млрд. руб.).

«Инновационную деятельность Компании оценивали независимые эксперты и пришли к выводу, что многие ее направления соответствуют и даже превосходят мировой уровень», — отмечает старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович.

Так, по удельным расходам топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов РЖД опережают многие зарубежные страны. Только за один год в Компании экономится на тяге поездов более 500 млн. кВт ч электроэнергии. А в целом экономический эффект от энергосбережения превышает 4,8 млрд. руб. На сети дорог появились новые мощные локомотивы, которые способны водить тяжеловесные составы. Конструктивные особенности данных локомотивов позволяют пересмотреть технологию перевозочного процесса, улучшить основные показатели эксплуатационной деятельности, увеличить вес поездов.

Немало внимания уделяется внедрению новых технологий в пассажирском движении. И в этом смысле в новую технологию по комфортному обслуживанию пассажиров вписался современный электропоезд «Ласточка». По завершению приемных и сертификационных испытаний этот скоростной поезд значительно расширяет полигон эксплуатации. После успешного старта в Сочи «Ласточка» стала популярной среди пассажиров Москвы, Санкт-Петербурга, Курска, Великого Новгорода и других городов. Во второй половине 2016 г. этот скоростной поезд будет доставлять пассажиров из Москвы в Минск за пять с небольшим часов. Одновременно с производством данного поезда в стандартном исполнении ведется разработка электропоезда ЭС2ГП «Ласточка» класса премиум с более высоким уровнем комфорта для пассажиров.

Среди «Сапсанов» и «Ласточек» появился еще один — «Стриж». Свой первый маршрут он проложил в Нижний Новгород. Началась опытная эксплуатация «Сапсана» с двигателями на постоянных магнитах. Это позволит экономить до 15 % потребляемой электроэнергии, а может, и больше. Замена двигателей на всем парке «Сапсанов» — 16 поездах — будет выполнена при проведении плановых видов ремонта.

Почти пять лет назад было принято важное решение о создании на площадке ОАО «ВНИИЖТ» Объединенного ученого совета ОАО «РЖД», в котором сконцентрирован большой потенциал корпоративных исследовательских институтов, университетов и академической науки. Одна из главных задач этого органа — интеграция научного потенциала, ориентация на мировые тенденции и повышение эффективности работы железнодорожного транспорта.

Среди предлагаемых учеными точек инновационного роста — разработанные и уже внедряемые технические средства, по которым российские железные дороги находятся в мировых лидерах, прежде всего, в области новых видов энергии для тяги поездов. Как уже отмечалось, на Свердловской магистрали работает уникальный газотурбовоз, в ОАО «ВНИИЖТ» создана энергетическая установка на топливных водородных элементах. Конструируемые отраслевыми учеными газодизельные тепловозы позволят кардинально снизить образование вредных веществ в процессе горения топлива (оксида углерода — в 2,5 раза, сажи — в 2 — 4 раза, серных соединений — в 5 раз, оксидов азота — на 20 %).

Кроме того, ученым предстоит обосновать пути дальнейшего развития высокоскоростного пассажирского и тяжеловесного грузового движения в нашей стране. При этом нужно четко определить приоритетные задачи в области тягового и энергетического обеспечения, прочности и надежности пути и развития железнодорожной инфраструктуры, создания перспективного подвижного состава и эффективной организации тяжеловесного движения. Видимо, на решение этой и других актуальных проблем будут нацелены в ближайшие годы исследования, проводимые отраслевыми учеными.

Инновационные разработки широко внедряются и в электроснабжении. В соответствии с инвестиционным бюджетом ОАО «РЖД» до 2018 г. выделяемые на реконструкцию системы электроснабжения средства направляются, в первую очередь, на модернизацию контактной сети, не имеющей резервирования, при этом широко внедряются новые конструкции и материалы отечественного производства.

Например, российская промышленность в короткие сроки освоила серийное производство легированных оловом контактных проводов с улучшенными механическими свойствами для скоростной линии Санкт-Петербург — Москва. В настоящее время идет подготовка к выпуску проводов, легированных магнием. Поддерживающие и фиксирующие провода стальные конструкции в ходе модернизации подвергают горячему и термодиффузионному цинкованию, что снижает расходы на их дальнейшую эксплуатацию в 2,5 раза. В результате всех этих мероприятий ресурс устройств контактной сети увеличивается почти в два раза.

Всего до 2018 г. планируется обновить более 650 км контактной сети, в том числе на участке Москва — Санкт-Петербург. На перегонах и станциях протяженностью 138 км проведут модернизацию пути для увеличения скорости движения до 250 км/ч. Чтобы обеспечить высокое качество строительных и монтажных работ, применяют современную технологию установки фундаментов опор контактной сети методом вибропогружения.

Тяговые подстанции обновляют с применением укрупненных функциональных блоков полной заводской готовности. Это позволяет быстро модернизировать подстанции с учетом конкретных требований в каждом отдельном случае. На таких объектах устанавливают новое электрооборудование, в том числе вакуумную, полупроводниковую аппаратуру и др. Все шире на сети дорог используют сухие трансформаторы, обладающие высокой перегрузочной способностью при малых габаритах и небольшом весе. Кроме того, они отличаются пониженным уровнем шума при работе и увеличенным сроком службы. К тому же, их обслуживание требует минимального количества персонала.

Необходимо отметить, что одним из лидеров на сети в реализации инновационных решений является Октябрьская дорога. Этот статус подтверждают факты. Вот один из примеров инноваций — внедрение комплексной системы управления топливно-энергетическими ресурсами в ОАО «РЖД» на базе аппаратно-программного комплекса АИС «Энергоэффективность». Это позволило повысить энергоэффективность основной деятельности на 5,3 % с экономическим эффектом более 600 млн. руб. А экономия электрической энергии от использования технологии сквозного планирования графика движения поездов (АПК «Эльбрус») на Октябрьской магистрали за прошлый год превысила 12 млн. кВт·ч, что эквивалентно более 35 млн. руб. Также применение данной технологии позволило увеличить к уровню прошлого года маршрутную скорость на 18 % и производительность локомотивов на 3 %.

Яркий пример внедрения передовых технологий на дороге — станция Лужская, которая стала полигоном для отработки инновационных технологий работы сортировочных станций. Сортировочная горка на этой станции первой в России оборудована микропроцессорной системой MSR-32 компании «Siemens». Данное оборудование предназначено для автоматизации работы сортировочных станций. Это модульная система с открытой архитектурой, которая позволяет интегрировать весь комплекс средств, применяемых для автоматизации технологических процессов на сортировочных станциях. По оценкам специалистов, энергоэффективность системы выше по сравнению с существующими отечественными аналогами.

Безопасность проведения маневровых работ здесь обеспечивает система маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС), которая запрещает движение с превышением скорости. Кроме того, МАЛС автоматически останавливает локомотив перед закрытым сигналом светофора или местом проведения работ. Дальнейшим функциональным развитием системы МАЛС стало оснащение горочных локомотивов дополнительным оборудованием, позволяющим управлять машиной без машиниста. В настоящее время такой системой оборудованы три локомотива. Благодаря внедрению инновационных решений рост производительности труда на станции Лужская составил 20 %. Кроме того, здесь снизилась себестоимость переработки одного вагона на 5 % и энергоемкость технологических процессов на 25%.

Недостаточно только разработать и произвести инновационный продукт, необ-

НАГРАДЫ ПОБЕДИТЕЛЯМ — «ЗОЛОТОЙ ЛОКОМОТИВ»

Лучшие филиалы ООО «ТМХ-Сервис» и заводы ОАО «Желдорреммаш» получили специальные переходящие знаки и награды в рамках I Корпоративной премии «Локомотив компании» по итогам работы в 2015 г. За первое место предусматривается вручать «Золотой локомотив», второе — «Серебряный локомотив», третье — «Бронзовый локомотив». Вручение знаков и наград победителям состоялось во время итогового сетевого производственного совещания на локомотиворемонтном предприятии в Уссурийске в начале текущего года.

Премия «Локомотив компании» — это награда для филиалов и заводов за достигнутые за год результаты. Вклад каждого филиала рассчитывается на основе агрегированного рейтинга, в котором учитывается эффективность деятельности предприятия по совокупности производственных и экономических показателей, сведений в области качества, управления персоналом и других.

Идея премии в том, чтобы подчеркнуть ценность трудовых коллективов холдинга «Локомотивные технологии». Вклад ответственного, эффективного работника в успешную деятельность компании — это крайне важный элемент в огромном и сложном механизме локомотиворемонтного бизнеса. Именно каждодневный добросовестный труд и самоотдача каждого ведут компанию к достижению высоких производственных результатов и в итоге к успеху и процветанию всех ее сотрудников.

Заводы ОАО «Желдорреммаш» и филиалы ООО «ТМХ-Сервис» оценивались по определенным блокам: экономика, производство, качество, персонал. В каждом из них были выбраны наиболее важные, установленные руководством компании, критерии оценки.

Для заводов ОАО «Желдорреммаш» среди прочих показателей отмечалось качество выполнения программы ремонтов как по локомотивам, так и по линейному оборудованию, предоставляемому ООО «ТМХ-Сервис», ООО «СТМ-Сервис», а также сторонним заказчикам. Оценивалась динамика количества актов-рекламаций, секций, принятых инспекцией Центра технического аудита с первого раза, накладных расходов, несоответствий качеству. Кроме того, учитывались показатели рентабельности, выполнение плана по прибыли, сокращению остатков на складах, отмечалась работа с персоналом.

Такие же показатели учитывались и для оценки работы филиалов ООО «ТМХ-Сервис». Дополнительным ключевым показателем стала оценка выполнения плана по коэффициенту технической готовности (КТГ) локомотива.

Для того чтобы занять призовое место, заводу или филиалу необходимо было показать высокие результаты по большинству показателей.

Победителем среди заводов стал **Улан-Удэнский локомотивовагоноремонтный завод** (УЛВРЗ), который практически по всем показателям был лидером и уверенно занял первое место. Директор завода А.Н. Маврин был награжден, также учрежденным вновь, памятным знаком «Мастерство управления». За высокие производственные результаты и наилучшие показатели по системе бездефектного труда двадцати двум наиболее отличившимся работникам завода вручены наградные фирменные часы группы компаний «ЛокоТех».

В 2015 г. коллектив УЛВРЗ в соответствии с производственным планом отремонтировал 572 секции локомотивов, а программу по ремонту вагонов по заказу ОАО «Федеральная пассажирская компания» выполнил досрочно. В том же году завод первым среди других предприятий ОАО «Желдорреммаш» внедрил электронный паспорт ремонта электровоза. В рамках импортозамещающего производства работниками предприятия освоено производство колесных центров, которые ранее поставлялись из Украины. Кроме того, освоен выпуск из ремонта современных локомотивов 2ЭС5К (3ЭС5К) «Ермак».

В 2016 г. УЛВРЗ планирует отремонтировать 624 секции локомотивов, что на 52 секции больше, чем в прошлом году.

Второе место присуждено **Челябинскому электровозоремонтному заводу**, показавшему наилучшие производственные показатели, а также достаточно высокие результаты по качеству выпускаемой продукции и экономической деятельности.

Третье место занял **Ярославский электровозоремонтный завод.**

Среди филиалов ООО «ТМХ-Сервис» **первое место** уверенно занял **Московский филиал**, который добился весомых результатов по качеству выпускаемой продукции, достиг высокого показателя коэффициента технической готовности локомотива, а также значительных успехов в производственных и экономических сферах. Директор указанного филиала А.А. Лучкин, как и руководитель УЛВРЗ, награжден памятным знаком «Мастерство управления».

Второе место и «Серебряный локомотив» достался **Западному филиалу**, имевшему одни из лучших показателей по экономике.

Дальневосточный филиал, занявший **третье место** и получивший «Бронзовый локомотив», несмотря на высокие места по качеству продукции, производственным данным и показателям КТГ, показал недостаточные результаты в экономической деятельности.

Награды получили также особо отличившиеся работники лучших филиалов, которым вручили наградные фирменные часы «ЛокоТех».

По материалам ООО «Локомотивные технологии»

ходимо обеспечить его эффективную эксплуатацию. Достижения в инновационном развитии Компании стали возможными благодаря продуктивному сотрудничеству с многочисленными партнерами в стране и за ее пределами, но главным звеном в цепочке создания инновационного продукта была и остается работа всего научно-технического комплекса — специалистов РЖД.

В конце прошлого года ОАО «РЖД» и Фонд «Сколково» объявили о начале конкурса проектов в области инновационных технологий среди предприятий малого и среднего бизнеса. Об этом решении было объявлено старшим вице-президентом — главным инженером ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем и старшим вице-президентом по инновациям Фонда «Сколково» В.М. Беловым.

«Требования к работам очень жесткие — нам важен результат. Только при наличии конкретного результата мы готовы сотрудничать и развивать это сотрудничество в дальнейшем», — отметил в своем выступлении старший вице-президент ОАО «РЖД». По словам Валентина Александровича, достигнутые Компанией результаты в области снижения стоимости использования материальных ресурсов, роста производительности труда стали возможными, в первую очередь, благодаря внедрению инновационных решений и выполнению программы импортозамещения.

Таковы в кратком представлении направления инновационного развития российских железных дорог, которые обеспечиваются на постоянной основе. Это позволило Компании добиться весомых результатов. Еще раз особо подчеркну, что ОАО «РЖД» эффективно сотрудничает с ведущими научными, финансовыми организациями и промышленными компаниями не только в России, но и за рубежом. Словом, последняя страница в «Белой книге» ОАО «РЖД» еще не написана. Сегодня готовится новая программа инновационного развития — с горизонтом на ближайшие десять лет.

Инж. **Ю.А. ЖИТЕНЁВ,**
г. Москва

СОЗИДАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В ДЕЙСТВИИ

На протяжении шести лет в Дирекции по ремонту тягового подвижного состава реализуется проект «Бережливое производство в ОАО "РЖД"». Данная работа началась с четырех пилотных ремонтных локомотивных депо и была распространена в 2012 г. на все ремонтные депо сети. На рис. 1 представлены результаты работы Дирекции по ремонту за 6 лет. За этот период реализовано 2185 проектов улучшений и получен общий экономический эффект в размере 95,2 млн. руб.

Внедрение технологий бережливого производства, направленное на сокращение непроизводительных потерь и повышение эффективности технологических процессов, неразрывно связано с:

- вовлечением персонала, использованием творческого потенциала работников;
- тиражированием положительного опыта;
- рациональным использованием всех элементов в технологических процессах и на рабочих местах, применением ресурсосберегающих технологий.

Такой подход позволяет эффективно работать в направлении постоянных улучшений, оптимально использовать производственные площади, повышать производительность труда, создавать наиболее безопасные условия труда для работников ремонтных локомотивных депо.

Перед Дирекцией по ремонту тягового подвижного состава ОАО «РЖД» приоритетным остается решение следующих задач:

- повышение надежности технических средств и безопасности движения;
- снижение себестоимости ремонта устройств безопасности.

В 2015 г. работниками региональных дирекций по ремонту тягового подвижного состава реализовано 302 проекта улучшений с общим экономическим эффектом более 14 млн. руб. Кроме того, реализация этих проектов позволила получить и технологический эффект благодаря сокращению непроизводительных потерь времени. Для мотивации работников было премировано 78 человек (авторов проектов) региональных дирекций в размере 3,3 млн. руб. Ежегодно работники Дирекции по ремонту тягового подвижного состава принимают участие в конкурсе «Лучшее подразделение в Программе проектов Бережливое производство в ОАО «РЖД». В 2015 г. было подано 63 заявки на участие.

Первое место занял проект ремонтного локомотивного депо **Зауралье Южно-Уральской дирекции по ремонту тягового подвижного состава** «Сокращение времени простоя локомотивов при проведении технического обслуживания интеллектуальной системы автоведения поезда с распределенной тягой (ИСАВП-РТ)».

Существовала проблема, связанная с тем, что для синхронной работы локомотивы, оборудованные ИСАВП-РТ, объединяются между собой по собственному радиоканалу на специально выделенном диапазоне частот. Для того чтобы проверить работу этого канала, необходимо задействовать второй локомотив с выделенным машинистом экипировки.

При этом возникали продолжительные потери времени из-за необходимости работы дежурного электромеханика и машинистов экипировки на двух локомотивах. Кроме того, играл роль фактор занятости рядом находящегося железнодорожного пути.

Для оптимизации производственных операций был изготовлен стенд (рис. 2) по проверке радиоканала ИСАВП-РТ, разработан и внедрен технологический процесс проверки работы радиоканала с использованием данного стенда.

Необходимо отметить, что оборудование для проверки канала радиосвязи умещается на небольшом столе. Оно состоит из блоков универсальной системы автоведения электровозов грузового движения (УСАВП-Г) и ИСАВП-РТ, а также радиомодема и антенны. На рис. 3 представлена структурная схема стенда ИСАВП-РТ.

Проверка радиосвязи осуществляется путем настройки стенда и локомотивной аппаратуры на одну частоту и передачи команд на локомотив и обратно. Непосредственно из депо тестируется второй локомотив по радиоэлектронной связи на готовность сдваивания. Таким образом, в разработанном процессе проверка радиоканала на локомотиве выполняется без использования второго электровоза и прилегающих путей, одним машинистом экипировки. Нововведение позволяет сократить простой тяговых единиц почти в два раза и исключает выдачу электровозов с неисправным радиоканалом ИСАВП-РТ под сдвоенный поезд.

Реализация данного проекта позволит сократить простои тяговых единиц на 34,7 % и получить годовой экономический эффект в размере около 1,7 млн. руб.

Второе место занял проект ремонтного локомотивного депо **Иваново-Сортировочное Северной дирекции по ремонту тягового подвижного состава** «Анализ процесса смены и ремонта электропневматического клапана ЭПК-150».

Целью проекта являлось сокращение на 30 % времени процесса ремонта ЭПК-150. Данного снижения необходимо было добиться, прежде всего, путем уменьшения в 1,5 раза непроизводительных потерь при транспортировке электропневматического клапана, исключения дублирующих операций, снижения времени при его демонтаже и монтаже на локомотиве, улучшения эргономических требований рабочего места слесаря контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА).

Для решения поставленной задачи были выполнены следующие мероприятия:

- ☑ разработан и изготовлен новый стенд (рис. 4) для проверки ЭПК-150 с широкими функциональными возможностями, эргономичным расположением органов управления и контроля, с предусмотренной конструкцией позиций для проведения разборки, ремонта и сборки клапана, возможности регистрации технических характеристик в документации при выполнении их замеров;
- ☑ применена, как средство малой механизации, тележка для транспортировки электропневматического клапана;

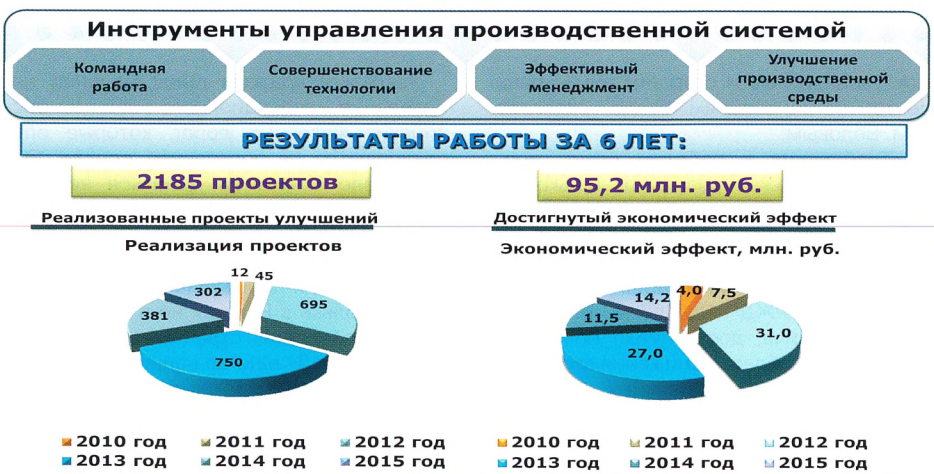


Рис. 1. Результаты внедрения методов бережливого производства за период 2010 — 2015 гг.

Рис. 2. Стенд для проверки радиоканала ИСАВП-РТ

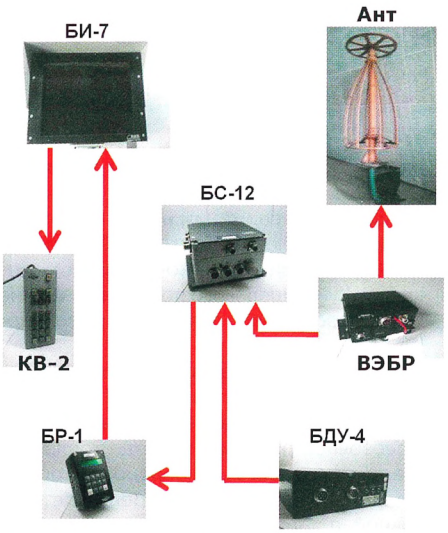


Рис. 3. Структурная схема стенда ИСАВП-РТ

☑ произведена расстановка оборудования для исключения пересечения процессов;

☑ размещены запасные части и инструмент на расстояние вытянутой руки;

☑ исключены лишние, дублирующие движения слесаря КИПиА при ремонте.

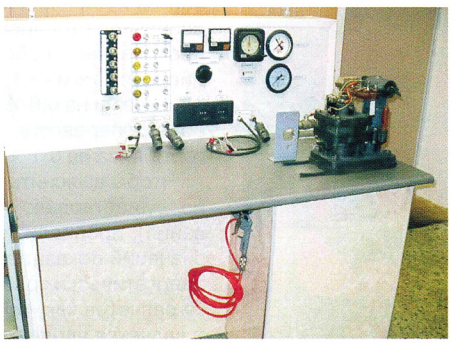


Рис. 4. Стенд для проверки ЭПК-150

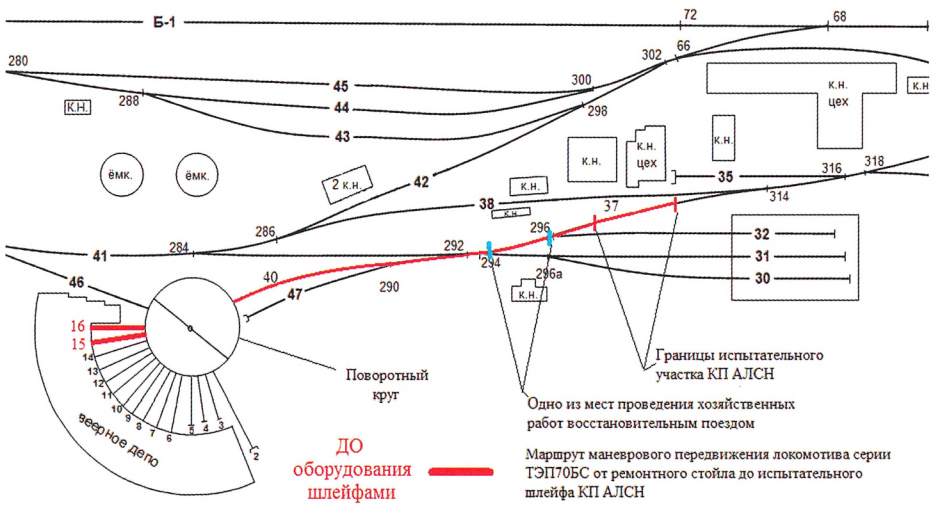


Рис. 5. Схема маневрового передвижения ТЭП70БС до проекта улучшения

Проверка работоспособности локомотивных устройств безопасности осуществляется с отключенной дизель-генераторной установкой (ДГУ). Аппаратура систем безопасности запитывается от аккумуляторных батарей локомотива и запускается путем переключения автоматов (тумблеров) питания

Одновременное проведение технического обслуживания и проверки устройств безопасности

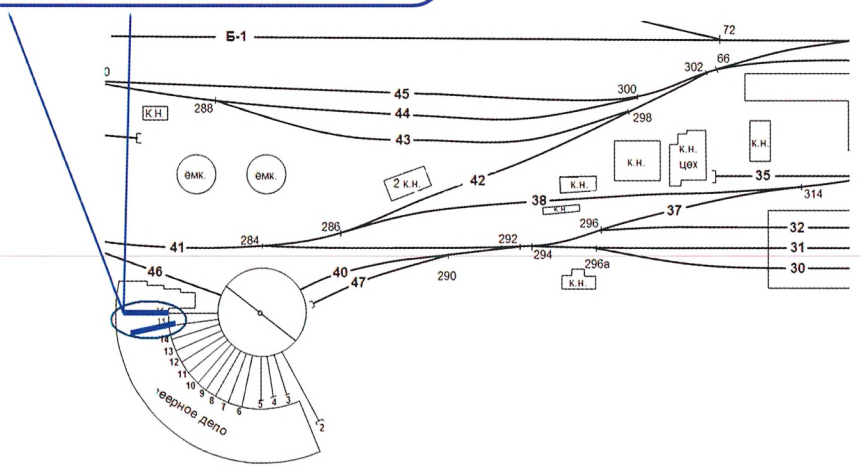


Рис. 6. Схема размещения двух ремонтных позиций испытательными шлейфами помещения веерного депо после проекта улучшения

Благодаря выполненным действиям на час с лишним сокращен процесс ремонта ЭПК-150. Годовой экономический эффект от реализации данного проекта составит около 91 тыс. руб.

По итогам финального этапа **третье место** занял проект ремонтного локомотивного депо **Ртищево Юго-Восточной дирекции по ремонту тягового подвижного состава** «Оборудование двух ремонтных позиций помещения веерного депо станции Ртищево I испытательными шлейфами для проверки бортовых устройств безопасности».

Рабочей группой, созданной в Ртищево, рассмотрены основные технологические проблемы, связанные с проверкой работоспособности локомотивных устройств безопасности на испытательных шлейфах контрольного пункта (КП) АЛСН станции Ртищево I.

Для выполнения проверки работоспособности локомотивных устройств безопасности на пассажирских тепловозах серии ТЭП70БС после проведения плановых технических обслуживаний требовалось производить маневровые передвижения от ремонтных стойл веерного депо до места расположения испытательного шлейфа КП АЛСН. На рис. 5 представлена схема маневрового передвижения ТЭП70БС до проекта улучшения.

Основной проблемой при выполнении маневров считалась занятость маршрута проезда (тракционных путей) восстановительным поездом, выполняющим хозяйственную деятельность. Проведение тепловозом маневровых передвижений от ремонтных путей веерного депо до места расположения испытательного шлейфа контрольного пункта занимало 211 мин.

Для сокращения непроизводственных расходов путем исключения маневровых передвижений локомотива было принято решение оборудовать две ремонтные позиции испытательными шлейфами помещения веерного депо станции Ртищево I (рис. 6).

После проведения технических мероприятий по оптимизации процесса проверки бортовых устройств безопасности были полностью исключены маневровые передвижения локомотива, нештатные ситуации и производственный травматизм при маневрах, затраты на использование топливно-энергетических ресурсов, загрязнение воздуха и окружающей среды выхлопными газами тепловоза, сокращено время непроизводственного простоя локомотива в ожидании работ. Годовой экономический эффект от внедрения проекта улучшения составил 646,2 тыс. руб.

На 2016 г. перед Дирекцией по ремонту тягового подвижного состава ОАО «РЖД» поставлена задача продолжить работы по внедрению технологий бережливого производства, реализовать не менее 250 проектов улучшений, ремонта и обслуживания устройств безопасности локомотивов и получить экономический эффект в размере более 15 млн. руб.

И.А. ШЕЛОПУТОВА,
начальник отдела технологии обслуживания, метрологического обеспечения и управления имуществом Дирекции по ремонту тягового подвижного состава ОАО «РЖД»

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛОКОМОТИВОВ: ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Фото А. А. Егорова

По итогам работы локомотивного комплекса ОАО «РЖД» в 2015 г. нормы расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов выполнены в обоих видах тяги. В денежном выражении сэкономлено около 1,8 млрд. руб. Между тем, при более слаженной организации перевозочной работы, способствующей эффективному использованию локомотивов, достигнутый результат мог быть существенно увеличен.

Резервы в виде увеличения объемов перевозок к плану на 1,1 % в электрической тяге, как показывают результаты экономии 1,0 % электроэнергии, до конца реализованы не были. Вопреки существующему представлению, что можно улучшить показатели энергоэффективности локомотивов за счет сверхплановых перевозок, сокращение работы электровозов, например, Куйбышевской дирекции тяги на 3,6 % сопровождалось экономией электрической энергии лишь на 1,0 %.

Похожие результаты энергосбережения характерны и для полигонов дизельной тяги. Так, на Московской дороге экономия дизельного топлива тепловозами при снижении на 0,2 % объема перевозочной работы составила 0,9 %, а в Восточно-Сибирской дирекции тяги — 1,4 % при сокращении перевозочной работы тепловозами на 0,6 %. В пределах Куйбышевского полигона падение объема перевозок на 0,5 % сопровождалось экономией дизельного топлива на 0,1 %.

Чтобы выяснить причины такого несоответствия (первоначально существовало предположение о недостоверности планирования), проанализировано расхождение плановых и фактических значений показателей перевозочной работы и расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов. Установлено, что ошибка расчетов как «процент отклонения от плана» не превышает 2 % и является удовлетворительной, а приведенная к одной дирекции (меньше 0,1 %) несущественной.

Одновременно расхождение между плановыми и фактическими показателями работы на полигонах железных дорог, например, на Южно-Уральской и Забайкальской, до 5 % и более считать удовлетворительным, когда среднесетевая погрешность составляет 0,1 %, было бы, по крайней мере, опрометчиво.

Обратим внимание, что «процент отклонения от плана» как мера точности расчета определяется разницей между плановым и фактическим значениями. По этой причине сумма знакопеременного ряда «процентов отклонения от плана» эксплуатационных показателей локомотивов в последовательности дирекций тяги асимптотически стремится к нулю, что делает эту характеристику для технического анализа малопригодной.

Построенные на основе данных за предыдущие периоды планы, при кажущейся на первый взгляд объективности, в ходе их реализации оказываются неточными. Результатом применения таких планов, как уже не раз происходило, являются неоднократные (до двух раз в месяц) корректировки плановых заданий перевозочной

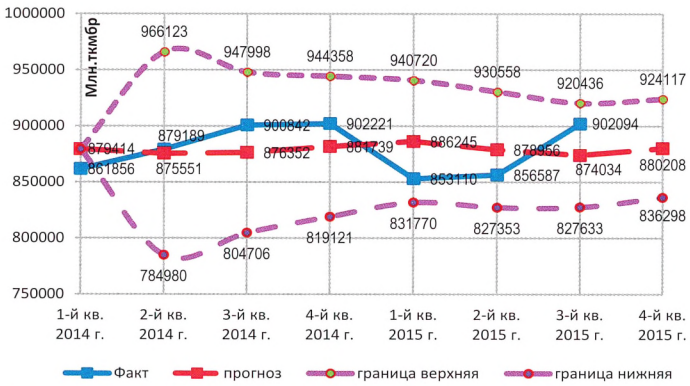


Рис. 1. Динамика и прогноз перевозочной работы на полигоне электрической тяги в 2014 – 2015 гг.

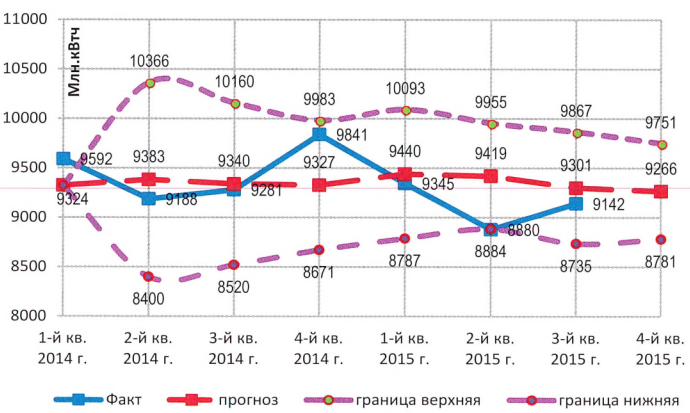


Рис. 2. Динамика и прогноз расхода электрической энергии на тягу поездов в 2014 – 2015 гг.

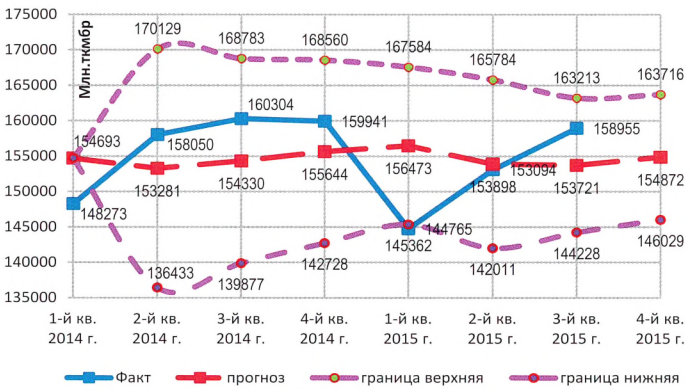


Рис. 3. Динамика и прогноз перевозочной работы на полигоне дизельной тяги в 2014 – 2015 гг.

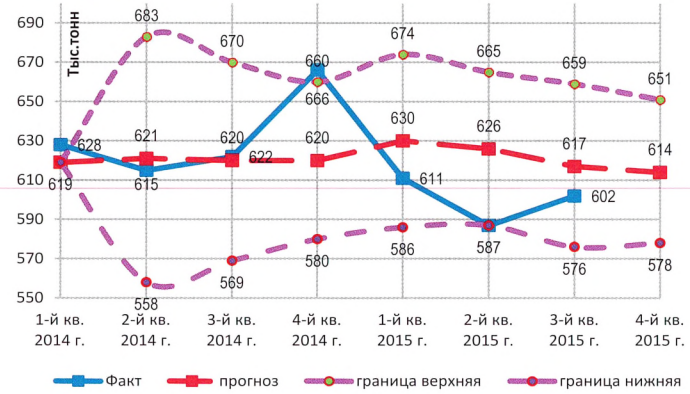


Рис. 4. Динамика и прогноз расхода дизельного топлива на тягу поездов в 2014 – 2015 гг.

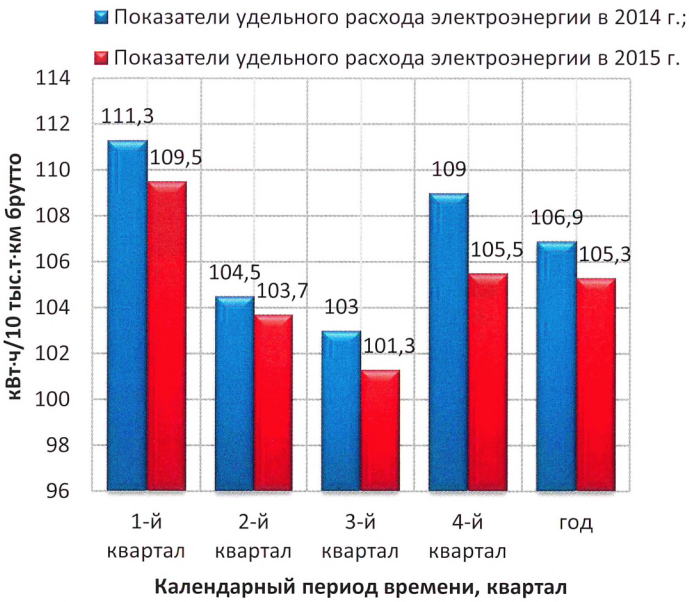


Рис. 5. Показатели удельного расхода электроэнергии электровозов

Рис. 6. Показатели удельного расхода дизельного топлива тепловозов

работы и норм расхода топлива на тягу поездов с порой негативными для локомотивного комплекса последствиями.

В условиях экономического кризиса разрушаются привычные производственные, экономические, логистические и другие связи с последующим стремительным обесцениванием наработанного ранее практического опыта планирования и нормирования. По этой причине невозможно представить конструктивное решение проблемы улучшения показателей локомотивов посредством расчетливого планирования их работы лишь на основе личного опыта специалистов, без применения современных методов технического анализа, прогнозирования и оптимизации.

В качестве численного примера на рис. 1 — 4 приводятся прогнозы перевозочной работы и расходов топливно-энергетических ресурсов локомотивами Дирекции тяги ОАО «РЖД» в IV квартале прошлого года, построенные методом экспоненциально взвешенного среднего. Мерой точности прогнозов взята величина средней абсолютной процентной ошибки как абсолютной средней разницы между фактическими и прогнозируемыми значениями числового ряда значений контролируемого показателя, приходящейся на единичный результат. Область прогноза ограничена значением характеристики стандартного отклонения от среднего в обе стороны, что соответствует, примерно, 70%-ной вероятности его события, т.е. каждого второго случая из трех.

На рисунках представляются динамика и прогноз показателей работы локомотивов и расход топливно-энергетических ресурсов в 2014 — 2015 гг. Средняя абсолютная ошибка при этом не превышает 4 %. С учетом прогнозов рассчитаны и на рис. 5, 6 показаны как поквартальные, так и в целом за год ожидаемые средневзвешенные значения удельного расхода электроэнергии и дизельного топлива приписным парком локомотивов Дирекции тяги ОАО «РЖД».

Анализ прогнозов показал, что в IV квартале 2015 г. объем перевозочной работы к уровню 2014 г. сократится от 2,4 % в электрической тяге до 2,8 % в дизельной, а расход электрической энергии и дизельного топлива — от 5,8 до 7,8 % соответственно. При этом значения удельного расхода электрической энергии ожидались в интервале от 105 до 105,5 кВт·ч/изм., а удельного расхода дизельного топлива — от 57 до 57,5 кг ут/изм.

Аналогичный по развитию ситуации прогноз, характеризуемый снижением объема перевозок от 1,5 % в электрической тяге до 2,3% в дизельной с одновременным сокращением потребления электроэнергии на 3,3 % и дизельного топлива на 4,6 %, был рассчитан в целом на 2015 г. Так, прогнозировали, что за счет опережающего перевозочную работу сокращения расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов удельный расход электрической энергии уменьшится до 105 — 105,3 кВт·ч/изм., дизельного топлива — до 57,2 — 57,5 кг ут/изм. Надо отметить, что результаты прогноза частично подтвердились. Итоговый удельный расход электроэнергии составил 105,5 кВт·ч/изм., дизельного топлива — 57,5 кг ут/изм.

Полученные в 2015 г. значения удельного расхода топливно-энергетических ресурсов служат, с одной стороны, примерным ориентиром при формировании планов хозяйственной деятельности предприятий на текущий год, в том числе закупок и запасов, размера и состава парка тягового подвижного состава, подготовки локомотивных бригад. С другой стороны, оперативное наличие сведений о расходе топливно-энергетических ресурсов, образующих показатель удельного расхода, позволяет определить причины неэффективного их использования и принять действенные меры, чтобы устранить потери.

Характерным признаком ухудшения показателей энергетической эффективности локомотивов служит не согласованный между собой процесс изменения объемов перевозочной работы и расходуемых на эти цели топливно-энергетических ресурсов. В частности, сокращение объема перевозочной работы сопровождается отстающим понижением топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на тягу поездов.

Приведенная ситуация, когда отсутствует краткосрочный (суточный, декадный и месячный) прогноз состояния эксплуатационной обстановки на сети железных дорог и не принимаются оперативные меры, чтобы ее разрешить, повторяется регулярно. Итогом развития этой ситуации является запоздалая регулировка локомотивного парка, сопровождаемая, как правило, сверхнормативными расходами всех видов ресурсов, включая топливно-энергетические.

Однако в кризисном 2015 г. ситуация кардинально изменилась. Как видно на рис. 7 и 8, поквартальное сокращение объема перевозочной работы сопровождалось опережающим понижением топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на тягу поездов. В упрощенной этой трактовке процесс можно интерпретировать как «работу еще не начинали, а топливо уже сэкономили». Такой парадоксальный вывод напрашивается сам собой из отчетных данных Московской, Северной, Куйбышевской, Восточно-Сибирской и Забайкальской дирекций тяги и требует, по меньшей мере, внятного объяснения.

Для прояснения ситуации с применением метода экспоненциально взвешенного среднего выполнен прогноз и восполнены недостающие данные о работе и расходе топливно-энергетических ресурсов для каждого вида эксплуатации локомотивов за IV квартал и в целом за 2015 г. По полученным данным рассчитаны значения удельного расхода топливно-энергетических ресурсов в грузовой, пассажирской, хозяйственной и маневровой работе обоих видов тяги. Результаты расчетов в виде распределения долей в процентах работы и расходов топливно-энергетических ресурсов, а также разницы между этими значениями текущего и прошедшего годов, приведены в табл. 1 и 2.

Анализ данных в табл. 1 показывает, что росту грузовой работы в 2015 г., по сравнению с предыдущим годом, сопутствует опережающее повышение расхода электрической энергии, а понижению пассажирской и хозяйственной работы — опережающее сокращение расхода электроэнергии. Происходящий процесс перераспределения работы локомотивов из энергозатратных видов пассажирского, хозяйственного, маневрового в энергоэффек-

Рис. 7. Изменение относительных показателей работы и расхода электроэнергии электровозов

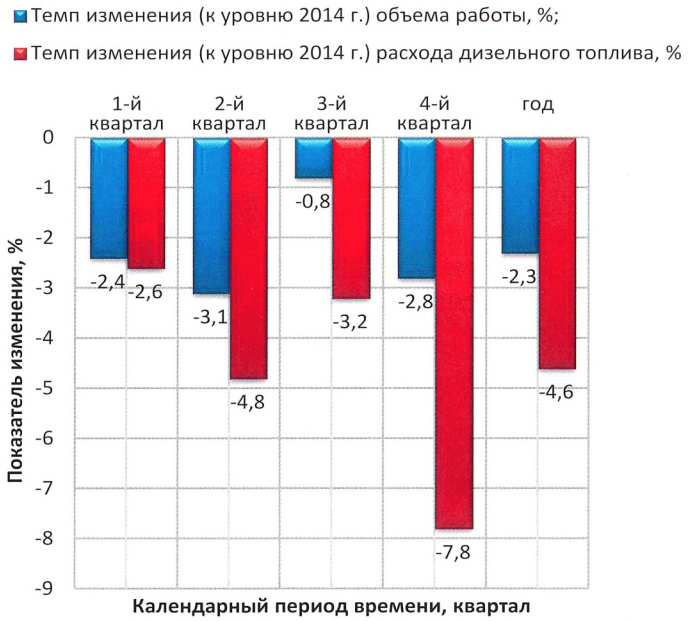


Рис. 8. Изменение относительных показателей работы и расхода дизельного топлива тепловозов

тивное грузовое движение сопровождается снижением удельного расхода электроэнергии и является естественным.

Похожее объяснение подходит к данным табл. 2, которые показывают долевой расход топлива по видам движения в дизельной тяге. Опережающее понижение работы в энергозатратных видах хозяйственного и маневрового движения компенсируется ростом работы в энергоэффективном, имеющем меньший удельный расход топлива, грузовом виде движения и также является естественным. В подтверждение отмеченному, приведенные на рис. 7 и 8 процентные характеристики изменения показателей работы и расхода топливно-энергетических ресурсов в 2015 г. относительно предыдущего года соответствуют сделанному выводу.

Таким образом, основанный на фундаментальном положении об улучшении показателей эксплуатации путем точного планирования работы ключевой принцип решения проблемы эффективного управления парком локомотивов вообще и расходом топливно-энергетических ресурсов, в частности, в условиях падения перевозочной работы оказался нереализованным. Основным препятствием в решении рассматриваемой проблемы является слабая научная база, опирающаяся, главным образом, на действующие методики расчета парка локомотивов, анализа и прогнозирования топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов, не апробированные должным образом и не учитывающие индивидуальные тягово-энергетические свойства типов и серий локомотивов.

Невозможность решения этой проблемы и последствия наглядно демонстрирует приведенное на рис. 9 и 10 распределение параметров среднесуточного бюджета времени грузовых электровозов и тепловозов. Анализ параметров бюджета времени на рис. 9 показывает, что электровозы грузового движения, несмотря на длительный (около 7 ч) простой на станциях оборота в ожидании работы, свыше 12 ч в сутки находятся в движении. Одновременно грузовые тепловозы, согласно приведенным на рис. 10 данным, находятся в движении лишь около 9 ч, а бóльшую часть времени суток (свыше 15 ч) стоят, непроизводительно расходуя дизельное топливо.

Таблица 1

Долевое распределение работ по роду и расходу электрической энергии

Род работы в электрической тяге	Работа, %		Δ, %	Расход ТЭР, %		Δ, %
	2015 г.	2014 г.		2015 г.	2014 г.	
Грузовая	94,52	94,14	0,38	90,09	89,51	0,58
Пассажирская	5,09	5,38	–0,26	8,23	8,66	–0,43
Хозяйственная	0,38	0,5	–0,11	1,36	1,5	–0,14
Маневровая	0,01		–0,01	0,33	0,32	0,01
Всего	100		—	100		—

Таблица 2

Долевое распределение работ по роду и расходу дизельного топлива

Род работы в дизельной тяге	Работа, %		Δ, %	Расход ТЭР, %		Δ, %
	2015 г.	2014 г.		2015	2014	
Грузовая	89,68	89,04	0,64	65,39	64,51	0,88
Пассажирская	6,61	6,76	–0,15	7,78	7,69	0,09
Хозяйственная	3,11	3,58	–0,47	11,14	12,05	–0,92
Маневровая	0,6	0,62	–0,02	15,64	15,74	–0,04
Всего	100		—	100		—

Согласно положению о Центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» (от 15.06 2009 № 63), ею совместно с Дирекцией тяги разрабатываются технологические и организационные мероприятия по улучшению качественных показателей использования локомотивов. При этом трудно согласиться с необходимостью планирования длительного (от 12 до 14 ч) среднесуточного простоя тепловозов Октябрьской, Московской, Горьковской, Северо-Кавказской, Юго-Восточной, Куйбышевской и Забайкальской дирекций тяги.

Видимо, из-за отсутствия в положении о Дирекции тяги ОАО «РЖД» от 20.08.2009 № 76 упоминания об эффективном использовании локомотивов, с чем нельзя согласиться, среднесуточная продолжительность движения грузовых тепловозов Московской и Горьковской дирекций тяги меньше 7 ч, а тепловозов пассажирского движения Калининградской, Горьковской и Юго-Восточной дирекций — меньше 6 ч.

При сложившихся показателях бюджета времени локомотивов нужны неординарные способности причастных сотрудников депо для выполнения распоряжения ОАО «РЖД» от 4.07.2012 № 1327р «О введении в действие Положения об организации контроля за режимом рабочего времени и времени отдыха локомотивных бригад, обеспечении достоверного учета их работы».

Отмечается рост времени непроизводительного простоя, отведенного на приемку и сдачу локомотивов согласно распоряжению от 19.12.2012 № 262р «Об утверждении технологической инструкции Техническое обслуживание электровозов и тепловозов»». В связи с этим необходимо проводить дополнительные технические занятия с локомотивными бригадами Куйбышевской, Октябрьской, Северной, Приволжской, Свердловской, Восточно-Сибирской и Дальневосточной дирекций тяги.

Руководителям эксплуатационных локомотивных депо требуются еще бóльшие творческие способности для реализации положения «О дополнительном премировании работников Дирекции тяги — филиала ОАО РЖД» за результаты использования топливно-энергетических ресурсов», утвержденного распоряжением от 28.11.2012 № ЦТ-116/р с целью эффективного распределения премий за сэкономленные топливно-энергетические ресурсы.

В условиях роста времени непроизводительного простоя локомотивов в эксплуатации значимым способом повышения их энергетических показателей является отключение от контактной сети

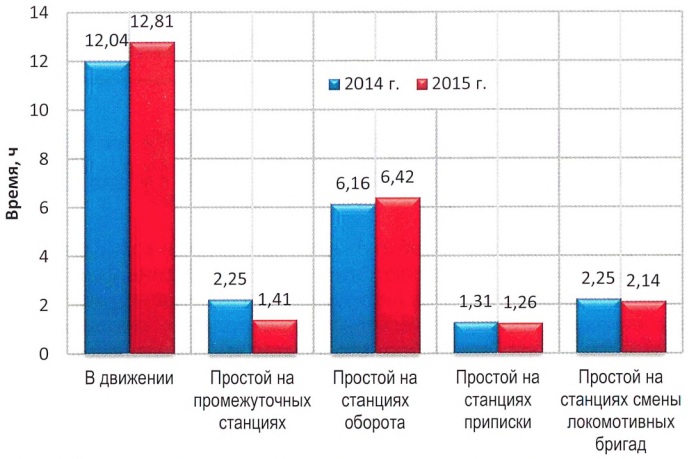


Рис. 9. Динамика показателей бюджета времени грузовых электровозов

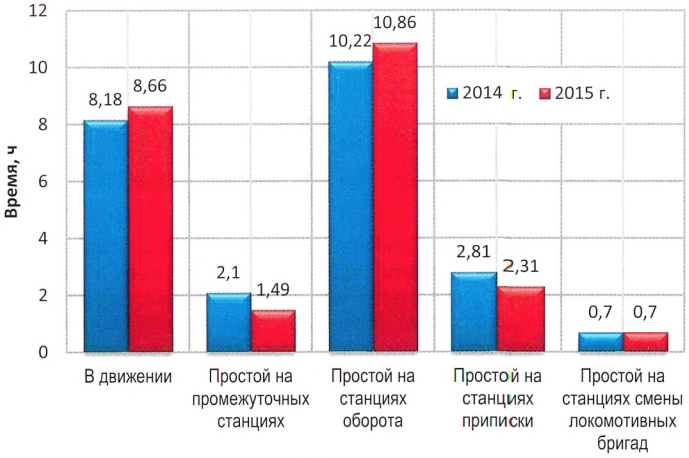


Рис. 10. Динамика показателей бюджета времени грузовых тепловозов

токоприемника у электровозов и глушение дизеля у тепловозов. Существенным подспорьем в реализации этой технологии являются: «Инструкция по прогреву электровозов при отстое на тяговых путях локомотивных депо и пунктах оборота», введенная распоряжением от 5.03.2013 № ЦТ-36/р, а также «Инструкция по прогреву тепловозов при отстое на путях локомотивных депо и пунктах оборота», введенная распоряжением от 18.02.2013 № ЦТ-24/р.

Ориентиром повышения энергоэффективности локомотивов служат введенные указанием ОАО «РЖД» от 11.05.2012 № 8156 и распоряжением ОАО «РЖД» от 29.08.2014 № 2032/р «Нормы расхода дизельного топлива при прогреве ТПС в ожидании работы, технического обслуживания и ремонта» и «Нормы расхода электрической энергии для электровозов, находящихся в ожидании работы, технического обслуживания или ремонта».

При действующей в ОАО «РЖД» системе планирования поездной работы и эксплуатируемого парка локомотивов перечень задач по нормированию расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов и их экономии существенно возрастает и усложняется. Распоряжением Дирекции тяги ОАО «РЖД» от 19.06.2015 № ЦТ-139/р «Об организации системы учета дизельного топлива в структурных подразделениях дирекций тяги» введен порядок определения ответственности за учет и контроль сохранности дизельного топлива локомотивов.

Согласно распоряжению, ответственность за сохранность дизельного топлива возлагается на главного инженера эксплуатационного депо и главного инженера региональной дирекции тяги. Ответственны за полноту предоставляемых первичных учетных статистических и бухгалтерских документов, достоверность учета расхода и наличия дизельного топлива:

- заместитель начальника депо по эксплуатации и заместитель начальника дирекции тяги по эксплуатации — по документам, предоставленным машинистами локомотивов, работниками при депо, дежурными по депо;
- главный инженер депо и главный инженер дирекции тяги — по документам, предоставленным инженерами по теплотехнике, машинистами-инструкторами по теплотехнике.

За полноту, своевременность и достоверность ввода данных маршрутов машиниста, ведомости формы ТХУ-3, актов форм ФМУ-28 и 29 ответственность, согласно распоряжению, возложена на начальника Центра оперативно-технического учета. Ответственность за полноту, своевременность и достоверность отражения в регистрах бухгалтерского и налогового учета хозяйственных операций определяется в соответствии с регламентом взаимодействия Центра корпоративного учета и отчетности «Желдоручет» и Дирекции тяги ОАО «РЖД» по вопросам ведения бухгалтерского и налогового учета и формирования бухгалтерской и налоговой отчетности от 14.12.2009 № 40.

Уже сейчас на стадии введения в действие разработанного порядка учета дизельного топлива становится очевидным, что без создания в Дирекции тяги ОАО «РЖД» вертикали управления топливно-энергетическими ресурсами его положения останутся лишь «благими намерениями». Залогом успешно проводимой работы по учету и контролю расхода дизельного топлива является ее непрерывность, а не факультативное занятие, реализуемое машинистом-инструктором по теплотехнике в оставшееся время между инструкторскими поездками и проводимыми инструктажами, например, по «случаям проезда запрещающего сигнала».

Сейчас, когда система планирования перевозочной работы и расходов топливно-энергетических ресурсов, мягко говоря, разбалансирована, самое время заняться предметной их экономией посредством обеспечения во время поездки:

- ☑ наиболее экономичных режимов управления локомотивом;
- ☑ минимальных потерь кинетической энергии путем расчетливого торможения поезда, в том числе с использованием электрического тормоза;
- ☑ оптимизации торможений и нагонов времени поезда;
- ☑ номинального температурного режима охлаждающей воды и масла в дизеле тепловоза;
- ☑ своевременного отключения (глушения) дизеля тепловоза по условиям эксплуатации и погоды;
- ☑ контроля и учета расхода топливно-энергетических ресурсов при приемке-сдаче локомотива.

На успешную реализацию именно этих задач должен быть нацелен специально обученный инструкторский состав эксплуатационного депо, а решение иных задач, в том числе контроля полноты первичных учетных статистических и бухгалтерских документов, должны выполнять специально обученные специалисты, которым по кругу решаемых вопросов это положено — оператору группы учета и бухгалтеру.

На конец года, по оперативным данным за декабрь 2015 г., в электрической тяге плановый объем перевозок в целом при его росте на 2,9 % имеет расхождение с планом по отдельным дирекциям тяги на 11 % и более. В дизельной тяге ситуация еще тревожнее: расхождение с планом при общем росте перевозок на 3,1 % превышает у некоторых дирекций 17 %.

На Куйбышевской дороге объем перевозок, приходящийся на электрическую тягу, уменьшился на 0,7 %, а экономия электроэнергии составила 0,6 %. Похожая ситуация в дизельной тяге: на Московской и Южно-Уральской дорогах падению к плану объема перевозок на 3 — 5 % сопутствовало сокращение потребления дизельного топлива от 1 до 3 %.

Запланированные расходы около 57 млн. кВт·ч электроэнергии и 7,7 тыс. т дизельного топлива на общую сумму 404 млн. руб. сэкономлены и, следовательно, не востребованы. Сумма сэкономленных средств за один лишь декабрь 2015 г. составила 23 % от общей экономии электроэнергии и дизельного топлива за год и является неоправданно высокой. Этот факт заставляет еще раз задуматься о действенности системы планирования расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов при падении объема перевозочной работы.

В условиях непредсказуемого изменения перевозочной работы задачи планирования и прогнозирования энергетической эффективности локомотивов не должны перерастать в проблему управления локомотивным хозяйством ОАО «РЖД», а должны способствовать ее решению. В противном случае приведенные доводы будут сведены, как сейчас уже и происходит, к банальному поиску ответственных лиц, которые своевременно не обеспечили «полноту предоставляемых первичных учетных статистических и бухгалтерских документов».

Д-р техн. наук **В.Н. ИГИН,**
г. Москва

Влияние общения на здоровье человека

Каждый специалист, работающий с людьми, должен владеть знаниями и навыками профессионального общения. Особенно это важно, если речь идет об общении в оздоровительном процессе. Ответственность за здоровье человека — главная черта нравственного долга каждого специалиста. Вместе с тем, в эту задачу входит оказание оздоровительного воздействия с целью формирования саногенного мышления и укрепления качества жизни человека в целом.

Реализовать такую задачу помогают оптимальная обстановка, высокая служебная и профессиональная квалификация специалистов, а главное — оздоровительное общение. Поэтому в рамках данной статьи нам бы хотелось поговорить о категории «общения» как о ритуале оздоровления, а в частности — об общении в реабилитационном процессе.

Умение общаться является одним из важных навыков, необходимых для качественной деятельности специалистов физкультурно-оздоровительных центров при локомотивных депо. Наряду с доброжелательным, технически грамотным выполнением оздоровительных мероприятий, работники центра должны быть готовы к общению с машинистом или помощником, испытывающим порой физические и психологические трудности вследствие напряженного труда. У работников локомотивной бригады могут быть самые различные потребности в общении: им могут понадобиться совет, утешение, поддержка, консультация или просто возможность поделиться своими переживаниями.

Значение психотерапевтического воздействия при эффективном общении хорошо известно, его результат иногда превосходит все другие оздоровительные методы. Для того чтобы понимать человека и общаться с ним, требуются уважение, вера в его значимость, ценность, уникальность, доброту, силу, способность руководить своими действиями и право на это. Поэтому коммуникативный процесс в оздоровительном центре должен быть правильно организован. Попадая к нам в центр, работники локомотивной бригады проходят ряд коммуникативных этапов.

ЭТАПЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ (рис. 1)

1-й этап — установление контакта — предполагает взаимное представление и эмоциональный контакт сотрудника-регистратора физкультурно-оздоровительного центра и посетителя. При первом контакте возникает особая атмосфера взаимодействия, желание дальнейшего сотрудничества и уникальности общения.

2-й этап — изложение целей центра, его задач, заполнение необходимой документации, разъяснение содержания оздоровительных мероприятий.

3-й этап — первичный прием — предполагает прием у начальника центра, в рамках которого формируется программа оздоровления и восстановления работника локомотивной бригады.

В работе руководителя центра необходимыми являются и навыки сбора информации о психофизическом состоянии работника локомотивной бригады. Очень часто человек не может выразить мысль о том, как он себя чувствует, есть ли какие-либо моменты, которые его волнуют. Поэтому в процессе общения для формирования оздоровительного маршрута используются баланс открытых и закрытых вопросов, уточнения и пояснения высказываний, прояснение фраз, активное слушание, обусловленное необходимостью постоянного сопровождения вербальным и невербальным общением.

Очень важно уметь правильно делать паузы в беседе, выявлять проблемы посетителя и его ожидания от консультации. Следует помнить, что удовлетворенность работника локомотивной бригады от встречи на первичном приеме определяется не квалификацией специалиста вообще, а тем, получил ли работник от встречи то, что искал.

После того как оздоровительный маршрут сформирован, работник локомотивной бригады переходит на **4-й этап оздоровительной коммуникации**, который предполагает **общение с инструктором** по физической культуре физкультурно-оздоровительного центра. На данном этапе необходимыми критериями коммуникации являются четкое произнесение и соблюдение инструкций при проведении восстановительно-оздоровительных мероприятий, доброжелательное и внимательное отношение к работнику. Важно также учитывать индивидуально-типологические особенности посетителя, его восприятие и отношение к проводимым мероприятиям.

На **5-м этапе — заключительной стадии оздоровительного процесса** — разъясняются дальнейшие условия посещения центра, уточнение возможностей для его посещения.

Оздоровительная коммуникация предполагает учитывать следующие аспекты:

- *коммуникативный* — предполагающий обмен информацией между участниками общения;
- *интерактивный* — заключается в организации взаимодействия сотрудника центра и работника локомотивных бригад для того, чтобы понять и повлиять на настроение, убеждение и потребности посетителя;
- *перцептивный* — означает процесс взаимопонимания.

На рис. 2 представлена схема оздоровительной коммуникации при работе с локомотивными бригадами.

Наш центр уже четыре года реализует программу оздоровительной коммуникации, и мы не ограничиваемся лишь этикой и деонтологией оздоровительного общения. Работникам локомотивных бригад предлагаются раздаточные буклеты, карты, мини-

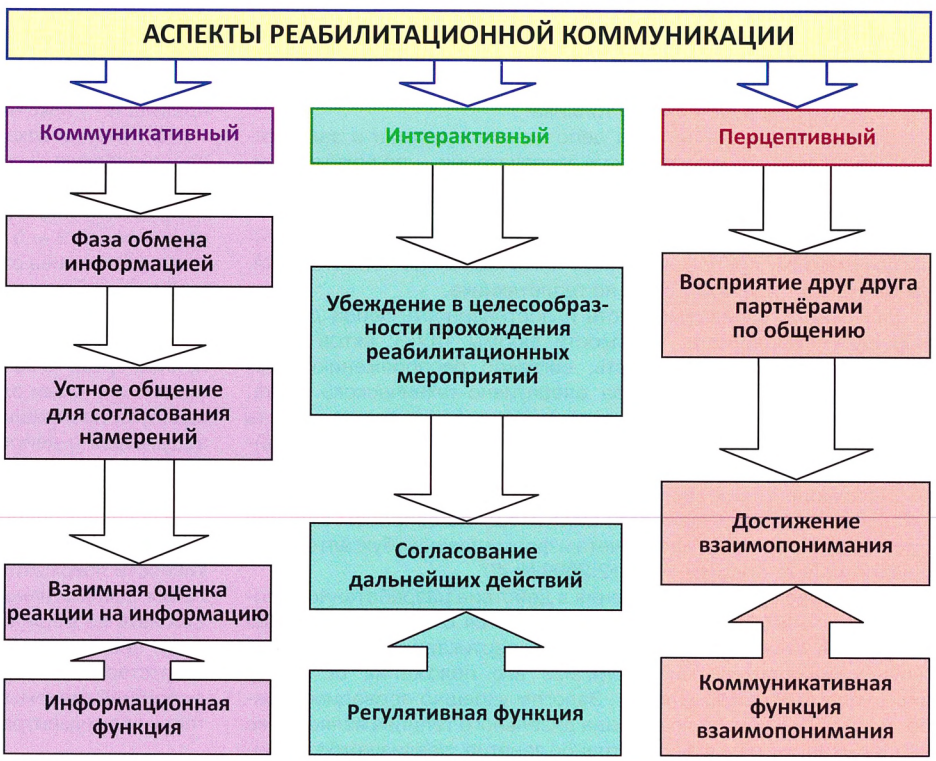


Рис. 1. Аспекты оздоровительной коммуникации

Рис. 2. Структура оздоровительной коммуникации при работе с локомотивными бригадами

плакаты, книжки-раскладки, в содержание которых входят краткое раскрытие причин и следствий тех или иных заболеваний и профилактика их возникновения.

Особую роль в коммуникативном процессе специалиста центра и посетителя играет «процедурное» общение — коммуникативный процесс во время проведения оздоровительного мероприятия. Каждому работнику локомотивной бригады разъясняются суть и задачи проводимой процедуры, ее значение в индивидуально подобранной оздоровительной программе.

Ежеквартально на базе центра проводится квест-мониторинг оценки качества проводимых оздоровительных мероприятий, в рамках которого работник локомотивной бригады выставляет оценку за качество полученных в центре процедур, вносит предложения по улучшению содержания процедуры. Результаты мониторинга позволяют увидеть обратную связь и получить очень важную информацию специалисту о качестве своей работы.

ИНСТРУМЕНТЫ ЗДОРОВОГО ОБЩЕНИЯ

Пользуясь результатами своей работы и их оценкой со стороны локомотивных бригад, мы создали серию обучающих курсов, элементы которых предлагаем вашему вниманию.

❶ **Подумайте о цели вашего общения**, какие мотивы у вашего собеседника и у вас.

❷ **Слушайте в два уха и один рот**. Общение — это диалог, а не монолог. В обычной жизни мы очень дорого платим за то, что слушаем других невнимательно и смотрим на окружающих рассеянно. Обыкновенно это кончается тем, что мы очень быстро начинаем делать свои собственные, нередко ошибочные заключения, и принимаем их за истину в последней инстанции.

Слушание — это нечто большее, чем молчание. Начинаем общение с хорошими намерениями выслушать собеседника, но в процессе погружаемся в собственные мысли и эмоции, начинаем общение с самим собой, критикуем, оцениваем. Если вы испытываете отрицательные эмоции, это означает, что ваши отношения с партнером достаточно проблемны и тревожат вас. Если вы чувствуете, что в общении вам следует быть осторожным, попробуйте понять почему. Проанализируйте, почему вы не можете быть искренними и честными друг с другом до конца.

Если высказывания собеседника не совпадают с нашими видением, ценностями, верованиями, то можем начать злиться. Это может начать возводить стены между нами и другими людьми. Появилась злость — надо взять паузу, осознать свои чувства.

Если вы решили действительно слышать другого человека, то должны учитывать, по крайней мере, три уровня общения:

♦ *примитивный*, когда собеседник настраивает контакт, не особо беспокоясь, насколько адекватно и правильно вы его воспримете;

♦ *деловой* — собеседник внимателен к вашим личным взглядам, он обращает внимание на ваш характер, возраст;

♦ *манипулятивный* — собеседник на этом уровне общения воспринимается как инструмент для достижения каких-либо целей.

Вы слышите звуки голоса говорящего, переживаете прошлые и будущие события, касающиеся вас обоих, все больше осознаете свое право выразить то, что вы в данный момент чувствуете. Все это в итоге требует от вас больше усилий, чтобы сконцентрировать свое внимание на подлинном смысле того, что вам говорит другой человек. Это сложная внутренняя работа, определяющая характер общения одного человека с другим.

Здоровое общение зависит от способности двух человек уважительно слушать и говорить по очереди. Вот несколько принципов:

☑ слушающий полностью сосредоточивает свое внимание на говорящем;

☑ слушающий отказывается от любых предубеждений в отношении к говорящему;

☑ слушающий никогда не пользуется чужими и предвзятыми оценками;

☑ слушающий абсолютно свободен от какого бы то ни было смущения и может задавать любые вопросы;

☑ слушающий показывает говорящему, что тот услышан и смысл сказанного понят.

❸ **Просите слова** — могу ли теперь сказать я? Могу ли я высказать свое мнение?

❹ **Проверяйте**, правильно ли вы поняли то, что говорит вам другой. Точно так же спросите, что думает человек по поводу того, что сказали вы.

❺ **Задавайте вопросы** с уважением и добротой, отдавая себе отчет в цели и мотиве вашего вопроса. Вопросы могут творить чудеса — помогая человеку открыться или, наоборот, приносить вред (другой начинает обороняться).

❻ **Ищите то общее, что есть**. Многие люди ищут различия. Но общее есть во всем так же, как и разница есть во всем. Определите области, в которых вы не согласны в деталях, конкретизируйте их. Иногда соглашение в различиях — это уже успех.

❼ **Делайте комплименты**. «Я благодарен тебе за искренность, доверие».

❽ **Не осуждайте стиль общения другого**, иначе получается, что кто-то прав, кто-то не прав, кто-то сверху, кто-то снизу...

❾ **Не разбирайте по полочкам другого**. Помните: видим соринку в глазу у другого, а в своем бревна не замечаем.

❿ **Наблюдайте за невербальным поведением**. Выражение лица, поза тела, мышечный тонус, ритм дыхания, интонации, жесты — это большая часть информации, передающаяся невербально.

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

ПРЕДУПРЕДИ ОШИБКИ, МАШИНИСТ!

На основе анализа транспортных событий, происходящих на дорогах России и Украины, публикуются рекомендации молодым машинистам локомотивов и МВПС и их помощникам по предупреждению аварийных ситуаций. В частности, приводятся первоочередные меры, следуя которым исключаются ошибочные действия локомотивной бригады.

В первую очередь, машинисты и их помощники должны хорошо знать особенности ТРА станций, расположение светофоров, сбрасывающих стрелок, места, где нет кодирования путей, а также другие особенности обслуживаемого участка. Чтобы лучше запомнить особенности ТРА станций и профиль пути, рекомендуется иметь под рукой распечатанную брошюру, в которой должны быть указаны скорости движения, схемы станций с расположением светофоров и зон риска («мест-ловушек»), а на перегонах — профиль пути с километражом, светофорами и местами проверки действия тормозов. Нельзя выезжать на участок обслуживания или станцию при отсутствии заключения машиниста-инструктора на то, чтобы осуществлять здесь поездную или маневровую работу.

Также локомотивной бригаде следует знать расположение на участках обслуживания зон риска. В частности, это места значительных подъемов и спусков, где необходимо правильно управлять тормозами или надежно закреплять поезд при вынужденной его остановке. Наиболее часто такими зонами риска являются сами станции и их районы с интенсивным поездным и маневровым движением.

Особенно опасной может быть ситуация, когда на станции имеются несколько локомотивов и в эфире звучит много команд, информации о плане работ, ведутся другие радиопереговоры. При невыполнении регламента переговоров подобные команды могут быть восприняты как «свои», что может привести к проезду запрещающего сигнала или столкновению с другим подвижным составом.

«Места-ловушки». К наиболее опасным маршрутам выполнения маневровых передвижений («местам-ловушкам») на железных дорогах относятся:

- участки пути, где ограничена видимость поездных и маневровых сигналов;
- короткий тупиковый путь или тупиковый путь, имеющий уклон в сторону призмы;
- места станций со сбрасывающими стрелками, некодированными путями;
- участки станций, где светофоры расположены на близком расстоянии или чередуются по размерам (карликовый, а затем мачтовый или наоборот);
- пути станций, имеющие пассажирские платформы, расположенные в непосредственной близости от маршрутного (выходного) светофора (при запрещающем показании и наличии остановки пассажирского или пригородного поезда).

Также к факторам риска следует отнести такую «ловушку», как разбитая линза красного (синего) огня на светофоре. Таким образом, горящую лампу этого сигнала в темное время суток издали можно принять за лунно-белый огонь маневрового сигнала. Нередко фактором риска при проведении маневров является искусственное создание дежурным по станции (ДСП) так называемых ловушек из-за неполного приготовления маршрута:

- из трех находящихся на маршруте маневровых светофоров первый и третий горят белым огнем, а средний — синим;
- первый (второй) сигнал маршрута открыт, а дальний белый горит для другого маневрового состава;
- впереди горят два (один) белых огня светофоров, а третий (второй) — синий. Таким образом, маршрут приготовлен не полностью, что создает очередную «ловушку».

Основные причины проездов запрещающих сигналов: отвлечение локомотивной бригады от постоянного наблюдения за показаниями сигналов и положением стрелок (из-за разговоров по мобильному телефону или между машинистом и его помощником, устранения неисправностей на ходу и др.); невнимательность, поспешность и упрощения нормативных требований локомотивными бригадами; нарушение регламента переговоров, особенно перед проследованием светофоров.

В условиях, когда на маршруте открыт только один (первый) маневровый светофор, некоторые машинисты воспринимают план маневровой работы, данный ДСП, как готовность всего маршрута следования маневрового состава (локомотива). Далее, доверяя ДСП, машинисты уже не наблюдают за маршрутом следования локомотива, показаниями всех сигналов и допускают проезды запрещающих огней светофоров. При этом ДСП, нарушая Инструкцию по движению поездов и маневровой работе, дорожные приказы по взаимоконтролю и обмену информацией, не предупреждает машиниста и составителя поездов, до какого светофора приготовлена часть маршрута.

Машинисты, в свою очередь, нарушая должностные инструкции, также не уточняют полученную информацию. Как свидетельствует статистика, по этим причинам и при неудовлетворительной видимости сигналов возникали опасные ситуации («ловушки»), происходили проезды запрещающих светофоров, сходы и столкновения подвижного состава.

В локомотивных эксплуатационных депо должны быть разработаны местные памятки по безопасному проезду таких опасных маршрутов станций. В памятках необходимо предусматривать следующие меры соблюдения правил безопасности движения при проследовании «мест-ловушек»:

- снижение скорости движения локомотива, вплоть до остановки;
- выполнение локомотивными бригадами своих обязанностей стоя на рабочих местах;
- перед проследованием «мест-ловушек» получение дополнительной информации от ДСП и составителя поездов о готовности маршрута;
- обязательное включение и опробование тормозов вагонов состава;
- расширенное выполнение установленного регламента переговоров как между членами локомотивной бригады, так и в цепочке: машинист — ДСП — маневровый диспетчер — составитель поездов.

Следует помнить, что даже при наличии таких памяток безопасность движения зависит, прежде всего, от правильных действий не только членов локомотивных бригад, но и участвующих в маневрах работников станций. Выполнение дорожных приказов о порядке взаимоинформации и взаимоконтроля работников смежных служб должно положительно влиять на соблюдение уровня безопасности движения и своевременное выполнение заданий по проведению маневров.

Работа с ДСП. Существуют простые, безопасные и надежные правила при производстве маневровой работы:

- белый огонь на светофоре не является сигналом для начала движения, а служит лишь приглашением к переговорам с ДСП, чтобы получить план работы, информацию о готовности маршрута, команду на движение;
- не уверен в команде (приказе, указании, информации) — останови локомотив (не приводи его в движение) и переспроси ДСП;
- если плохо работает радиостанция в момент переговоров с ДСП (ДНЦ, составителем), то остановись и переспроси, получи четкую команду от ДСП, повтори ее и получи в ответ от ДСП фразу-подтверждение: «Верно, выполняйте»;
- когда ДСП дал команду на движение, план маневров (не путать с планом маневровых передвижений), необходимо еще раз уточнить у ДСП: готовность маршрута и до какого маневрового сигнала открыты сигналы;
- при маневровых передвижениях следует быть особенно бдительным, исключать самоуверенность и поспешность. На практике могут быть и такие случаи: ДСП сделает, но не скажет; скажет, но не сделает; скажет одно, а сделает другое;
- дважды дублировать показания маневровых сигналов (первый раз при проезде предыдущего сигнала, а затем — когда поезд

(локомотив) приближается к светофору), дублировать положение стрелок, соблюдать скорость движения в пределах видимости сигналов (как правило, не более 20 км/ч);

◆ при производстве маневров с проездом запрещающего показания светофора необходимо в полном объеме получить на это разрешение ДСП, повторить его и получить подтверждение: «Верно, выполняйте». В движении следует быть особенно внимательным и помнить, что чаще всего проезды запрещающих сигналов происходят при осуществлении маневров.

Правила, которые следует неукоснительно выполнять, чтобы исключить проезды запрещающих сигналов.

① Появление белого огня на локомотивном светофоре (отсутствие кодирования рельсовых цепей) при следовании поезда по станции, как свидетельствует практика, является серьезным фактором риска безопасности движения. Ведь при этом (да еще при плохой видимости светофоров) у машиниста нет информации о показании сигналов, так как приборы безопасности не работают в полном объеме (отсутствует контроль скорости подъезда к сигналу).

Поэтому в случае появления на локомотивном светофоре белого огня или следования поезда (локомотива) по некодированному пути и отсутствия видимости показаний сигналов машинист должен снизить скорость движения до такой, которая позволит остановить поезд (локомотив) в пределах видимости у светофора с возможно запрещающим сигналом. Дополнительно машинисту и его помощнику следует обеспечивать особую бдительность и дублировать между собой по нескольку раз показание выходного сигнала.

② Локомотивной бригаде необходимо дублировать, как это предусмотрено регламентом переговоров и дополнениями к нему, показания станционных сигналов, требующих уменьшения скорости, не только при появлении их видимости, но и перед проездом светофора. Например: «Проезжаем один желтый (два желтых — верхний немигающий)». Таким образом, между членами локомотивной бригады подтверждается факт того, что поезд следует на запрещающее показание сигнала, а не безостановочно пропускается по станции.

③ Если поезд следует к светофору с запрещающим показанием сигнала, то локомотивная бригада обязана выполнить установленный регламент переговоров. Машинист должен снизить скорость движения. За 400 — 500 м до сигнала она не должна превышать 20 км/ч, а за 100 — 150 м — 5 — 10 км/ч. Причем, за 400 — 500 м до сигнала или на оси станции подается звуковой сигнал «три коротких», чем машинист дополнительно подтверждает готовность к остановке поезда.

В процессе следования по станции и подъезда к светофору с запрещающим сигналом не допускать отвлечение локомотивной бригады от процесса наблюдения за показанием светофора и снижения скорости, исключать переговоры по радиосвязи и мобильному телефону, внимательно следить за правильностью приготовленного маршрута. Помощник обязан контролировать состояние машиниста и правильность соблюдения скоростного режима, стоя на его рабочем месте (если позволяет конструкция локомотива).

Не допускается выключать приборы безопасности. Надо помнить, что за отключение исправно действующих приборов безопасности строгая ответственность возлагается на машиниста. Если будет потеряна ориентация места расположения светофора и, соответственно, не видны его показания, то надлежит немедленно остановить поезд (локомотив).

④ При проезде запрещающего (красного) сигнала (в разрешенных случаях) не допускается перевод красного огня локомотивного светофора на белый с помощью кнопки «ВК» (ДК).

⑤ В случае остановки короткого поезда на станции, которая не предусмотрена графиком движения, ее необходимо осуществлять, не доезжая до запрещающего сигнала за 100 — 150 м (как это предусмотрено для остановки поезда на перегонах). К таким поездам относятся: резервные локомотивы, сплотки, пассажирские и пригородные, а также короткие грузовые (сборные, диспетчерские, вывозные, маневровые, работающие между несколькими станциями и др.). Локомотивы перед светофорами лучше останавливать так, чтобы из кабины были хорошо видны показания светофора.

⑥ Еще один фактор риска — отцепка локомотива от поезда и выполнение маневровой работы. Именно в таких ситуациях происходит бóльшая часть проездов запрещающих сигналов. Если после остановки поезда на станции необходимо отцепить от него локомотив, то следует получить разрешение ДСП на отцепку и следование по станции. Здесь нередко локомотивные бригады допускают ряд ошибок: поспешность действий после окончания поездки; невнимательность; упрощенное выполнение требований нормативных документов.

Неполучение информации о готовности маршрута приводит к тому, что после передачи команды ДСП об отцепке от поезда и информации о плане дальнейшей маневровой работы машинист и его помощник воспринимают это как готовность всего маршрута следования — проезжают или первый, или последующие светофоры с запрещающими огнями. Здесь важно исключать всякую поспешность, при сомнении о плане работ или готовности маршрута дополнительно вызвать ДСП и уточнить информацию.

Также важно обеспечить полный регламент переговоров машиниста и его помощника: выполнить «минуту готовности» перед началом маневрового движения, обменяться информацией о плане работы, проверить показание сигнала и положение стрелочных переводов, назвать скорость движения.

Если помощник машиниста после отцепки локомотива только зашел в кабину, то регламент выполняется в обычном порядке. Машинист должен ознакомить его с планом предстоящей работы и полученной информацией от ДСП. Локомотив приводится в движение по истечении не менее 30 с после возвращения помощника машиниста в кабину. Прежде чем начать движение, повторно называется показание сигнала. Это правило должно безукоризненно соблюдаться при следовании локомотива по станции: перед проездом очередного сигнала за 20 — 10 м от него необходимо повторно называть показание и номер светофора.

Обычно скорость движения выбирает машинист, но она, как правило, при плохой видимости, неполном приготовлении маршрута не должна превышать 15 — 20 км/ч. Для этого можно не переключать АЛС с красного огня на белый. Места, где такое переключение недопустимо, устанавливаются в приказе начальника депо.

Движение по станции выполняется только при управлении локомотивом из передней кабины, а для лучшей видимости показаний маневровых светофоров мачтового и карликового типов, которые могут чередоваться в маршруте следования, необходимо, чтобы помощник машиниста стоял на рабочем месте, а машинист сидел. Ведение локомотива машинистом и его помощником стоя ухудшает видимость показаний мачтовых светофоров.

Нештатная ситуация — особый фактор риска. В каждой нештатной ситуации следует проявлять максимум внимания и осторожности, чтобы не усугубить ситуацию при возникновении транспортных событий и предупредить развитие тяжелых последствий. Если необходимо отклониться от штатных действий (когда появляется нестандартная ситуация), строго выполняют следующие требования:

☑ в первую очередь, локомотивной бригаде следует хорошо знать регламент действий при возникновении какой-либо нештатной ситуации, описание которой, как правило, имеется в нормативных документах и местных инструкциях; исключить всякую поспешность (кроме случаев, где требуется немедленная остановка поезда). Прежде чем устранять неисправности на локомотиве или вагоне, поезд следует надежно закрепить. Если упало давление в ТМ поезда, то надо предупредить о возможном сходе вагонов машиниста встречного поезда, а при его отсутствии — ДСП;

☑ в случае неисправности средств сигнализации и связи следует убедиться в правильности выданного разрешения и по радиосвязи выяснить свободность перегона. Помнить, что ни одно разрешение на занятие перегона не дает право проследовать входной сигнал следующей станции;

☑ при обнаружении в пути следования неисправности локомотива не отвлекаться от наблюдения за сигналами и другими ситуациями одновременно с помощником. Для устранения неисправности в схеме разрешается стоянка около 20 мин. Нельзя оставлять поезд, стоящий на спуске или подъеме, в незаторможенном состоянии (иногда локомотивная бригада спешно начинает на ходу или остановке на неблагоприятном профиле пути устранять неисправность ТПС, а незакрепленный поезд в это время самопроизвольно катится). Для поиска неисправности или перевода ТПС на аварийный режим работы следует остановить поезд на станции. Нарушать требования ПТЭ о запретах машинисту (отправление со станции или ее проезд на ходу с неисправной схемой тяги) недопустимо.

Опасный момент возникает, когда поезд вместе с локомотивом оставляют (бросают) на станции. При этом локомотивная бригада и ДСП по закреплению поезда надеются друг на друга — иногда работники станции не закрепляют состав, так как он находится под локомотивом, хотя локомотив приведен в холодное состояние. После ухода воздуха из пневматической сети может произойти самопроизвольное движение состава, что приведет к возникновению аварийной ситуации.

ЗАСЛУЖЕННЫЕ НАГРАДЫ

За добросовестный труд на железнодорожном транспорте, большой вклад в обеспечение устойчивой его работы приказом президента ОАО «Российские железные дороги» О.В. БЕЛОЗЁРОВА группа работников депо региональных дирекций тяги награждена знаками:

«Почетный железнодорожник ОАО “Российские железные дороги”»

МАШИНИСТ-ИНСТРУКТОР

СОРОКИН Олег Николаевич, Тында, Дальневосточная

МАШИНИСТЫ

БРАЛЮК Анатолий Николаевич, Барнаул, Западно-Сибирская
ГАВРЮТИН Виталий Анатольевич, Омск, Западно-Сибирская
ИСАКОВ Александр Анатольевич, Лоста, Северная
МИХАЛЬСКИЙ Владимир Александрович, Барабинск, Западно-Сибирская
ОБЪЕДКОВ Сергей Вячеславович, Медвежья Гора, Октябрьская
ТРУБЧАТКИН Сергей Алексеевич, Пенза, Куйбышевская
ЧИКУНОВ Николай Викторович, Новосибирск, Западно-Сибирская

БАДОКИНА Оксана Владимировна, ведущий инженер депо Улан-Удэ, Восточно-Сибирская
БЕЛЕНОВ Виктор Иванович, начальник сектора безопасности движения Юго-Восточной дирекции

«За безупречный труд на железнодорожном транспорте»

БАРТЕНЕВ Александр Васильевич, дежурный по депо Воронеж-Курский, Юго-Восточная
КОЗЛОВ Павел Сергеевич, старший приемщик локомотивов в депо Челябинск, Южно-Уральская
ТЕЛЕНКОВ Вячеслав Александрович, инженер депо Бекасово-Сортировочное, Московская

МАШИНИСТ-ИНСТРУКТОР

ВЛАСОВ Николай Николаевич, Орехово, Московская

МАШИНИСТЫ

АБЕЛЬ Карл Вильгельмович, Омск, Западно-Сибирская
БЫЗОВ Алексей Павлович, Топки, Западно-Сибирская
ВОЛОСАТОВ Анатолий Евгеньевич, Слюдянка, Восточно-Сибирская
ВОРОНОВ Григорий Михайлович, Нижнеудинск, Восточно-Сибирская
ДАНЬШИН Сергей Петрович, Москва-Сортировочная-Рязанская, Московская
ЗАИГРАЕВ Борис Васильевич, Улан-Удэ, Восточно-Сибирская
КРАСНОБАЕВ Виктор Владимирович, Уссурийск, Дальневосточная
ЛЕБЕДЕВ Василий Аркадьевич, Вязьма-Сортировочная, Московская
МАЖНОВ Юрий Иванович, Белово, Западно-Сибирская
ОЧЕРЕТ Сергей Иванович, Краснодар, Северо-Кавказская
ПУХОВ Александр Сергеевич, Улан-Удэ, Восточно-Сибирская
ШИШИМОРОВ Александр Николаевич, Зима, Восточно-Сибирская

ПОМОЩНИКИ МАШИНИСТА

ГЛАЗКОВ Андрей Викторович, Анисовка, Приволжская
ГОРЧАКОВ Александр Владимирович, Улан-Удэ, Восточно-Сибирская
МАЛИКОВ Геннадий Анатольевич, Сальск, Северо-Кавказская

ВАХРУШЕВ Михаил Платонович, старший приемщик локомотивов в депо Иваново, Северная
ГАЙВОРОНСКИЙ Анатолий Иванович, начальник депо Партизанск, Дальневосточная
ЛЮТОВА Елена Юрьевна, оператор электронно-вычислительных и вычислительных машин депо Улан-Удэ, Восточно-Сибирская

ПОЗДРАВЛЯЕМ НАГРАЖДЁННЫХ!

Если поврежден токоприемник, то его следует обязательно закрепить (увязать), так как в противном случае в движении он может самопроизвольно подняться и повредить контактную сеть.

Следует твердо знать, каким образом машинист может оценить включение тормозов состава (длину ТМ) и их работоспособность. Перед крутыми спусками, а также зимой при полном опробовании тормозов машинисту (его помощнику) необходимо проверить срабатывание и отпуск первых 5 — 10 вагонов поезда

При получении машинистом сигнала «Тревога 2» или информации от машинистов встречных поездов (ДСП) о нагреве буксы вагона надо плавно остановить поезд на перегоне служебным торможением в 1 — 2 приема. Не стоит рисковать и вести поезд до станции.

Один из главных факторов риска — сон локомотивной бригады на рабочем месте. Чтобы исключить такие случаи, необходимо тщательно готовиться к предстоящей поездке или смене, соблюдать режим отдыха перед поездкой. В случае возникновения кратковременной потери внимания, при первых признаках дремоты, сонливости необходимо открыть окно и обеспечить приток свежего воздуха в кабину машиниста; выпить горячего чая или кофе; управлять локомотивом, стоя на своем рабочем месте, до повышения работоспособного состояния. Сидя или стоя выполнить разминку, сделать физические упражнения. Помощник с согласия машиниста может выйти в машинное помещение для осмотра оборудования. При этом машинисту лучше в ночное время вести поезд стоя.

Температура воздуха в кабине локомотива должна быть умеренной, чтобы локомотивная бригада чувствовала себя комфортно. Жара и высокая влажность вызывают сонливость, а холод — раздражение, так как человек стремится всеми силами согреться, что также снижает уровень бдительности.

При графиковых стоянках помощнику машиниста или машинисту необходимо сойти с локомотива и осмотреть экипажную часть, сделать несколько физических упражнений и подышать свежим воздухом.

В случае появления признаков утомления не следует постоянно сосредотачивать взгляд прямо перед собой — на рельсы и шпалы. Желательно выработать привычку через каждые 3 — 5 с переключать взгляд на новый объект (приборы), боковым зрением следить за обстановкой перед локомотивом. Этот простой способ (как утверждают врачи) помогает избавиться от возникновения дремоты и чувства усталости.

Тонизирует организм умывание холодной водой. Если приложить руки или лицо к холодному стеклу, то это хорошо отгоняет сонливость. Также можно пожевать мятную жевательную резинку, а врачи рекомендуют съесть пару кусочков сахара, желательно с долькой лимона. Рекомендуется брать в поездку леденцовые конфеты.

Не допускается одному из членов локомотивной бригады дремать в пути следования. Машинисту надо знать простое правило: «Если спит помощник, то скоро будешь спать и ты».

В заключение следует отметить, что машинист (помощник машиниста) должен постоянно анализировать чужие ошибки и нарушения для того, чтобы не допускать их самому.

Инж. **А.А. ПОСМИТЮХА,**
г. Киев

УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЦЕПЯХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЗА ЧМЭ3Т

Тепловозы серии ЧМЭ3Т являются дальнейшим развитием конструкции тепловоза ЧМЭ3. Имея общую схожесть многих цепей и устройств, они имеют и ряд отличий как по схеме, так и по оборудованию. В статье рассматриваются неисправности тепловозов ЧМЭ3Т, оборудованных электронными регуляторами GC43P (локомотивы с номерами 6245—6664 и 6885—7454). С некоторыми изменениями описанные методики поиска неисправностей могут быть применены и для тепловозов ранних выпусков, оснащенных регуляторами GC35P, а также для тепловозов ЧМЭ3Э с регуляторами GC40P.

Электрические машины, контакторы, реле, переключатели, вентили и прочие аппараты тепловозов ЧМЭ3Т аналогичны применяемым на ЧМЭ3 или имеют несущественные изменения (контроллер машиниста, рубильник батареи ОБА, переносные пульты). Эти изменения подробно отражены в известной книге З.Х. Нотика «Тепловозы ЧМЭ3, ЧМЭ3Т, ЧМЭ3Э». М.: Транспорт, 1996. Типовые неисправности, методы их поиска и устранения в данном случае будут точно такими же, как и у тепловозов ЧМЭ3. Применение на тепловозах ЧМЭ3Т электронного регулятора повлекло за собой появление ряда особенностей как в плане построения электрической схемы, так и в плане поиска неисправностей.

Типичными неисправностями цепей, связанных с блоками электронного регулятора, помимо отказа самих блоков, являются отпайка проводов внутри разъемов XC41 — XC46, отсутствие контакта в разъемах блоков и отпайка проводов внутренних соединений регулятора. Весьма редко случаются обрывы по длине проводов, соединяющих разъемы XC41 — XC46 с рейками зажимов аппаратной камеры.

Типичными неисправностями электронных блоков самого регулятора являются перегорание плавких вставок и повреждения полупроводниковых приборов — диодов, транзисторов, операционных усилителей и оптронов.

Оперативная диагностика электронного регулятора может быть проведена по показаниям светодиодов, расшифровка показаний которых приведена в табл. 1. Однако однозначного вывода о работе схемы по одним только показаниям светодиодов делать нельзя.

Таблица 1

Расшифровка показаний светодиодов

Ряд	Блок	Светодиод	Показание
A	YRN3	RN	Работа регулятора напряжения
	1.YKS5	1	Соединение минусовой цепи возбуждения возбудителя
	2.YKS5	1	Соединение плюсовой цепи возбуждения возбудителя
	YCRP4-15/005	A	Команда на включение реле РАВ
		B	Команда на включение вентиля сброса позиций ВКММ
	YCRP3-005	1	Команда на включение поездных контакторов КП1 – КП3
	YCRP4-01/02	A	Команда на включение контактора КТ7
		B	Команда на включение контакторов КТ4 – КТ6
	1.YSZ3	15V	Блок выдает стабилизированное напряжение +15 В
	2.YSZ3	15V	Блок выдает стабилизированное напряжение –15 В
B	YIJ4	1	Принимается сигнал от датчика тока ДТ1
		2	Принимается сигнал от датчика тока ДТ2
		3	Принимается сигнал от датчика тока ДТ3
		4	—
		5	Принимается сигнал от датчика тока ДТ7
		6	Принимается сигнал от датчика напряжения ДНГ
	YPSM5	n	Частота вращения дизеля превышает 400 об/мин
		+	Блок выдает сигнал PSM+
		–	Блок выдает сигнал PSM–
	YRI13	MAX	Достигнут предельный ток тягового генератора Г
		MIN	Блок выдает сигнал RI
	YRU13	RU	Достигнуто предельное напряжение тягового генератора Г
		RP	Возбуждение тягового генератора Г ограничено из-за перегрузки дизеля
	YSH11	1	Команда на 1-ю ступень ослабления поля
		2	Команда на 2-ю ступень ослабления поля
	YODU4	DU	Возбуждение тягового генератора Г ограничено по скорости нарастания напряжения
	YKA5	1	Признак боксования 1-й степени
		2	Признак боксования 2-й степени
	YIND5	K	Логический сигнал INP на выходе блока
		4	Логический сигнал IN4 на выходе блока
		2	Логический сигнал IN2 на выходе блока
		1	Логический сигнал IN1 на выходе блока

Ряд	Блок	Светодиод	Показание
B	YIN4	A	Включен переключатель ПДУ
		B	Включен контактор КВ
		C	Переключатель ПО в положении «обогрев»
		D	Включено реле РСМД1
		E	Включено реле РСМД2
	B1.YOUT8	A	Команда на включение реле РБ
		B	Команда на включение контактора КШ1
	B2.YOUT8	A	Команда на включение контактора КШ2
		B	—
	YCRA1	S	Команда на включение КМН и выдержка 25 с на прокачку
		G	Команда на включение КД2
C	YMJ3	+	Положительная полярность измеряемой величины +15/–15 В относительно средней точки
		–	Отрицательная полярность измеряемой величины +15/–15 В относительно средней точки
	YKO4	TO	Температура тормозных резисторов превышает 900 °С
		TM	Время работы реостатного тормоза превышает 5 мин
	YMI3	IB	Тормозной ток превышает 1400 А
	YRIB4	IB	Блок выдает сигнал IBZ для задания тока возбуждения тягового генератора Г в тормозном режиме
		V	Блок выдает сигнал Vп (признак превышения заданного тормозного тока над фактическим)
	YRBB4	BB	Противоюзная защита отключена
		B	Ток возбуждения тягового генератора Г в тормозном режиме ограничен
		RI	Блок выдает сигнал RI
	YOI5	P	Команда на включение вентиля ВТС
	YKIB3	R	Команда на включение контактора КТ4
	YLJB4	J	Команда на работу ЭРМТ в режиме тяги
	YLJB4	B	Команда на работу ЭРМТ в режиме торможения
	YIN4	A	Включено реле РЕ
		B	—
		C	Собрана силовая цепь реостатного торможения (включен контактор КТ7, замкнут датчик ДДВ2)
		D	—
		E	Включен контакт КМ13 (подготовлена цепь РТ)
	C.YOUT8	A	Включение вентиля ВТС
		B	Включение контактора КТ4
	YCRB2	1	Включение вентиля ВУЖ

Например, светодиод «1» на блоке YCRP3-005 загорается при создании минусовой цепи катушек ВКП1 — ВКП3 вентилей поездных контакторов. Однако, например, при отсутствии давления в воздушных цепях управления контакторы КП1 — КП3 не включатся, хотя катушки их вентилей возбуждение получат.

Внешним осмотром проверить состояние электронных блоков удается еще реже, нежели провести надежную диагностику по показаниям светодиодов. Поэтому следует знать общие принципы функционирования электронного регулятора и иметь представление о его внутренних соединениях и сигналах.

Более подробное описание действия регулятора приведено в заводском руководстве фирмы «ЧКД», не лишенном, к сожалению, ошибок и неточностей.

Неисправности цепей питания регулятора GC43P. Электронный регулятор соединяется с цепями тепловоза внешними разъемами XC41 — XC46, каждый из которых имеет 26 контактов, обозначенных 1a — 13a и 1b — 13b (табл. 2). Некоторые из этих контактов парные (например, XC41:1a и XC41:1b), некоторые — нет (например, XC42:3a и XC42:3b). Электронные блоки соединяются между собой и с внешними разъемами посредством проводов, уложенных на задней стенке регулятора. На этой стенке монтируются также силовые транзисторы VT1 и VT2. Каждый электронный блок регулятора имеет разъем с 15 парами контактов 1, 2; 5, 6; ... 29, 30, 33, 34; ... 57, 58; 61, 62, которые все являются парными.

Для краткости путь протекания тока по цепям регулятора будем писать сокращенно, указывая номера приходящих на внешние разъемы проводов, номера разъемов и их контактов, названия блоков, номера их выводов и обозначения сигналов. Монтажные схемы внутренних соединений регулятора приведены на рис. 1 — 3.

В наиболее общем случае при проверке целостности внутренних соединений регулятора тепловоз, как правило, глушат, все его цепи обесточивают, а затем на место испытуемого блока вставляют блок YKJ6, который служит в качестве удлинителя. После этого отнимают и при необходимости разбирают соответствующий разъем XC, при помощи мультиметра проверяют целостность проводов, приходящих к разъему от схемы тепловоза, и целостность проводов, соединяющих разъем с выводами блоков. Для устранения обрывов иногда возникает необходимость в снятии регулятора с тепловоза.

Основное количество блоков, смонтированных в электронном регуляторе, образует регулятор мощности тепловоза в режиме тяги и торможения. Эти блоки связаны между собой внутренними соединениями и получают двухполярное питание +15/–15 В со средней точкой 0,0 В от источника, установленного в ряду А регулятора. Для отличия этих блоков от остальных будем называть их блоками ЭРМТ. В табл. 3 — 5 приведен перечень внешних и внутренних сигналов ЭРМТ (табл. 4 и 5 будут опубликованы в следующем номере).

Остальные блоки — YRN3, YCRP4-15/005, YCRP3-005, YCRP4-01/02, YCRA1 не связаны с блоками ЭРМТ и получают питание +110 В непосредственно от цепей тепловоза по каналу 202 → XC44:3a,b → $+U_B$ (см. рис. 1). «Минус» питания этих блоков создается по каналу $-U_B$ → XC44:1a,b → 105.

Питание блоков ЭРМТ осуществляется с помощью статического преобразователя, состоящего из генератора импульсов YBS2,

Таблица 2

Внешние разъемы регулятора GC43P

Блок	a	Контакты	b	Блок
XC41				
YCRP3-005:57,58	629:ОМ3	13		
		12	612:PE	YCRP3-005:49,50
YCRP3-005:21,22	286:КП3	11		
		10	631:PI	YCRP4-01/02:57,58
YCRP4-01/02:49,50	695:КВ	9		
		8	659:РТ	YCRP4-01/02:41,42
YCRP4-01/02:21,22	696:КТ7	7		
		6	632:КТ3	YCRP4-01/02:13,14
YTSS1:53,54,57,58	927:КМН	5		
		4	954:L4	1.YKS5:57,58
1.YKS5:37,38,41,42,45,46	602:L2	3	602:L2	1.YKS5:37,38,41,42,45,46
2.YKS5:37,38,41,42,45,46	953:ПЭ	2	953:ПЭ	2.YKS5:37,38,41,42,45,46
1.YKS5:5,6,9,10,13,14	105:L3	1	105:L3	1.YKS5:5,6,9,10,13,14
XC42				
YCRA1:57,58	255:L1	13		
		12	167:AB167	YCRA1:49,50
YCRA1:21,22	283:КМН	11		
		10	275:КД2	YCRA1:13,14
B1.YOUT8:21,22	920:РБ	9		
		8	656:КШ1	B1.YOUT8:13,14
B2.YOUT8:21,22	652:КШ2	7		
		6		
YRN3:57,58	225:L4	5		
		4	150:Д20	YRN3:53,54
YRN3:21,22	936:Ш6	3	935:Ш6	YRN3:17,18
YRN3:5,6,9,10,13,14	101:П100	2	101:П100	YRN3:5,6,9,10,13,14
YRN3:37,38,41,42,45,46	221:AB221	1	221:AB221	YRN3:37,38,41,42,45,46
XC43				
YIJ4:25,26	911:ДТ1	13		
		12	912:ДТ2	YIJ4:21,22
YIJ4:17,18	913:ДТ3	11		
		10	914:ДТ7	YIJ4:9,10
YIJ4:5,6	917:ДНГ	9		
		8	901:ДТ1	1.YSZ3:49,50
2.YSZ3:49,50	900:ДТ3	7	900:ДТ3	2.YSZ3:49,50
		6	902:ДНГ	2.YSZ3:21,22,25,26
YKA5:5,6	906:ЭДБ	5		
		4	918:ДПД	YRU13:5,6
YPSM5:25,26	320:L1	3		
		2	321:L1	YPSM5:21,22
YKO4:25,26	951:L1	1	952:L1	YKO4:21,22

Блок	a	Контакты	b	Блок
XC44				
YIND5:53,54	291:Д12	13		
		12	222:L1	YIND5:41,42
YIND5:45,46	223:L1	11		
		10	224:L1	YIND5:49,50
B.YIN4:25,26	926:L1	9		
		8	232:L1	B.YIN4:21,22
B.YIN4:17,18	933:Д11	7		
		6	82:РУ5	B.YIN4:13,14
B.YIN4:9,10	81:L1	5		
		4		
A (+UB)	202:L1	3	202:L1	A (+UB)
		2		
YBS2:5,6,9,10,13,14	105:L3	1	105:L3	YBS2:5,6,9,10,13,14
XC45				
		13		
		12		
		11		
		10	501:Д9	YCRP4-15/005:57,58
YCRP4-15/005:49,50	519:L1	9		
		8	944:L1	YCRP4-15/005:41,42
YCRP4-15/005:21,22	520:PAB	7		
		6	503:L1	YCRP4-15/005:13,14
		5		
		4		
		3		
		2		
		1		
XC46				
C.YIN4:25,26	688:PE	13		
		12	690:L1	C.YIN4:9,10
C.YIN4:17,18	930:КТ7	11		
		10		
		9		
		8	925:КТ4	C.YOUT8:13,14
		7		
		6	923:PI	C.YOUT8:21,22
		5		
		4	950:L1	YCRB2:21,22
YMI3:53,54	932:L1	3		
		2		
		1		

трансформатора YTSS1, двух стабилизаторов 1.YSZ3 и 2.YSZ3 и двух силовых транзисторов VT1 и VT2.

Блок YTSS1 получает «плюс» питания от провода 202 через размыкающие контакты КМН1 и далее по каналу 927 → XC41:5a → YTSS1:53, 54, 57, 58 → $+U_B$. Этим исключается возможность повреждения блоков ЭРМТ в процессе запуска дизеля, когда возникает большой ток разряда батареи. «Минус» питания блока YTSS1, а также блока YBS2 выведен по каналу U_B → XC44:1a,b → 105.

От вывода $+U_B$ через плавкую вставку FU, установленную в блоке YTSS1, получает питание цепь первичных обмоток P1, P2 трансформатора TR, установленного в этом блоке. Также от вставки FU по каналу $+U_{B1}$ получает «плюс» питания блок YBS2.

Трансформатор TR имеет три вторичных обмотки: две основных S1, S2 и одну вспомогательную S3. Со вторичных обмоток S1, S2 снимается меандр 60 В/200 Гц — переменное напряжение прямоугольной формы со скважностью, равной 2. Коммутация обмоток S1, S2 осуществляется транзисторными ключами, которые, получая от блока YBS2 сигналы BT1 и BT2, осуществляют соединение обмоток P1 и P2 с «минусом» батареи по каналу $-U_B$. По каналам U_5 и U_5* напряжение с обмотки S1 поступает в блок 1.YSZ3, а по каналам U_4 и U_4* — с обмотки S2 в блок 2.YSZ3.

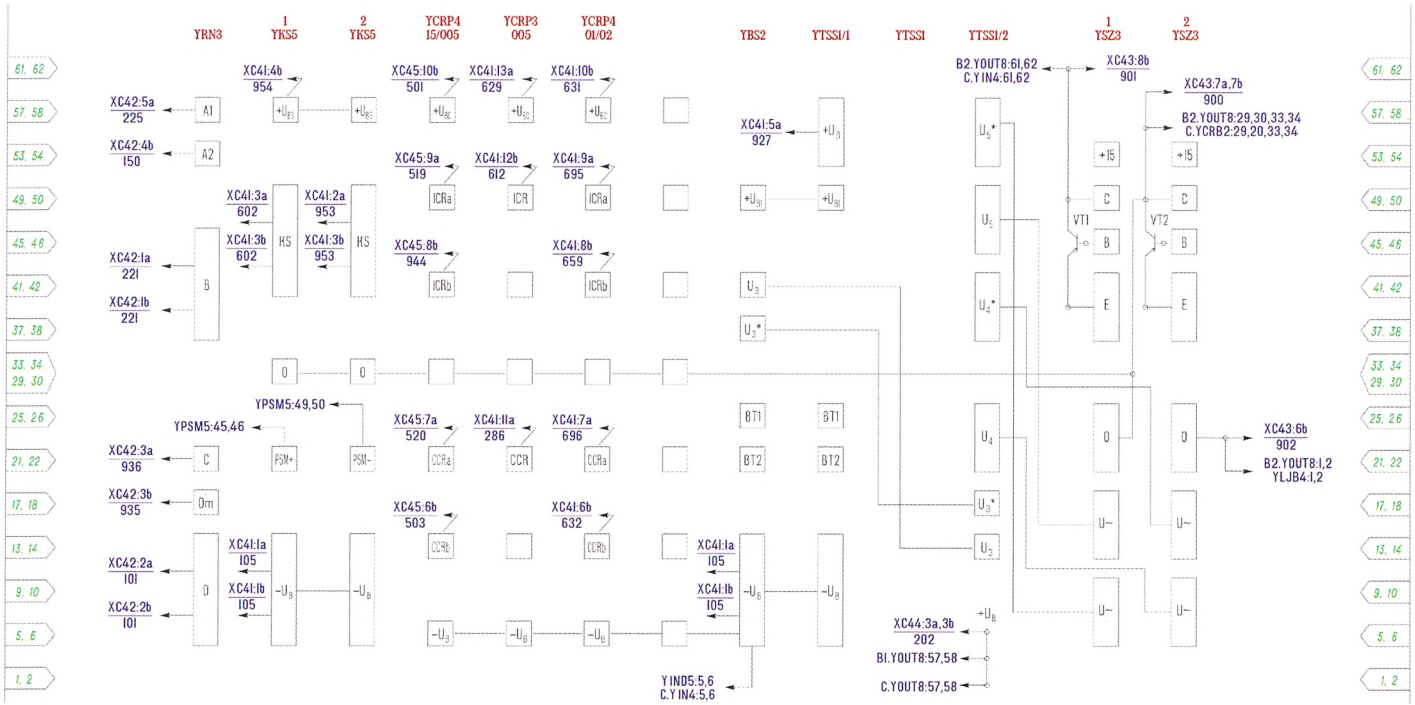


Рис. 1. Монтажная схема электронного регулятора GC43P (блок A)

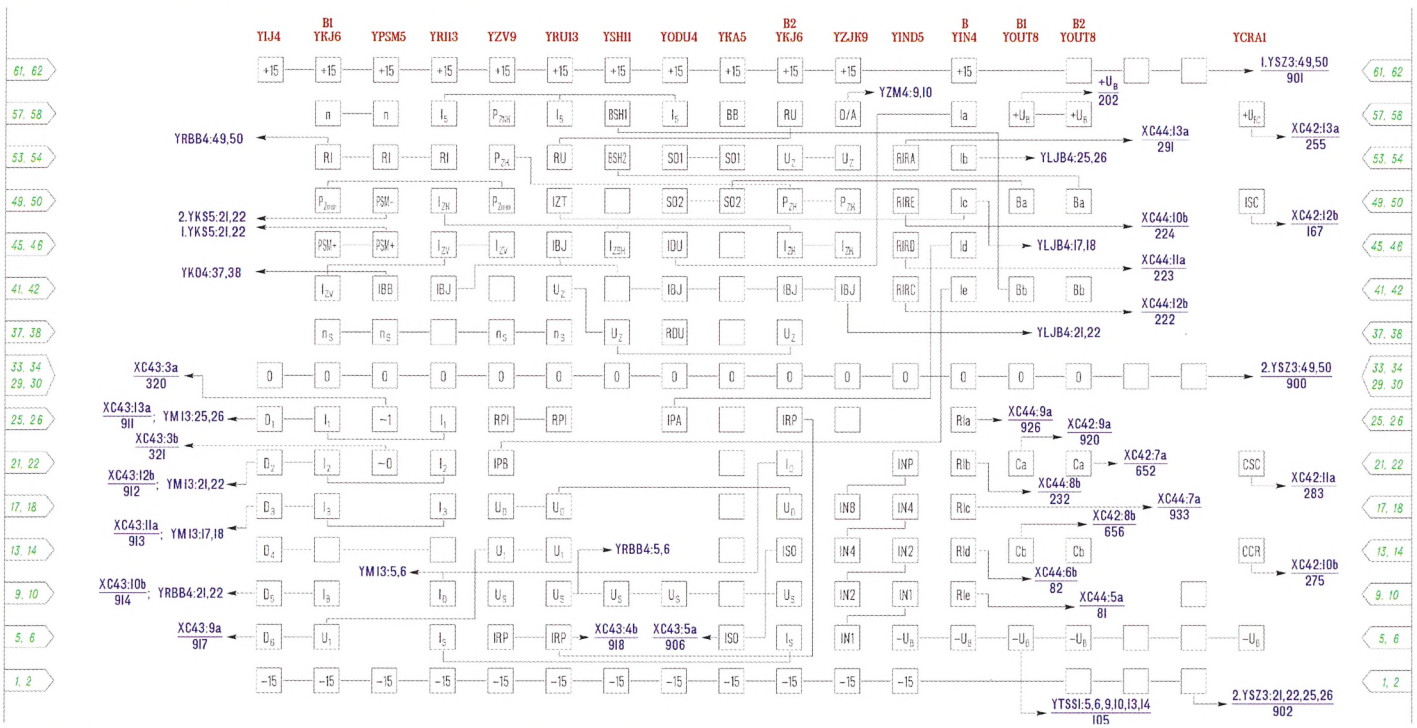


Рис. 2. Монтажная схема электронного регулятора GC43P (блок B)

Со вспомогательной обмотки S3 снимается меандр 22,5 В/200 Гц, который по каналам U3 и U3* осуществляет обратную связь между блоками YTSS1 и YBS2.

Блок YBS2 формирует прямоугольные импульсы 2 В/200 Гц и посылает их по каналам BT1 и BT2 в блок YTSS1. Этими импульсами в блоке YTSS1 открываются транзисторные ключи, питающие первичные обмотки трансформатора TR.

Блоки YSZ3 выпрямляют и стабилизируют приходящее с блока YTSS1 переменное напряжение U~ и создают двухполярное питание +15/–15 В, 2 А со средней точкой 0,0 В. Для этого блоки 1.YSZ3 и 2.YSZ3 соединены с силовыми транзисторами VT1 и VT2, установленными на задней стенке регулятора GC43P. Эти транзисторы усиливают управляющие сигналы блоков YSZ3, работая в режиме эмиттерных повторителей. Наличие стабилизированного напряжения контролируют по горению светодиодов «15V» на блоках 1.YSZ3 и 2.YSZ3.

От описанного источника получают питание блоки ЭРМТ, а также установленные вне регулятора датчики тока и напряжения GA33 с помощью проводов 900 (средняя точка), 901 (+15 В) и 902 (–15 В). Датчики боксования GA26 и перегрузки дизеля GA28 не требуют питания и соединены только со средней точкой (провод 900).

Цепи, получающие питание +15/–15 В, гальванически развязаны от цепей тепловоза, поэтому измерять напряжение между точками этих цепей и «минусом» батареи нельзя. Для контроля величины и полярности напряжений, действующих в блоках ЭРМТ, используется блок YMJ3. При его неисправности вольтметр следует подключать относительно провода 900.

Блоки ЭРМТ YKS5, YIN4, YOUT8, YCRB2 осуществляют гальваническую развязку цепей тепловоза с цепями ЭРМТ, поэтому они имеют питание как +15/–15 В, так и +110 В.

Для оперативного контроля регулятора используются блоки YKJ6 и YMJ3.

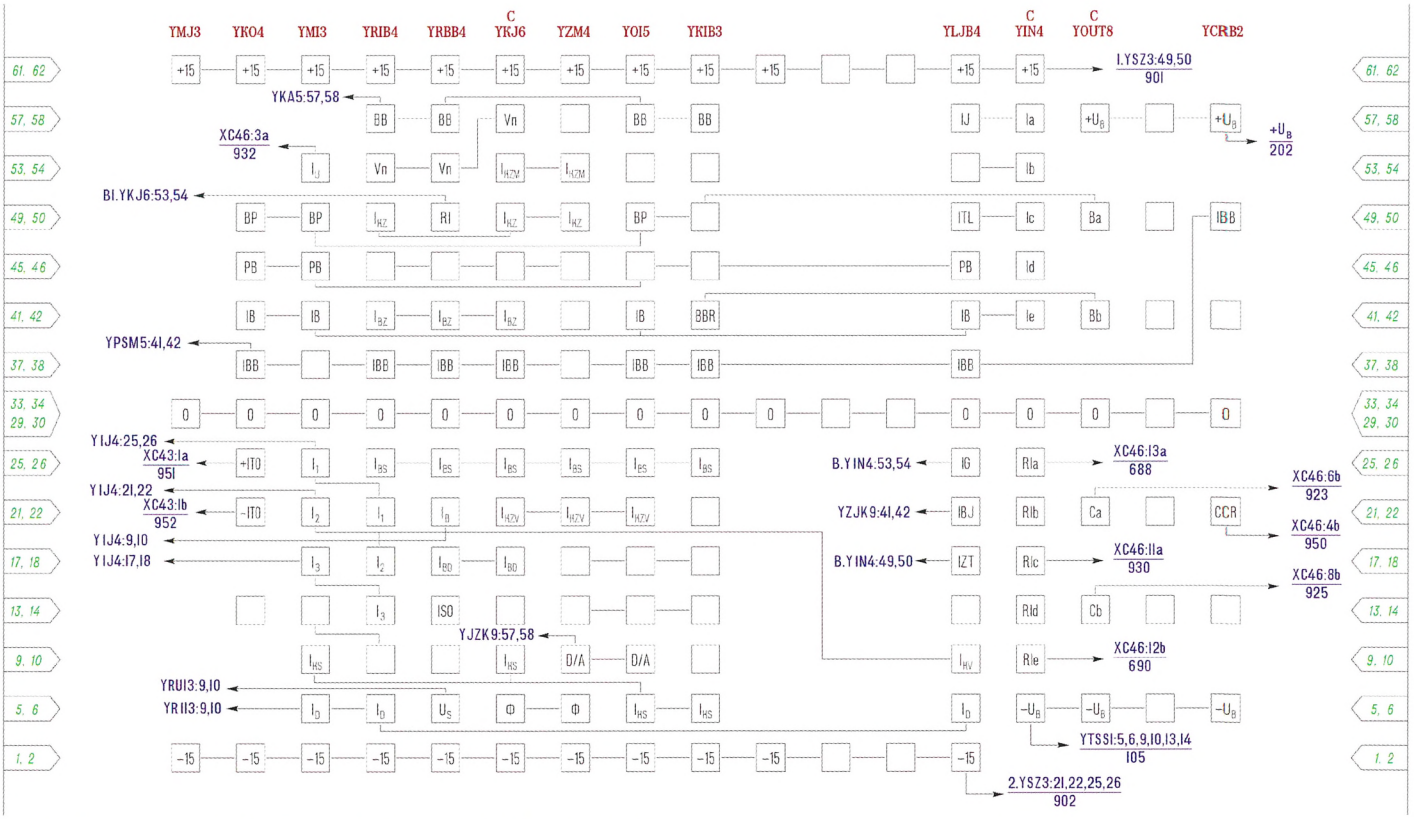


Рис. 3. Монтажная схема электронного регулятора GC43P (блок C)

Блоки YKJ6 служат для контроля внутренних сигналов регуляторов. Когда они находятся на стандартных местах (B1.YKJ6, B2.YKJ6 и C.YKJ6), с них можно контролировать ряд важнейших внутренних сигналов с помощью блока YMJ3 или мультиметра. В других случаях блоки YKJ6 используют в качестве удлинителей, вставляя их на места проверяемых блоков.

Блок YMJ3 предназначен для измерения величины и полярности напряжений в цепях регулятора, а также может быть использован для получения эталонных сигналов.

Для измерения напряжений в цепях ЭРМТ используют провод, один конец которого соединяют с соответствующим контактом блока YKJ6, а другой — с разъемом 10V или 20V блока YMJ3 в зависимости от максимального абсолютного значения измеряемого сигнала. Величину сигнала контролируют по вольтметру блока YMJ3, а полярность — по загоранию светодиодов «+» и «–».

Для получения эталонных сигналов на блоке YMJ3 имеются выводы D и «п». На выводе «п» постоянно генерируется меандр +12 … –12 В/73,3 Гц. Вывод D используется для получения плавно регулируемого постоянного напряжения. Для регулирования величины потенциала на выводе D используется потенциометр с рукояткой. В крайнем левом положении рукоятки потенциал на выводе D равен –12 В относительно провода 900, а в крайнем правом равен +12 В. Действующее значение потенциала можно узнать, соединив проводом вывод D с выводом 20V. Эталонные сигналы обычно подают в цепи регулятора соединением выводов D или «п» с необходимыми выводами блоков YKJ6. Сигнал «п» используется только для подачи его на вывод YPSM5:57,58 с целью имитации вращения коленчатого вала дизеля.

Общий случай неисправности источника питания регулятора характеризуется отсутствием питания на проводах 900, 901 и 902. При этом светодиоды на блоках YSZ3 не горят. Отсутствие двухполярного питания проверяют также с помощью блоков YKJ6 (когда они установлены на своих стандартных местах). При этом с помощью мультиметра проверяют напряжение между выводами 61, 62 и 29, 30, 33, 34, а также между 1, 2 и 29, 30, 33, 34. Для контроля напряжения на проводах 901 и 902 можно также использовать блок YMJ3.

Типичной неисправностью источника питания ЭРМТ является перегорание плавких вставок блоков YTSS1 и YSZ3, вызванное витковым замыканием в обмотках трансформатора блока YTSS1 или пробоем силовых транзисторов VT1 или VT2, установленных на задней стенке регулятора. Состояние силовых транзисторов можно контролировать без их демонтажа. Для этого на место блока YSZ3 вставляют блок YKJ6 и проводят проверку с помощью мультиметра, учитывая, что эмиттеры транзисторов соединены с контактами 37, 38, 41, 42, базы — с контактами 45, 46, а коллекторы — с контактами 49, 50.

Наиболее общий и надежный метод поиска отказавшего места состоит в том, чтобы снять весь комплект блоков питания — YBS2, YTSS1, 1.YSZ3, 2.YSZ3, проверить с помощью мультиметра и блока YKJ6 состояние силовых транзисторов VT1 и VT2, а также целостность всех приходящих, уходящих и соединительных проводов, а затем установить комплект проверенных блоков.

Неисправности цепей запуска дизеля. Цепи питания катушек контакторов КУ и КД1, а также блок-магнита ЭМОД принципиально не отличаются от аналогичных цепей тепловоза ЧМЭ3. Порядок отыскания неисправностей в этих цепях также не будет иметь существенных отличий. Цепь питания блок-магнита ЭМОД отличается лишь тем, что реле РАВ на тепловозах ЧМЭ3Т расположено в ВВК. Наличие питания на проводах 2601 и 2602 проверять следует сразу на рейке зажимов L2.

Если не включается контактор КД1, проверяют действие контактора КМН. Его включение свидетельствует о наличии питания на проводе 255, а также об исправности блока YCRA1.

При отсутствии питания на проводе 255 проверяют контрольной лампой с «минуса» батареи наличие питания на выключателе ВОД12, контактах кнопки КНПД1 и пальцах КМР1 контроллера машиниста. Наиболее слабыми местами этой цепи являются контакты кнопки и разъемы контроллера машиниста. При проверке всех проводов в пульте управления в качестве «минуса» удобно использовать провод 130, предварительно проверив его целостность с провода 202 или 501.

Если КМН включается, а КД1 нет, контрольной лампой с «минуса» батареи проверяют наличие питания на блок-контакте КП12 на проводе 255, так как возможен обрыв провода 255, соединяющего КМН с КП12. При наличии питания на проводе 255 проверяют питание на контактах КП22 и КП23, а затем на плюсовом выводе 211 катушки КД1. При наличии питания на проводе 211 проверяют исправность минусовой цепи катушки КД1.

Цепи управления контакторами КМН и КД2 управляются по «минусу» с помощью блока YCRA1, установленного в ряду В регулятора GC43P. Этот блок не связан с цепями ЭРМТ и имеет независимое от ЭРМТ питание. При подаче питания на провод 255 собирается цепь питания первого реле времени, которое создает минусовую цепь контактора КМН и зажигает светодиод «S», а после выдержки 25 с

Таблица 3

Входные сигналы ЭРМТ

Сигнал	Разъем	Провод	Приемник	Диапазон	Значение
Двоичные (измеряются по отношению к «минусу» батареи $-U_B$ (XC44:1a,1b или провод 105))					
RIa (RIDU)	XC44:9a	926	B.YIN4:25,26	«L» = 0,0 В «H» = 110,0 В	Включен переключатель ПДУ
RIb (RIG)	XC44:8b	232	B.YIN4:21,22		Включен контактор КВ
RIc (RIZT)	XC44:7a	933	B.YIN4:17,18		Переключатель ПО в положении «обогрев»
RId (RIPA)	XC44:6b	82	B.YIN4:13,14		Включено реле РСМД1
RIe (RIPB)	XC44:5a	81	B.YIN4:9,10		Включено реле РСМД2
RIa (RIJ)	XC46:13a	688	C.YIN4:25,26		Включено реле РЕ
RIc (RITL)	XC46:11a	930	C.YIN4:17,18		Собрана силовая цепь реостатного торможения (включен контактор КТ7, замкнут датчик ДДВ2)
RIe (RIB)	XC46:12b	690	C.YIN4:9,10		Включен контакт КМ13 (подготовлена цепь РТ)
RIRA	XC44:13a	291	YIND5:53,54		Включен контакт КМ7
RIRC	XC44:12b	222	YIND5:41,42		Включен контакт КМ3 (под питанием реле РУ1, РУ4)
RIRD	XC44:11a	223	YIND5:45,46		Включен контакт КМ4 (под питанием реле РУ2)
RIRE	XC44:10b	224	YIND5:49,50		Включен контакт КМ5 (подготовлена цепь питания реле РУ3)
Аналоговые (измеряются по отношению к средней точке питания ЭРМТ (XC43:7a,7b или провод 900))					
I1	XC43:13a	911	YIJ4:25,26 YRI13:25,26 YMI3:25,26 YRIB4:21,22	−10,0 ... +10,0 В	Сигнал по току 1, 2 ТЭД
I2	XC43:12b	912	YIJ4:21,22 YRI13:21,22 YMI3:21,22 YRIB4:17,18 YLJB4:9,10		Сигнал по току 3, 4 ТЭД
I3	XC43:11a	913	YIJ4:17,18 YRI13:17,18 YMI3:17,18 YRIB4:13,14		Сигнал по току 5, 6 ТЭД
IB	XC43:10b	914	YIJ4:9,10 YRBB4:21,22	0,0 ... −10,0 В	Сигнал по току возбуждения ТЭД в тормозном режиме
U1	XC43:9a	917	YIJ4:5,6 YZV9:13,14 YRU13:13,14		Сигнал по напряжению тягового генератора Г
IRP	XC43:4b	918	YZV9:5,6 YRU13:5,6	0,0 ... −13,0 В	Сигнал перегрузки дизеля
ISO	XC43:5a	906	YKA5:5,6		Сигнал боксования
ITO+	XC43:1a	951	YKO4:25,26	0,0 ... −0,02 В	Сигнал по температуре тормозных резисторов
ITO−	XC43:1b	952	YKO4:21,22		Сигнал по температуре тормозных резисторов
Переменного тока (измеряются на проводах 320 и 321)					
~1	XC43:3a	320	YPSM5:25,26	2,7 ... 6,0 В (10,0 ... 25,0 Гц)	Переменное напряжение тахогенератора
~0	XC43:2b	321	YPSM5:21,22		

создает минусовую цепь контактора КД2 и зажигает светодиод «G». С момента появления зарядного тока возникает напряжение на проводе 167, которое подается во второе реле времени блока YCRA1. Это реле с выдержкой 4 с разрывает минусовую цепь контактора КМН.

Когда в работе контакторов КМН и КД2 наблюдаются нарушения, блок YCRA1 заменяют. Если неисправность не устранена, проверяют внутренние соединения регулятора, для чего вместо блока YCRA1 вставляют YKJ6.

Если не включается контактор КМН, проверяют наличие питания в цепях:

- 255 → XC42:13a → YCRA1:57, 58 → $+U_{BC}$;
- 283 → XC42:11a → YCRA1:21, 22 → CSC,

а также проверяют целостность минусовой цепи:

$-U_B$ → YCRA1:5, 6 → YTSS1:9, 10 → YBS2:5, 6, 9, 10, 13, 14 → XC41:1a, 1b → 105.

Если не включается контактор КД2, проверяют наличие питания в цепи 275 → XC42:10b → YCRA1:13, 14 → CCR.

Если схема запуска не разбирается через 4 с после появления зарядного тока, то на заглушенном тепловозе отключают автомат 167, ставят временную перемычку 202 — 167 для подачи питания на провод 167 и проверяют наличие питания на участке 167 → XC42:12b → YCRA1:49, 50 → ISC.

При отсутствии какого-либо из сигналов или при обрыве в минусовой цепи действуют по схеме, приводившейся ранее — отнимают и при необходимости разбирают разъем XC42, проверяют при помощи мультиметра целостность проводов, приходящих к разъему от схемы тепловоза, и целостность проводов, соединяющих разъем с выводами блока.

(Продолжение следует)

Инж. **А.С. ПИЛИПЕНКО**,
ведущий технолог сервисного локомотивного депо Самара
ООО «СТМ-Сервис»

НЕКОТОРЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ ЧС7

Материал подготовлен на основе рекомендаций локомотивным бригадам по обнаружению и устранению неисправностей на локомотивах в пути следования, утвержденных распоряжением ЦЗ от 31.03.2010 № 671р

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Киловольтметр в рабочей кабине не показывает напряжение в контактной сети	Напряжение в сети отсутствует или перегорел высоковольтный предохранитель 110 головной секции	Включить мотор-компрессор (МК) задней секции на ручной пуск (вручную). Его запуск укажет на наличие напряжения в сети, после чего сменить высоковольтный предохранитель 110 (2 А)
Низкое напряжение на аккумуляторной батарее	Батарея разряжена	Заземлить электровоз, открыть дверь высоковольтной камеры (ВВК) в секции № 1 (2), убедиться в том, что ПШ находится на низкой скорости (шток вышел). Аварийные переключатели 200-1-2 перевести в положение «ВЭ». После закрытия дверей ВВК вручную отключить заземлители 005, включить разъединители 003. По секторам убедиться в правильном положении крышевого оборудования. Затем на пульте управления включить ВУ, переключатели токоприемников 480. Переключатель 418 следует поставить в положение «МС». Ручным насосом в одной из секций накачать воздух во вспомогательный резервуар токоприемника и нажать на шток (грибок) вентиля токоприемника в данном кузове. Появление напряжения в цепях управления от ГТУ контролируют по вольтметру и амперметру на распределительном щите. После этого надо восстановить блинкерные сигнализаторы, включить с пульта БВ и МК на секции, где есть воздух в резервуаре токоприемника 906. После того как давление воздуха в главном резервуаре достигнет 3,5 кгс/см^2, включить с пульта управления БВ и МК другой секции. В н и м а н и е. На локомотивах, где установлены БВ с электроприводом, после появления напряжения в цепи управления включаются оба быстродействующих выключателя и мотор-компрессора
Отключился один из быстродействующих выключателей (БВ) 021 со срабатыванием блинкерного сигнализатора 208 (217)	Сработало тепловое реле 208 (217)	Восстановить тепловое реле 208 (217) и блинкер. При повторном срабатывании реле 208 восстановить его и блинкер, неисправный МК не включать. При повторном срабатывании реле 217 также надо восстановить его и блинкер, но из работы исключают неисправный мотор-вентилятор (МВ), переведя переключатель 200-1 или 200-2 в положение «Авария вентилятора 1» («Авария вентилятора 2»). Неохлаждаемую пару ТД нужно отключить переключателем ОД 071 или ОД 072
Отключился один из БВ 021 со срабатыванием блинкерного сигнализатора 025 (026)	Сработало реле перегрузки ТД 025 (026)	Восстановить блинкер, включить БВ с пульта и продолжить движение. Не допускать ток в цепи ТД более 800 А
Отключился один из БВ 021 со срабатыванием блинкерного сигнализатора 015	Короткое замыкание (к.з.) в силовой цепи тяговых двигателей (ТД)	Осмотреть ВВК и убедиться, что дыма нет. Восстановить блинкер, включить БВ и набрать 1-ю позицию. Повторное отключение БВ 021-1 на 1-й позиции укажет на к.з. в силовой цепи ТД. Переключателем 312 отключить секцию № 1 и вновь набрать 1-ю позицию: з а щ и т а н е с р а б о т а л а — к.з. на секции № 1. Продолжать движение; з а щ и т а с р а б о т а л а — к.з. на секции № 2. Отключить эту секцию переключателем 312 и продолжить движение. На остановке переключатель 312 нужно вернуть в положение «НЭ». Поочередным переключением переключателей ОД 071 и 072 в аварийное положение (вниз) на неисправной секции определить пару ТД с к.з. Следовать далее на шести ТД. При к.з. в цепи линейных (ЛК) или реостатных (РК) контакторов вывести их из работы, отключив неисправную секцию переключателем 312. В н и м а н и е. При к.з. в ЛК 029-1 или РК 040-1 необходимо собрать аварийную схему автономной работы секции № 2. При к.з. в ЛК 057-2 или РК 059-2 надо собрать аварийную схему автономной работы секции № 1
Отключился БВ 021-1 (021-2) со срабатыванием блинкерного сигнализатора 015 при применении ослабления поля	К.з. в силовой цепи или контакторах ослабления поля	Ослабление поля ТД не применять
При включении один из БВ 021 (021-1 или 021-2) отключается в момент включения из-за превышения тока уставки или со срабатыванием блинкерных сигнализаторов 015, 201, 700	К.з. в общих силовых цепях неисправной секции	Собрать схему автономной работы исправной секции. Для этого необходимо перекрыть кран 1017 к БВ неисправной секции и отключить ее переключателем 312. (На электровозах, где БВ имеют электропривод, эти аппараты на исправной секции включают нажатием на якорь реле 479.) Остановиться на удобном профиле или станции и дополнительно для запуска МВ секции № 1 удалить предохранитель 216-1, сместить влево нож 226-1. Для запуска МВ секции № 2 удалить предохранители 216-1 и 209-1, переставить шину 223-2 в аварийное положение (вертикально), в свободный зажим 209-2 установить предохранитель на 40 А. На этой же панели отсоединить и заизолировать кабель 208-2. МВ запускать только на высокую скорость
В н и м а н и е. Если собрана аварийная схема ТД, то, начиная движение на подъемах до 8 ‰, надо помнить, что на один исправный ТД допускается нагрузка не более четырех вагонов		
Отключился один из БВ 021-1 (021-2) со срабатыванием блинкерного сигнализатора 067 (068)	Сработало реле боксования или не открылись жалюзи	Восстановить блинкер 067 (068), включить БВ и набрать 1-ю позицию. Б В о т к л ю ч и л с я ч е р е з 6 с п о с л е н а б о р а 1-й п о з и ц и и б е з п р и з н а к о в б о к с о в а н и я — необходимо убедиться, что открыты всасывающие и выхлопные жалюзи на обеих секциях по выходу штоков пневмоприводов. Если одна из шторок жалюзи закрыта, то открыть ее принудительно. Все шторки жалюзи открыты — включить принудительно реле 361 неисправной секции. Б В о т к л ю ч а е т с я н а о д н о й и з п о з и ц и й с п р и з н а к а м и б о к с о в а н и я — убедиться в исправности карданных приводов и тяговых редукторов. При их штатном состоянии отключить неисправную секцию переключателем 312
Отключился один из БВ 021 со срабатыванием блинкерного сигнализатора 112	Повышенное напряжение в контактной сети	Кратковременно опустить рабочий токоприемник (скорость движения не должна быть более 70 км/ч) и восстановить блинкер. Сообщить энергодиспетчеру о повышенном напряжении в контактной сети

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Отключился один из БВ 021 со срабатыванием блинкерного сигнализатора 843 (844)	Неисправен двигатель охлаждения пускотормозных резисторов, или нарушена цепь питания реле РВ 829, или сработал тепловой датчик 843 (844)	При нажатии кнопки 836 блинкер восстанавливается, но через 6 с после набора 1-й позиции срабатывает — поочередно выводя ТД на неисправной секции, отключить неисправный двигатель охлаждения пускотормозных резисторов. При нажатии кнопки 836 блинкер 843 (844) не восстанавливается — отключить неисправную секцию переключателем 312, переставить аварийный нож 018-2 в аварийное положение (вниз)
При наборе первой позиции отключился БВ 021-1 (021-2) со срабатыванием блинкерного сигнализатора 808	Напряжение в контактной сети отсутствует или оно менее 2200 В	Сообщить энергодиспетчеру о пониженном напряжении в контактной сети или его отсутствии. При необходимости принудительно включить реле 808 неисправной секции
В пути следования отключился БВ задней секции со срабатыванием блинкерного сигнализатора 700	К.з. в силовых цепях отопления поезда	Восстановить блинкер 700 задней секции, включить БВ. Электроотопление можно включить только после осмотра ВВК и выяснения причины неисправности у поездного электромеханика
БВ задней секции отключается в момент включения со срабатыванием блинкерного сигнализатора 700	К.з. в контакторе отопления поезда задней секции	Собрать аварийную схему автономной работы головной секции
При включении одного из МК отключился БВ 021-1 (021-2) со срабатыванием блинкерного сигнализатора 201	К.з. в силовой цепи одного из МК	Следовать на исправном МК
При включении мотор-вентиляторов (МВ) на низкую скорость БВ 021-1 отключается со срабатыванием блинкерного сигнализатора 201-1	К.з. в силовой цепи МВ одной из секций	Не включая МВ, проследовать на станцию. После остановки переключателями 200 поочередно вывести двигатели МВ обеих секций из работы. При отключении одного из двигателей МВ отключить также неохлаждаемую пару ТД переключателями ОД 071, ОД 072. При этом МВ включать только на низкую скорость. Если после окончания прозвонки защита продолжает срабатывать, значит, к.з. в общих цепях одной из секций. Собрать схему автономной работы соответствующей секции
При переходе с С- на СП-соединение отключились оба БВ со срабатыванием блинкеров 015 При переходе с С- на СП-соединение отключились оба БВ без срабатывая блинкеров 015 При переходе с С- на СП-соединение отключился один из БВ	Неисправность цепи реле F Неисправность контактов реле F Обрыв в цепи диода 423 неисправной секции	Переключатель 312 перевести в положение «Разгон СП»
На электровозах с № 151 отключился один из БВ 021 со срабатыванием блинкерных сигнализаторов 067, 068 (843, 844). При нажатии кнопки 836 сигнализаторы не восстанавливаются	Обрыв общей плюсовой или минусовой цепи всех реле времени	Для включения БВ удалить или включить принудительно реле времени 361, 829 неисправной секции. Чтобы запустить МВ, надо снять защитный колпачок с РВ 422 и на 3 — 5 с принудительно включить якорь РВ 422 при включенной кнопке запуска МВ на пульте. Продолжают движение на одном МК
Внимание. При перестановке ножа 018-2 в аварийном положении (рукоятка вниз) после срабатывания блинкеров 015 или 700 одной из секций срабатывают одноименные устройства на другой секции. Для восстановления блинкеров необходимо одновременно нажать на кнопки 836-1(2) или выключить автоматический защитный выключатель АЗВ 810 на головной секции и нажать кнопку 836 задней секции. Реле 400 неисправной секции включается через блокировку 5-6 ножа 018-2. Блинкерный сигнализатор одного из основных защитных аппаратов не восстанавливается — залип якорь одного из реле 015, 025, 700, 201. В этом случае необходимо прекратить движение и восстановить работу соответствующего защитного реле. Для вывода поезда на удобный профиль пути можно отключить неисправную секцию переключателем 312. При неисправности секции № 2 удалить реле 806-2 (или включить принудительно)		
Не поднимаются токоприемники	Неисправность в низковольтной или пневматической цепи токоприемников	Проверить: ✓ включенное положение АЗВ 475-1, АЗВ 462-2, реле 485-2(1), положение рукоятки «Стоп» включением БВ; ✓ включенное положение разъединителей и отключенное положение заземлителей в обеих секциях; ✓ давление воздуха в резервуаре токоприемника — должно быть не менее 3,5 кгс/см^2
БВ 021 не включаются с пульта	Неисправность общих цепей включения БВ	Необходимо проверить: ✓ включенное положение АЗВ 475-1, 462-2, реле 485-1-2 — поднять токоприемник; ✓ включенное положение АЗВ 300 — нажать кнопку «догружения» или набрать несколько позиций контроллера машиниста КМЭ; ✓ включенное положение реле 323 и нахождение барабана промежуточного контроллера (ПБК) 330 на нулевой позиции — поставить реверсивную рукоятку в нулевое положение; ✓ включенное положение реле защиты 806-1-2 — по лампам на сигнальном табло 829 или блинкерным сигнализаторам. Включить БВ с пульта

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Отключились оба БВ, опустились токоприемники	Нарушена низковольтная цепь реле 485-1 или 485-2	При исправных АЗВ 475-1 и 462-2 проверить закрытие дверей, щитов ВВК и люка на крышу электровоза
Отключился один из БВ 021	Нарушена низковольтная цепь	Если не сработали блинкерные реле, то надо отключить неисправную секцию переключателем 312, остановиться на станции и переставить нож 018-2 в аварийное положение (вниз)
Не работает один из МК	Неисправен высоковольтный предохранитель 202 или повреждение в низковольтных цепях МК	При остановке одного из МК перейти на ручное управление. Если это не дало результатов, то на слух или визуально надо проверить состояние контактора 203. Аппарат включается — перегорел высоковольтный предохранитель 202 и его следует заменить. Контактор не включается — следовать на исправном МК
Мотор-вентиляторы не включаются на низкую скорость	Неисправность в низковольтных цепях или поврежден высоковольтный предохранитель 209-1	Проверить исправность АЗВ 462-1 и включение реле 400-1, запустив МК1. Если он работает, то рекомендуется поставить переключатель включения МВ 418 в положение «Высокая скорость». Возможны следующие ситуации: М В з а р а б о т а л и н а о б е и х с е к ц и я х — разрешается продолжить движение; М В з а р а б о т а л и н а с е к ц и и № 2 — на слух или визуально проверить состояние контакторов МВ секции № 1. Если аппараты включились, значит, причина отказа — перегоревший высоковольтный предохранитель 209-1 и его надо заменить. Когда контакторы не включаются, перевести переключатель 418 в положение «МС» и принудительно, на 5 — 6 с, включить якорь реле РВ 422-1; М В з а р а б о т а л и н а с е к ц и и № 1 — переключатель 418 поставить в положение «МС», принудительно, на 5 — 6 с, включить якорь реле РВ 422-2
Не вращается ПБК-330 при наборе или сбросе позиций	Перекрыт кран к приводу ПБК, отключен АЗВ 300, получило питание реле сброса 321	Необходимо убедиться, что открыт кран 1019, есть воздух в цепях управления, включен АЗВ 300 (включен БВ 021), маневровые кнопки 325, 327 — в штатном положении. Реле 425 может получать питание из-за того, что не включились реле зарядки 512 и 513, контакторы 212 второй ступени МВ, реле 371-1 экстренного торможения. Кроме того, возможно, включены реле 373, 349. Реле сброса позиций 321 может получать питание при срабатывании РБ 067 и 068, блока ПБЗ, ЭПК-150 через реле 890. Во всех случаях отсутствия набора или сброса позиций приводом ПБК можно управлять вручную, предварительно перекрыв кран 1019. Барабан ПБК вращают с помощью штурвала привода, контролируя набор по указателю позиций на ПБК. Чтобы перейти на промежуточный барабан контроллера задней секции, переставляют соответствующие разъемы. Когда переставляют коннекторы аварийных режимов для перехода на управление из головной секции приводом ПБК 330 в задней секции при помощи контроллера 305, обязательно отключают АЗВ 300 и ВУ 301
Отключаются оба БВ, нет набора и сброса позиций ПБК, теряет питание приставка 206 крана машиниста. При открытых к ней кранах начинается служебное торможение	Сработал АЗВ 300	Восстановить АЗВ 300. При повторном его отключении необходимо: ✓ вручную возвратить ПБК 330 на нулевую позицию; ✓ принудительно включить реле 400-1(2). При каждом повторном включении БВ убеждаются в нулевом положении ПБК 330 и кнопок включения вспомогательных машин; ✓ при необходимости развернуть реверсивный барабан КМЭ защелку 304-1(2) включать вручную, нажимая на шток (грибок) вентиля защелки; ✓ для повторного включения реле 333 кратковременно нажать на его якорь; ✓ управлять приводом ПБК вручную. Перекрыть оба крана к тормозной приставке 206, продолжить движение, поставив ручку крана машиниста в положение IV, периодически подзаряжая уравнительный резервуар и тормозную магистраль, устанавливая ручку крана машиниста в положение I
При нахождении ПБК 330 на 1-й позиции нет тока в цепи ТД	Неисправность низковольтных цепей или обрыв в цепи ТД или пусковых резисторов	Убедиться во включенных положениях АЗВ 324 (302) — визуально или открыв жалюзи, реле 333 — визуально или на слух. Если реле 333 не включается при исправном АЗВ 324, то следует включить его принудительно, предварительно проверив согласованность разворота реверсоров и тормозных переключателей. Затем переключатель 312 устанавливают в положение «Разгон СП» и набирают первую позицию. П о я в л е н и е т о к а в о б е и х с е к ц и я х указывает на обрыв межсекционных соединений или на невключение линейных контакторов 60, п о я в л е н и е т о к а в о д н о й с е к ц и и — на обрыв цепи ТД или невключение некоторых линейных контакторов на поврежденной секции. Для устранения неисправности рекомендуется возвратить переключатель 312 в положение «НЭ» (нормальная эксплуатация) и обойти участок с обрывом, поочередно отключая ТД неисправной секции. Если нет тока в обеих секциях при нахождении переключателя 312 в положении «Разгон СП», значит, произошел обрыв общих цепей управления. В данном случае переходят на работу с ПБК задней секции
При переходе на 21-ю позицию пропадает ток в силовой цепи ТД обеих секций	Не включился линейный контактор ЛК 057-1 (057-2) или 058-1 (058-2)	Переключатель секций 312 поставить в положение «Разгон СП», ПБК далее 20-й позиции не перемещать
При переходе на 38-ю позицию пропадает ток в силовой цепи ТД обеих секций	Не включились линейные контакторы ЛК 59-1, ЛК 59-2	Переключатель секций 312 поставить в положение «Разгон СП», следовать на всех соединениях
На килоамперметре при наборе позиций наблюдается неравномерный рост тока, на ходовых позициях — бросок	Неисправность в цепи АЗВ 508 или 431	При срабатывании АЗВ 508 или 431 на электровозах с № 151 поступают следующим образом: ✓ АЗВ 508 — вывести ТД 3-4 и 5-6; ✓ АЗВ 431 — вывести ТД 1-2 и 7-8. Продолжают движение на четырех ТД, используя С- и П-соединения ТД
Пропал ток в цепи ТД, ПБК перешел на сброс, включилась пескоподача	Сработал АЗВ 340-1 или отключилось реле 371-1	Восстановить АЗВ-340-1. При его повторном срабатывании принудительно включить реле 371-1
Снялось напряжение в контактной сети из-за срабатывания защиты тяговой подстанции (без срабатывания защиты на электровозе)	К.з. в крышевом оборудовании электровоза	В н и м а н и е! При поднятии токоприемника на стоянке, когда возникло к.з. в крышевом оборудовании, возможен пережог контактного провода В ы в о д к р ы ш е в о г о о б о р у д о в а н и я п р и к . з . н а к р ы ш е о д н о й и з с е к ц и й : ✓ выключить межсекционный разъединитель 013-1; ✓ опустить токоприемник и перекрыть кран 1014 неисправной секции; ✓ перекрыть кран 1017 к БВ на неисправной секции; ✓ переключатель 018-2 установить в аварийное положение (вниз)

НЕКОТОРЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ 2ЭС4К

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Неисправности цепи токоприемников		
Примечание. При включении приводов аппаратов по монитору в кабине управления следует проверить прохождение сигналов на включение приводов аппаратов. Если сигналы не проходят, то необходимо перезагрузить микропроцессорную систему управления и диагностики		
При включенных выключателях управления не поднимается токоприемник	Не включен автоматический выключатель SF21 «Токоприемники»	Включить автоматический выключатель SF21
	Неисправна кнопка «Токоприемник задний»	Поднять передний токоприемник
	Неисправна кнопка «Токоприемник передний»	Поднять задний токоприемник
	Не закрылся выпускной клапан вентиля поднимаемого токоприемника	Повторить цикл отключения и включения кнопки «Токоприемник задний», «Токоприемник передний». При отсутствии результата поднять исправный токоприемник
	Высоковольтный заземлитель находится в положении «Заземлено»	Проверить на обеих секциях положение разъединителя SQ3
	Не включилось реле KV44	Проверить по манометру давление воздуха в цепях управления (не ниже 4,5 кгс/см^2). При низком давлении включить вспомогательный компрессор. По вольтметру проверить наличие напряжения цепей управления в обеих секциях, при недостаточном уровне напряжения в одной из секций включить аварийную схему аккумуляторной батареи (АБ), переключив рубильник SA1 (SA4) на аварийной секции. Убедиться во включенном положении блокировок дверей, штор высоковольтной камеры, блокировок пульта управления и дверей преобразователя U1. Убедиться, что контакты низковольтной блокировки SQ6 замкнуты в обеих секциях. Если блокировки не замкнуты, поставить рычаг реле давления SP5 в положение «Зашунтировано»
При подъеме токоприемников снимается напряжение в контактной сети	Неисправность в контактной сети. Пробой опорных изоляторов токоприемника. Перекрытие изоляционных воздушных шлангов токоприемника. Поломка токоприемника. Перекрытие опорного изолятора дросселя помехоподавления	Поочередным отключением разъединителей QS1 в обеих секциях и последующим подъемом соответствующего токоприемника определить неисправное оборудование. Отключить его соответствующим разъединителем и продолжить движение. При отключении токоприемника разъединителем QS1 перекрыть доступ сжатого воздуха к вентилю этого токоприемника разобщительным краном KH41. В случае повторного снятия напряжения в контактной сети путем поочередного отключения межсекционных разъединителей QS2 обеих секций и последующего подъема соответствующего токоприемника определить неисправное оборудование. Отключить его разъединителем и продолжить движение на исправной секции
Неисправности цепи управления источников питания		
При включении выключателя «Возврат защиты» блока выключателей S20 не включается быстродействующий выключатель QF1	Не включаются контакторы KM33 данной секции	Убедиться в зарядке АБ (110... 120 В). В случае если на одной из АБ напряжение менее 90 В, опустить токоприемники, отключить ПСН, микропроцессорную систему управления, перевести рубильники данной батареи в аварийный режим. Поднять токоприемники и запустить электровоз обычным порядком. Управляют движением в ручном режиме
	Отказ блока A5	Отключить неисправную секцию
Загораются индикаторы «ЗБ» (заряд батареи)	Перегорела плавкая вставка предохранителя FU1 в цепи первичной обмотки силового трансформатора шкафа питания	По амперметру проверить наличие зарядного тока. При наличии плавкой вставки в комплекте запасных инструментов и принадлежностей произвести замену. При отсутствии плавкой вставки отключить неисправную аккумуляторную батарею, переключив в неисправной секции рубильник SA1 (SA4) в аварийный режим
Отсутствует ток подзаряда аккумуляторной батареи. Индикатор «ЗБ» не горит	Перегорела плавкая вставка предохранителя FU3 или FU4 в цепи аккумуляторной батареи. Не открывается тиристор VS3 шкафа питания	
При постановке контроллера на 1-ю позицию схема не собирается, дисплей микропроцессорной системы выдает информацию «Не развернулся реверсор» (QP1 либо QP2) одной из секций	Неисправен реверсор QP1 (QP2)	Повернуть реверсоры в положение «Назад», «Вперед» и попытаться повторно собрать схему. В случае если схема не собирается и неисправность повторяется, отключить пару тяговых двигателей (ТД) неисправного реверсора путем выключения тумблеров S55 — S58 на блоке № 2. Движение будет продолжено на шести ТД на С-соединении, четырех ТД на СП-соединении, шести ТД на П-соединении. При возможности следования на одной секции отключить неисправную секцию

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
При включении выключателя «Компрессоры» блока выключателей S20 один из двигателей компрессора не запускается	Сработал АЗВ SF19 из-за короткого замыкания (к.з.) в цепи провода H019	Осмотреть положение автоматов на блоке № 2. Если они отключены, вновь включить автоматы и выключатель. При повторном срабатывании автоматов защиты на блоке № 2 отключить неисправный компрессор тумблером S14 (компрессор) на блоке № 2. Движение продолжают на исправном компрессоре
	Сработал АЗВ SF24 из-за к.з. в цепи провода H024	
	Сработал АЗВ SF72 или SF74 из-за к.з. в цепи провода H56 (H58)	
	Неисправен выключатель микропроцессорной системы или «Компрессор»	
	Обрыв любого из проводов H019, H024, H56 (H58)	
	Не включились контакторы KM11, KM19	
	Неисправен выходной блок ПСН	
При пуске двигателя M9 компрессора не гаснут индикаторы «МК» (или загораются при работе компрессора)	Неисправен масляный насос компрессора	Проверить уровень масла в картерах компрессора. Отключить неисправный компрессор тумблером S14 (компрессор) на блоке № 2. Движение продолжить на исправном компрессоре
При работе двигателя M9 компрессора загорается индикатор «МК». При этом на экране блока индикации A78 отображается причина	Сработало тепловое реле KK19 в цепи двигателя компрессора	Восстановить тепловое реле кратковременным включением выключателя «Возврат защиты». Если реле сработает повторно, то надо отключить неисправный компрессор
При включении выключателя преобразователя собственных нужд блока выключателей S20 ПСН не запускается	Сработал АЗВ SF25 (SF24) ПСН или АЗВ SF72 (SF74) аппаратов цепи управления	Осмотреть положение автоматов на блоке № 2 и на щите помощника машиниста. Если автоматы отключены, то произвести повторное включение. В случае если не запускается ПСН одной из секций, перейти на питание от другой секции путем переключения рубильника аккумуляторной батареи SA1 (SA4) в аварийной секции. Цепи управления и ТД будут работать от одного исправного ПСН. Движением управлять только в ручном режиме
При работе электровоза загораются индикаторы «ПСН», «БВ» на блоке индикации A78	Сработал АЗВ SF19 (SF24) на блоке № 2 или АЗВ SF72 (SF74) аппаратов цепей управления	Визуально осмотреть аппаратуру, при отсутствии неисправности восстановить автоматы. В случае повторного отключения автоматов перевести аппаратуру на работу от исправного преобразователя собственных нужд
При постановке 1-й позиции отключается быстродействующий выключатель QF1, дисплей МСУД выдает информацию: «Не готов блок A5, перегрузка секции», на блоке индикации A78 горит лампа «БВ»	К.з. в силовой цепи	Рукоятку контроллера поставить в положение «0», проверить положение указателя «Реле перегрузок ТД»: KA11 — реле перегрузки ТД 1 — 2 на блоке № 1, KA21 — реле перегрузки ТД 3 — 4 на блоке № 8. Через архив сообщений уточнить, в какой секции неисправность. При возможности следования на одной секции отключить неисправную секцию на пульте помощника машиниста. При отсутствии возможности следования на одной секции поочередным отключением-включением ТД тумблерами S55 — S58 на блоке № 2 определить неисправную группу двигателей. Если неисправность не удалось устранить и защита срабатывает повторно, то поочередным отключением-включением пусковых резисторов тумблерами S63 — S66 определить неисправную группу пусковых резисторов. При повторном срабатывании защиты следовать на исправной секции
После повторного включения БВ1 он не включается, на МСУД высвечивается информация «Отказ QF11 (QF21)», горит сигнальная лампа «БК» на блоке индикации A78	Не включились контакторы QF11 (QF21)	Через архив сообщений выяснить, в какой секции неисправность. При возможности следования на одной секции отключить неисправную секцию на пульте помощника машиниста. В случае появления на дисплее МСУД информации «Отказ QF11 секции № 1» необходимо на блоке № 2 в коридоре на ходу отключить тумблер S55 (отключение ТД 1 — 2), движение будет осуществляться на шести ТД на С-соединении, четырех ТД на СП-соединении, шести ТД на П-соединении. Если выдается сообщение «Отказ GF21 секции № 1», необходимо на блоке № 2 в коридоре на ходу отключить тумблер S56 (отключение ТД 3 — 4), движение будет осуществляться аналогично вышеуказанному. Если выдается сообщение «Отказ QF21 секции № 2», то необходимо на блоке № 2 в коридоре на ходу отключить тумблер S57 (отключение ТД 5 — 6), движение будет осуществляться аналогично вышеуказанному. Если выдается сообщение «Отказ QF11 секции № 2», необходимо на блоке № 2 в коридоре на ходу отключить тумблер S58 (отключение ТД 7 — 8). Движение будет осуществляться аналогично вышеуказанному

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
При включении выключателя «Вентиляторы» блока выключателей S20 не запускаются двигатели М5, М7 вентиляторов	Не включились пускатели КМ68, КМ69	По показаниям блока индикации МСУД определить неисправный вентилятор и произвести отключение на блоке № 2 тумблером S11 (S12) с одновременным отключением пары ТД, охлаждаемых данным вентилятором. Движение будет осуществляться на шести ТД на С-соединении, четырех ТД на СП-соединении, шести ТД на П-соединении. При возможности следования на одной секции отключить неисправную секцию на щитке помощника машиниста
	Сработали тепловые реле пускателей КМ68, КМ69 в цепи двигателя соответствующего вентилятора	Включить пускатели после кратковременного включения выключателя «Возврат зашиты». Если реле сработает повторно, то надо отключить двигатель вентилятора соответствующим тумблером
При пуске двигателей М5, М7 вентиляторов не гаснут индикаторы «ВМ» (или загораются при работе электродвигателей)	Сработал АЗВ SF20 из-за к.з. в цепи провода Н020	Осмотреть положение автоматов на блоке № 2 и элементов цепей управления вентиляторами на наличие неисправности. Если автоматы отключены и неисправность визуально не выявлена, то следует вновь включить автоматы на блоке № 2 и повторить операцию. При повторном срабатывании автоматов защиты на блоке № 2 выявить и отключить неисправный вентилятор и соответствующие тяговые двигатели
	Сработал АЗВ SF24 из-за к.з. цепи провода Н024	
	Сработал АЗВ SF72 (SF74) из-за к.з. в цепи провода Н56 (Н58)	
При включении выключателя «Возбудители» блока выключателей S20 не включаются контакторы КМ23, КМ43	Вышли из строя предохранители F1, F2 в блоках U15, U25. Нет импульсов управления на управляющих переходах тиристоров VS блоков U15, U25	Заменить предохранители. Если при повторном включении возбудителей неисправность повторяется, отключить выключатель возбудителей на блоке S20 и продолжить движение на последовательном возбуждении ТД в ручном режиме без применения электрического торможения
Неисправности цепи управления в режиме электрического торможения		
Отключение линейных (реостатных) контакторов в режиме электрического торможения	Сработал АЗВ SF24 из-за к.з. в цепях управления контакторами КМ55, КМ75, КМ77 (КМ78) или АЗВ SF71 (SF73) «Аппаратура 1-1» («Аппаратура 1-2») из-за к.з. в цепи провода Н55 (Н57)	Повторно включить автоматические защитные выключатели и следовать без применения электрического торможения
	Обрыв какого-либо из проводов Н024, Н55 (Н57)	
	Не включился контактор КМ77 (КМ78)	
Неисправности цепи управления в режиме тяги		
При работе электровоза в режиме тяги на блоке индикации А78 загорается индикатор «БК»	Сработало реле дифференциальной защиты КА1	Повторно включить реле путем кратковременного включения выключателя «Возврат защиты». При повторном срабатывании отключить неисправную секцию на щитке помощника машиниста
Работа электровоза в системе ручного регулирования		
При перемещении рукоятки главного вала контроллера машиниста в рабочее положение ток в цепи ТД отсутствует	Неисправен микроконтроллер МПК1 (МПК2) блоков управления А55, А56 секции № 1 или № 2	Тумблером S33 или S34 переключить аппаратуру МПСУ на работу от микроконтроллера МПК2 (МПК1) исправной секции
В режиме тяги возникают броски тока и срабатывают быстродействующие выключатели		
Работа электровоза в системе автоматического регулирования		
При задании тока тяговых двигателей в режиме тяги ток не появляется	Неисправен микроконтроллер МПК1 (МПК2) блоков управления А55, А56 секции № 1 или № 2	Тумблером S33 или S34 переключить аппаратуру МПСУ на работу от микроконтроллера МПК2 (МПК1) данной секции
При задании тормозной силы в режиме электрического торможения токи якоря и возбуждения тяговых двигателей не появляются		
При работе электровоза в режиме электрического торможения возникают броски тока и срабатывают быстродействующие выключатели		
Работа электровоза в системе автоведения		
Не собирается силовая схема электрического торможения по команде микропроцессорной системы управления МПСУ	Неисправен МПК1 (МПК2) секции № 1 или № 2	Тумблером S33 или S34 переключить аппаратуру МПСУ на работу от микроконтроллера МПК2 (МПК1) данной секции
Примечание. При срабатывании теплового реле в цепи двигателей вентиляторов, компрессора допускается однократное повторное включение. При срабатывании аппарата защиты QF1 допускается двукратное его включение. Последующее включение аппарата защиты без выяснения и устранения причины запрещено		

ТОРМОЗНОЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЗА ТЭМ18ДМ

Брянским машиностроительным заводом (ОАО «БМЗ) с 2004 г. выпускается модернизированный тепловоз ТЭМ18 с индексом «ДМ». Схема пневматического тормозного оборудования локомотивов этой модификации по сравнению с предыдущими имеет некоторые усовершенствования. Представляем читателям журнала особенности тормозной системы тепловозов с № 950.

Тепловоз ТЭМ18ДМ оборудован тормозами:

- ☑ автоматическим пневматическим для управления тормозами поезда;
- ☑ прямодействующим неавтоматическим для управления тормозами тепловоза;
- ☑ электрическим (реостатным) для торможения при маневровой работе и подтормаживания состава на спусках;
- ☑ ручным механическим.

Тормоз обеспечивает: автоматическую остановку тепловозов, работающих по системе двух единиц, в случае их расцепа; сигнализацию обрыва тормозной магистрали; синхронизацию работы компрессоров при работе по системе двух единиц; сигнализацию отпуска тормозов тепловоза.

Техническая характеристика тормозной системы тепловоза ТЭМ18ДМ

Давление воздуха в главных резервуарах и питательной магистрали, кгс/см^2	7,5 — 8,5
Давление воздуха в тормозной магистрали, кгс/см^2	4,8 — 5,5
Давление воздуха в тормозных цилиндрах при торможении, кгс/см^2:	
краном вспомогательного тормоза	3,8 — 4,0
автоматическим тормозом (при условии включения воздухораспределителя на груженый режим)	3,8 — 4,5
Давление воздуха в тормозных цилиндрах, кгс/см^2:	
при замещении электрического тормоза	1,5 — 1,8
при саморасцепе тепловозов	3,0 — 3,5

НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРОВ И ВОЗДУХОПРОВОДОВ

Датчики-реле давления ДРТ1, ДРТ2. Обеспечивают защиту от совместного применения электрического и пневматического тормозов, настраиваются на давление в тормозных цилиндрах от 0,5 до 0,8 кгс/см^2.

Датчик-реле давления ДРТ4. Исключает движение локомотива без воздуха, настраивается на давление включения (собирает цепи тяги) в тормозной магистрали более 4,5 кгс/см^2 и отключается (разбирает цепи тяги) при снижении давления в тормозной магистрали ниже 3,2 кгс/см^2.

Датчики отпуска тормозов ДОТ1, ДОТ2. Сигнализируют о повышении давления в тормозных цилиндрах более 0,3 — 0,5 кгс/см^2 или его падении ниже указанной величины путем включения или выключения сигнальной лампы «Заторможено» на пульте управления, а также при повышении давления в тормозных цилиндрах более 0,3 – 0,5 кгс/см^2 отключают систему гребнесмазывателя.

Блокировочный клапан КЛБ. Обеспечивает автоматическое торможение локомотивов при разрыве межтепловозных воздушных соединений когда они работают по системе двух единиц, настраивается на срабатывание при падении давления в тормозной магистрали ниже 2,5 кгс/см^2.

Дополнительный резервуар РВД (объемом 5 л). Служит для обеспечения устойчивой работы воздухораспределителя ВР при торможении и плавности наполнения тормозных цилиндров.

Клапан КАЭТ. Предназначен для выполнения экстренного торможения при возникновении аварийной ситуации, установлен на пульте помощника машиниста.

Вентиль замещения тормоза ВЗТ. Обеспечивает наполнение тормозных цилиндров в режиме электрического торможения тепловоза при низкой эффективности тормоза в зоне низких скоростей движения (при снижении величины тормозного тока на группу двигателей менее 100 А).

Редуктор Р1. Редуктор системы замещения электрического тормоза пневматическим. Настраивается на давление 1,5 — 1,8 кгс/см^2.

Редуктор Р2. Редуктор системы самоторможения при разрыве межтепловозных воздушных соединений. Настраивается на давление 3,0 — 3,5 кгс/см^2.

Выключатели цепей управления ВЦУ1, ВЦУ2. Блокируют кран машиниста одного из пультов при работе краном машиниста с другого пульта.

Дроссели ДР1, ДР2 (внутренний диаметр 7 мм). Предназначены для плавного темпа наполнения сжатым воздухом тормозных цилиндров.

Дроссель ДР3 (внутренний диаметр 7 мм). Обеспечивает замедление выхода сжатого воздуха из магистрали вспомогательного тормоза МВТ при расцепе тепловозов, когда они работают по системе двух единиц.

Электромагнитный клапан КЭО1, электропневматический клапан экстренного торможения КС. Предназначены для выполнения функции контроллера машиниста № 205, установленного на пульте помощника машиниста.

Концевые краны и головки соединительных рукавов. Окрашены в цвета: красный — на тормозной магистрали, голубой — на питательной магистрали, желтый — на магистрали вспомогательного тормоза, черный — на магистрали блокировки компрессоров.

РАБОТА ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

Необходимый запас воздуха на тепловозе и его пополнение по мере расхода на тормозные и другие нужды обеспечивает компрессор КМ типа КТ6. Кроме торможения, сжатый воздух расходуется на автоматическое управление тепловозом (для работы реверсора, контакторов, песочной системы, звуковых сигналов, других приборов управления).

На напорной трубе между компрессором и первым главным резервуаром установлены предохранительные клапаны КП1 и КП2, отрегулированные на давление 9,5 кгс/см^2.

Зарядка питательной магистрали тепловоза. При работающем компрессоре КМ (см. рисунок) сжатый воздух поступает по напорному трубопроводу к предохранительным клапанам КП1, КП2 и далее — в главные резервуары РГ1, РГ2 и РГ3, а также через разобщительный кран КР39 — в главный резервуар РГ4 (объем главных резервуаров — 250 л каждый). Также сжатый воздух подходит к разобщительным кранам продувки КР17, КР18.

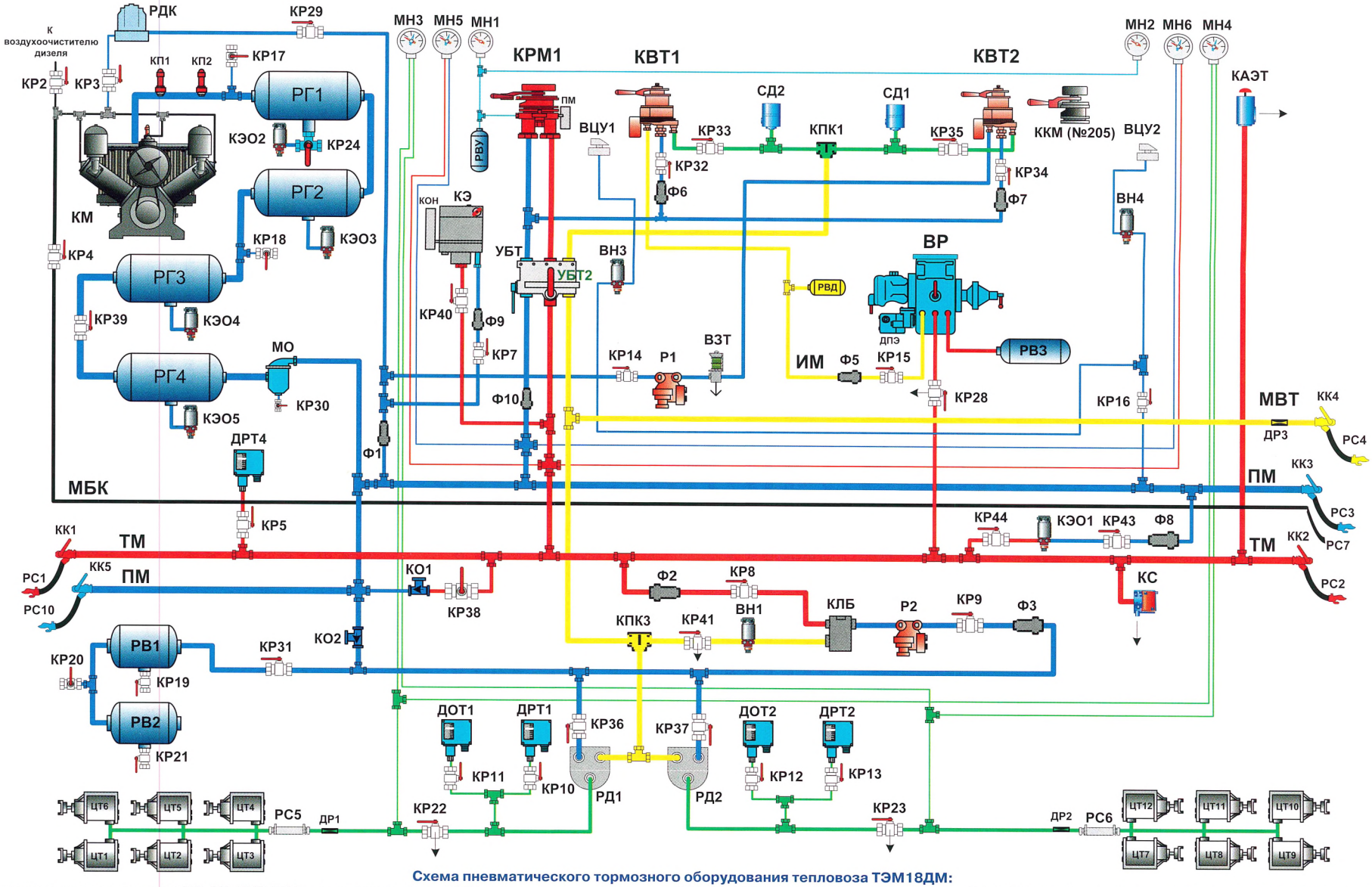


Схема пневматического тормозного оборудования тепловоза ТЭМ18ДМ:

ВЗТ — вентиль замещения тормоза (ВВ-32); ВН3, ВН4 — электропневматические вентили (ВВ-32); ВН1 — электропневматический вентиль (ВВ-34); ВР — воздухораспределитель 484А-03; ДПЭ — пневмоэлектрический датчик № 418; ВЦУ1, ВЦУ2 — выключатели цепей управления 259.40; ДР1 — ДР3 — дроссели; ДРТ1, ДРТ2 — датчики-реле давления ДЕМ102-1-01-2; ДРТ4 — датчик-реле давления ДЕМ102-2-02-2; ДОТ1, ДОТ2 — датчики отпуска тормозов ДЕМ102-1-01-2; КАЭТ — клапан аварийного экстренного торможения 130.30; КО1, КО2 — обратные клапаны 1-12У1 (161); КП1, КП2 — предохранительные клапаны 2-2У1 (Э-216); КПК1, КПК3 — переключательные клапаны 5-1У1 (ЗПК); КЛБ — блокировочный клапан КПЭ-16; КЭ — электропневматический клапан автостопа ЭПК-150И-1; КЭО1 — электромагнитный клапан КЭО-15/16/2-075/2; КЭО2 — КЭО5 — электромагнитные клапаны КЭО-08/10/108/111/121; КОН — блок КОН; КМ — компрессор КТ6; СД1, СД2 — сигнализаторы давления 267.120-01; КС — электропневматический клапан экстренного торможения для дистанционного управления (266-060 УХЛ); КР41 — разобщительный кран (4333); КР5, КР7 — КР15 — разобщительные краны 1-1У1 (4200); КР17 — КР21 — разобщительные краны 4-1У1 (1050); КР22, КР23, КР28 — разобщительные краны (4300У1); КР24 — трехходовой кран 4325УХЛ1; КР29 — КР38, КР43, КР44 — разобщительные краны 4302У1; КР39, КР40 — разобщительные краны 4308У1; КК1 — КК5 — концевые краны 4314У1; КРМ1 — кран машиниста № 395М-3-01; КВТ1, КВТ2 — краны вспомогательного тормоза № 254.1; МН1, МН2 — манометры МП-1,0(10); МН3, МН4 — манометры МП-2-1,0(10); МН5, МН6 — манометры МП-2-1,6(16); МО — маслоотделитель Э-120/Т; ПМ — пневмомодуль ПМ09-03; РВД — дополнительный резервуар; РВ3 — запасной резервуар; РВУ — уравнительный резервуар; РГ1 — РГ4 — главные резервуары; РВ1 — РВ2 — воздушные резервуары; Р1, Р2 — редукторы 348.2; РД1, РД2 — реле давления 404; РДК — регулятор давления 3РД; РС1 — РС4, РС10 — концевые рукава Р17Б; РС5, РС6 — рукава Р32; РС7 — рукав НМР-Г-Ш 21-01 8×136×600 (тип 1); УБТ — блокировочное устройство № 367.А; УБТ2 — ручка комбинированного крана; Ф1 — Ф3, Ф5 — Ф9 — фильтры (черт.2.708.035.35.019-00); Ф10 — фильтр (черт.2.707.035.21.011-00); ЦТ1 — ЦТ12 —тормозные цилиндры № 553

Из главных резервуаров сжатый воздух поступает к трехходовому крану продувки КР24, электромагнитным клапанам продувки резервуаров КЭО2 — КЭО5, маслоотделителю МО и к крану продувки маслоотделителя КР30, а также в питательную магистраль ПМ. Из этой магистрали сжатый воздух поступает:

- ☑ к концевым кранам КК3 и КК5, рукавам РС3 и РС10;
- ☑ к обратным клапанам КО1 и КО2, а также через разобщительный кран КР31 — в воздушные резервуары РВ1, РВ2 (объемом 55 л каждый) и к разобщительным кранам продувки резервуаров КР19 — КР21;
- ☑ через разобщительные краны КР36 и КР37 — в питательную полость реле давления РД1 и РД2;
- ☑ через фильтр Ф3, разобщительный кран КР9 и редуктор давления Р2 — к блокировочному клапану КЛБ;
- ☑ к фильтру Ф1 и через разобщительный кран КР29 — к регулятору давления РДК;
- ☑ через разобщительный кран КР7 и фильтр Ф9 — к электропневматическому клапану автостопа КЭ;
- ☑ к манометрам МН5 и МН6;
- ☑ к фильтру Ф10 и через блокировочное устройство тормоза УБТ — к крану машиниста КРМ1;
- ☑ через фильтр Ф6, разобщительный кран КР32 — к крану вспомогательного тормоза КВТ1 и через фильтр Ф7, разобщительный кран КР34 — к крану вспомогательного тормоза КВТ2;
- ☑ через разобщительный кран КР14, редуктор давления Р1 — к вентилю замещения тормоза ВЗТ;
- ☑ к разобщительному крану КР16 и далее — к электропневматическим вентилям ВН3, ВН4. (В случае включения ключа ВЦУ1 с первого пульта управления вентиль ВН3 будет получать питание и пропускать воздух к ВЦУ1, тем самым блокируя ключ ВЦУ1. Если же включен ключ ВЦУ2 со второго пульта управления, то в этом случае вентиль ВН4 получит питание и пропустит воздух к ВЦУ2.);
- ☑ через фильтр Ф8, разобщительный кран КР43 — к электромагнитному клапану КЭО1.

Примечание. Для обеспечения синхронизации работы компрессоров на двух тепловозах при работе по системе двух единиц (т.е. работой компрессоров управляет один регулятор давления РДК) на ведущем тепловозе должны быть открыты разобщительные краны КР3, КР4 и КР29, а на ведомом разобщительный кран КР3 должен быть закрыт.

Для дистанционной продувки главных резервуаров на пульте помощника машиниста для каждого клапана предусмотрены тумблеры с двумя положениями: продувка и обогрев в зимний период. Также каждый резервуар можно продуть вручную с помощью ручного дублера, который находится на самом электромагнитном клапане продувки.

Зарядка тормозной магистрали. Осуществляется в положении I или II ручки крана машиниста КРМ1. При этом также заряжается уравнительный резервуар РВУ (объемом 20 л) и сжатый воздух подходит к манометрам МН1, МН2.

Кроме того, сжатый воздух из питательной магистрали ПМ через кран машиниста КРМ1, комбинированный кран устройства блокировки тормозов УБТ2 поступает в тормозную магистраль ТМ и далее:

- ➡ к манометрам МН5, МН6;
- ➡ к концевым кранам КК1 и КК2, рукавам РС1 и РС2;
- ➡ через разобщительный кран КР40 — к электропневматическому клапану автостопа КЭ;
- ➡ через разобщительный кран КР5 — к датчику-реле давления ДРТ4;
- ➡ к разобщительному крану холодного следования КР38;
- ➡ через фильтр Ф2, разобщительный кран КР8 — к блокировочному клапану КЛБ;
- ➡ через разобщительный кран КР28, воздухораспределитель ВР — в запасной резервуар РВЗ (объемом 20 л).
- ➡ через разобщительный кран КР44 — к электромагнитному клапану КЭО1;
- ➡ к электропневматическому клапану экстренного торможения КС;
- ➡ к клапану КАЭТ.

Торможение краном машиниста. При выполнении торможения краном машиниста КРМ1 происходит снижение давления в тормозной магистрали ТМ. При этом воздухораспределитель ВР срабатывает на торможение, и далее происходят следующие процессы:

- ❖ сжатый воздух из запасного резервуара РВЗ через воздухораспределитель ВР, разобщительный кран КР15 и фильтр Ф5 наполняет импульсную магистраль ИМ;
- ❖ из импульсной магистрали сжатый воздух поступает в дополнительный резервуар РВД, а также к крану вспомогательного тормоза КВТ1.

Далее кран вспомогательного тормоза КВТ1 срабатывает как повторитель и пропускает сжатый воздух из питательной магистрали ПМ через кран вспомогательного тормоза КВТ, разобщительный кран КР33, сигнализатор давления СД2, переключательный клапан КПК1, устройство блокировки тормозов УБТ — в магистраль вспомогательного тормоза МВТ. Из этой магистрали сжатый воздух подходит:

- ■ к концевому крану КК4 и рукаву РС4;
- ■ к переключательному клапану КПК3 и далее — в управляющую полость реле давления РД1, РД2.

В результате в реле давления РД1 и РД2 открываются питательные клапаны, и воздушные резервуары РВ1, РВ2 через разобщительные краны КР31, КР36, КР37, реле давления РД1, РД2, разобщительный кран КР22, КР23, дроссели ДР1, ДР2, рукава РС5 и РС6 сообщаются с тормозными цилиндрами ЦТ1 — ЦТ12.

Также сжатый воздух подходит к манометрам МН3, МН4 и через разобщительные краны КР10, КР13 — к датчику-реле давления ДРТ1, ДРТ2, а через краны КР11, КР12 — к датчику отпуска тормозов ДОТ1 и ДОТ2. Контроль давления в тормозных цилиндрах осуществляется по манометрам МН3 и МН4. Кроме того, при величине давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах более 0,3 — 0,5 кгс/см^2 на пульте управления загорается сигнальная лампа «Заторможено».

Отпуск тормозов тепловоза краном машиниста. Для отпуска автотормоза необходимо ручку крана машиниста КРМ1 установить в положение I или II. В результате воздух из питательной магистрали ПМ через кран машиниста КРМ1 поступает в тормозную магистраль ТМ, повышая в ней давление.

Воздухораспределитель ВР срабатывает на отпуск и производит изменения в пневматической схеме. В частности, он сообщает:

- ● тормозную магистраль ТМ — с запасным резервуаром РВЗ, осуществляя его зарядку;
- ● импульсную магистраль ИМ — с атмосферой, тем самым обеспечивая выпуск сжатого воздуха от крана вспомогательного тормоза КВТ1 и дополнительного резервуара РВД через фильтр Ф5, разобщительный кран КР15 и воздухораспределитель ВР в атмосферу.

Далее кран вспомогательного тормоза КВТ1 срабатывает на отпуск и выпускает сжатый воздух из управляющих полостей реле давления РД1 и РД2, переключательного клапана КПК3, из магистрали вспомогательного тормоза МВТ через устройство блокировки тормозов УБТ, переключательный клапан КПК1, сигнализатор давления СД2, разобщительный кран КР33 и через кран вспомогательного тормоза КВТ1 в атмосферу.

В результате в реле давления РД1 и РД2 открываются выпускные клапаны, и воздух из тормозных цилиндров ЦТ1 — ЦТ12 через рукава РС5 и РС6, дроссели ДР1 и ДР2, разобщительные краны КР22 и КР23, а также от датчиков отпуска тормозов ДОТ1 и ДОТ2 через разобщительные краны КР11 и КР12, от датчиков ДРТ1 и ДРТ2 через разобщительные краны КР10 и КР13, атмосферные отверстия в реле давления РД1 и РД2 выпускается в атмосферу.

Происходит отпуск тормозов тепловоза. Кроме того, при величине давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах менее 0,3 — 0,5 кгс/см^2 на пульте управления гаснет сигнальная лампа «Заторможено».

Отпуск тормозов тепловоза при заторможенных вагонах в поезде. Отпуск тормозов тепловоза осуществляется установкой ручки крана вспомогательного тормоза КВТ1 в первое положение. При этом отпуск может быть как ступенчатый, так и полный — в зависимости от необходимости. В данном случае после установки ручки крана вспомогательного тормоза КВТ1 в первое положение происходит следующее:

- ❑ переключательный поршень в кране вспомогательного локомотивного тормоза КВТ1 отключает импульсную магистраль ИМ с воздухораспределителем ВР от крана вспомогательного тормоза КВТ1;
- ❑ через кран вспомогательного локомотивного тормоза КВТ1 сжатый воздух выходит в атмосферу из управляющих полостей реле давления РД1 и РД2, из переключательного клапана КПК3,

из магистрали вспомогательного тормоза МВТ, через устройство блокировки тормозов УБТ, переключательный клапан КПК1, сигнализатор давления СД2, разобщительный кран КР33 и через кран вспомогательного тормоза КВТ1, вызывая срабатывание реле давления РД1 и РД2 на отпуск.

Последующий процесс выпуска сжатого воздуха из тормозных цилиндров ЦТ1 — ЦТ12 тепловоза происходит как при отпуске тормозов краном машиниста.

Примечание. В случае ступенчатого отпуска (если в ТЦ имеется давление) или полного отпуска автотормозов тепловоза при повторном торможении краном машиниста КРМ1 давление в тормозных цилиндрах ЦТ1 — ЦТ12 тепловоза повышаться не будет. Для усиления торможения или наполнения тормозных цилиндров ЦТ1 — ЦТ12 в зависимости от необходимости машинисту необходимо воспользоваться ручкой крана вспомогательного локомотивного тормоза КВТ1.

Торможение тепловоза краном вспомогательного локомотивного тормоза. Вспомогательный тормоз применяется при следовании одиночного тепловоза, маневровой работе и сжатии состава. После перевода ручки крана КВТ1 или КВТ2 в одно из тормозных положений воздух из питательной магистрали ПМ через фильтр Ф6 (или Ф7), разобщительный кран КР32 (или КР34), один из кранов КВТ1 или КВТ2 , сигнализатор давления СД1 (или СД2), переключательный клапан КПК1, устройство блокировки тормозов УБТ поступает в магистраль вспомогательного тормоза МВТ, к концевому крану КК4 и рукаву РС4.

Далее из магистрали МВТ сжатый воздух через переключательный клапан КПК3 заполняет управляющие полости реле давления РД1 и РД2. Последующий процесс наполнения сжатым воздухом тормозных цилиндров ЦТ1 — ЦТ12 тепловоза осуществляется как при торможении краном машиниста.

Отпуск тормозов тепловоза краном вспомогательного локомотивного тормоза. Отпуск происходит при переводе ручки крана КВТ1 или КВТ2 в поездное положение. При этом сжатый воздух из реле давления РД1, РД2 и других ранее наполненных цепей при торможении одним из кранов вспомогательного тормоза будет выходить в атмосферу через тот кран, которым производится отпуск тормозов, вызывая при этом срабатывание реле давления РД1 и РД2 на отпуск. Последующий процесс выпуска сжатого воздуха из тормозных цилиндров ЦТ1 — ЦТ12 тепловоза происходит как при отпуске тормозов краном машиниста.

Порядок смены пультов управления тепловоза. При переходе машиниста для управления тепловозом со стороны пульта помощника машиниста необходимо:

- установить рукоятку крана вспомогательного тормоза КВТ1 в последнее тормозное положение. При давлении в тормозных цилиндрах ЦТ1 — ЦТ12 более 3,0 кгс/см^2 (контроль осуществляется по манометру МН3) воздух поступит к сигнализатору давления СД2. При этом сигнализатор давления СД2 сработает, разомкнет контакты и снимет питание с электропневматического вентиля ВН3. Последний выпустит сжатый воздух от выключателя цепей управления ВЦУ1 в атмосферу и разблокирует его;
- ключ выключателя ВЦУ1 из первого положения перевести в третье и вынуть его, а затем перейти за пульт помощника машиниста. Вставить ключ в выключатель ВЦУ2 и перевести из третьего положения во второе (при этом сработает электропневматический вентиль ВН4, который пропустит сжатый воздух от питательной магистрали ПМ к ВЦУ2, обеспечивая его блокирование);
- кран вспомогательного тормоза КВТ2 установить в крайнее тормозное, а кран вспомогательного тормоза КВТ1 — во второе положение.

Для обратного перехода при управлении тепловозом со стороны пульта машиниста необходимо:

- установить рукоятку крана вспомогательного тормоза КВТ2 в последнее тормозное положение. При давлении в тормозных цилиндрах ЦТ1 — ЦТ12 более 3,0 кгс/см^2 (контролируют по манометру МН4) воздух поступит к сигнализатору давления СД1. Он сработает, разомкнет контакты и снимет питание с электропневматического вентиля ВН4, который выпустит сжатый воздух от выключателя цепей управления ВЦУ2 в атмосферу и разблокирует его;
- ключ выключателя ВЦУ2 из второго положения перевести в третье и вынуть, перейти за пульт машиниста, вставить в выключатель ВЦУ1 и перевести из третьего положения в первое (при этом сработает электропневматический вентиль ВН3 и пропустит сжатый воздух от питательной магистрали ПМ к ВЦУ1, обеспечивая его блокирование);
- кран вспомогательного тормоза КВТ1 установить в крайнее тормозное, а кран вспомогательного тормоза КВТ2 — во второе положение.

Следование тепловоза двойной тягой. При следовании тепловоза двойной тягой необходимо соблюдать следующие требования:

- на ведущем тепловозе блокировочное устройство должно быть включено (ручка блокировочного устройства опущена вниз, комбинированный кран установлен вертикально вверх);
- на ведомом тепловозе блокировочное устройство должно быть выключенным, ручка комбинированного крана УБТ2 должна находиться в положении двойной тяги.

Управляют автотормозами из ведущего тепловоза краном машиниста КРМ1 путем снижения давления в тормозной магистрали как ведущего, так и ведомого тепловозов через межтепловозное соединение тормозной магистрали. При этом срабатывает воздухораспределитель ВР. Далее происходит работа, аналогичная рассмотренной в разделах «Торможение краном машиниста» и «Отпуск автотормозов краном машиниста».

Работа пневматической схемы тепловоза при применении электрического торможения. Электрический реостатный тормоз является дополнительным остановочным средством и предназначен для торможения при маневровой работе и подтормаживания состава на спусках. Электрический тормоз может функционировать в диапазоне скоростей от 40 до 5 км/ч.

При необходимости торможения тепловоза на скорости выше 40 км/ч, а также при подходе к запрещающим сигналам, сигналам уменьшения скорости, необходимости точного прицельного торможения и удержания поезда при стоянке на уклоне машинист должен использовать только пневматический тормоз. Управление электрическим и пневматическим тормозами на тепловозе выполнено раздельным, комбинированное торможение при этом не предусмотрено.

Электропневматический вентиль замещения электрического тормоза ВЗТ с одной стороны соединяется с питательной магистралью ПМ через редуктор Р1 и разобщительный кран КР14, а с другой подключается к крану вспомогательного тормоза КВТ2. При работе тепловоза без применения электрического тормоза перечисленное выше дополнительное оборудование не оказывает влияния на работу пневматической тормозной системы тепловоза, поскольку вентиль замещения электрического тормоза ВЗТ обесточен и питательная магистраль ПМ разобщена от крана вспомогательного тормоза КВТ2.

Рассмотрим работу пневматической схемы в случаях: отказа электрического тормоза или в зоне его низкой эффективности, а также защиты от совместного применения электрического и пневматического тормозов тепловоза. Итак, в случае отказа электрического тормоза или в зоне его низкой эффективности пневматической схемой предусмотрен автоматический переход на пневматическое торможение. Для этого блоком УСТА происходит подача питания на катушку вентиля ВЗТ.

Вентиль ВЗТ срабатывает и далее:

- сжатый воздух из питательной магистрали ПМ через фильтр Ф1, разобщительный кран КР14 подходит к редуктору Р1;
- редуктор Р1 понижает давление сжатого воздуха от 1,5 до 1,8 кгс/см^2 и через вентиль ВЗТ воздух поступает к крану вспомогательного тормоза КВТ2.

Таким образом, исходя из описания, видно, что кран вспомогательного тормоза КВТ2 сработает как повторитель и наполнит тормозные цилиндры ЦТ1 — ЦТ12 давлением 1,5 — 1,8 кгс/см^2. Контроль давления в тормозных цилиндрах осуществляется по манометрам МН3 и МН4. Кроме того, при величине давления воздуха в тормозных цилиндрах более 0,3 — 0,5 кгс/см^2 на пульте управления загорается сигнальная лампа «Заторможено».

В процессе наполнения тормозных цилиндров ЦТ1 — ЦТ12 и повышении давления в интервале от 0,5 до 0,8 кгс/см^2 произойдет срабатывание датчиков-реле давления ДРТ1 и ДРТ2, по сигналу от которых будет подана команда на разборку схемы электрического тормоза.

Отпуск пневматического тормоза тепловоза произойдет лишь при обесточивании катушки вентиля ВЗТ, т.е. при отключении электрического тормоза. Ускоренный отпуск тормозов осуществляется обычным порядком — нажатием на буфер крана вспомогательного тормоза КВТ2.

Защита от совместного применения электрического и пневматического тормозов тепловоза осуществляется также с помощью датчиков-реле давления ДРТ1 и ДРТ2 аналогично тому, как было уже изложено. То есть при повышении давления в тормозных цилиндрах в интервале от 0,5 до 0,8 кгс/см^2 из-за приведения в действие пневматических тормозов с помощью крана машиниста или крана вспомогательного тормоза происходят разбор тормозной схемы и подача питания на катушку вентиля ВЗТ.

Следование тепловозов при работе по системе двух единиц. При работе тепловозов по системе двух единиц в эксплуатации возникает необходимость перевода управления из одной кабины в другую. Рассмотрим, как осуществляется процесс смены кабины управления. В оставляемой кабине машинисту необходимо:

1. ручку крана вспомогательного тормоза КВТ1 перевести в последнее тормозное положение;
2. ручку крана машиниста КРМ1 установить в положение экстренного торможения;
3. после того как в тормозных цилиндрах установится максимальное давление, а тормозная магистраль разрядится до нуля перевести ключ блокировочного устройства УБТ из нижнего положения в верхнее и вынуть его;
4. убедиться в отсутствии недопустимого снижения давления в тормозных цилиндрах (не более 0,2 кгс/см^2 за одну минуту);
5. ручку крана вспомогательного тормоза КВТ2 зафиксировать в последнем тормозном положении.

Перейдя в рабочую кабину (из которой будет производиться дальнейшее управление тепловозами), машинист должен:

① вставить ключ в блокировочное устройство тормозов УБТ и повернуть его вниз;

② перевести ручку крана машиниста КРМ1 в поездное положение и зарядить тормозную сеть до установленного давления. Ручка комбинированного крана УБТ2 в нерабочей и рабочей кабинах должна находиться в вертикальном (поездном) положении.

Управление автотормозами осуществляется из ведущего тепловоза краном машиниста КРМ1 путем снижения давления в тормозной магистрали как ведущего, так и ведомого тепловозов через межтепловозное соединение тормозной магистрали. При этом срабатывает воздухораспределитель ВР и пневматическая схема работает аналогичным образом, как это уже рассматривалось в разделах «Торможение краном машиниста» и «Отпуск автотормозов краном машиниста».

Управляют прямодействующим тормозом из ведущего тепловоза краном вспомогательного тормоза КВТ1 или КВТ2 путем изменения давления в магистрали вспомогательного тормоза как ведущего, так и ведомого тепловоза через межтепловозное соединение магистрали МВТ. При этом схема тормозного оборудования работает, как уже было изложено в разделах «Торможение тепловоза краном вспомогательного тормоза» и «Отпуск тормозов тепловоза краном вспомогательного тормоза».

Торможение тепловозов при саморасцепе или разъединении соединительных рукавов при работе по системе двух единиц. Когда при работе тепловозов по системе двух единиц происходит саморасцеп или разъединение соединительных рукавов между тепловозами сжатый воздух из тормозной ТМ и питательной магистрали ПМ через соединительные рукава выходит в атмосферу. Давление в питательной магистрали ПМ и, следовательно, в главных резервуарах РГ1 — РГ4 снижается. Но при этом воздушные резервуары РВ1 и РВ2 не разряжаются, так как этому препятствует обратный клапан КО2, который в этот момент закрывается.

При снижении давления в тормозной магистрали ТМ ниже 2,5 кгс/см^2 срабатывает блокировочный клапан КЛБ и далее:

- сжатый воздух из воздушных резервуаров РВ1 и РВ2 через разобщительный кран КР31, фильтр Ф3, разобщительный кран КР9 подходит к редуктору Р2;
- редуктор Р2 понижает давление от 3,0 до 3,5 кгс/см^2 и через блокировочный клапан КЛБ, электропневматический вентиль ВН1, разобщительный кран КР41, переключательный клапан КПК3 поступает в управляющие полости реле давления РД1 и РД2;
- реле давления РД1, РД2 срабатывают и открывают проход сжатого воздуха из воздушных резервуаров РВ1 и РВ2 через разобщительный кран КР31, разобщительные краны КР36 и КР37, через тормозные полости реле давления РД1, РД2, разобщительные краны КР22, КР23, рукава РС5, РС6, дроссели ДР1, ДР2 — в тормозные цилиндры ЦТ1 — ЦТ12 первой и второй тележек. Контроль давления в тормозных цилиндрах осуществляется по манометрам МН3 и МН4, которое должно составлять от 3,0 до 3,5 кгс/см^2 .

Отпуск тормозов тепловоза происходит только после зарядки тормозной магистрали сжатым воздухом давлением более 2,5 кгс/см^2. При этом блокировочный клапан КЛБ сообщит с атмосферой управляющие полости реле давления РД1 и РД2 через свое собственное атмосферное отверстие. В результате падения давления сжатого воздуха в управляющей полости реле давления откроется выпускной клапан, и полости тормозных цилиндров через реле давления будут сообщаться с атмосферой.

Примечание. В случаях когда необходимо ускорить процесс отпуска тормозов или если по какой-то причине не происходит отпуск, на пульте управления машиниста используют тумблер «Отпуск тормоза». В результате включения тумблера подается питание на электропневматический вентиль ВН1. Вентиль срабатывает и выпускает сжатый воздух в атмосферу из управляющих полостей реле давления РД1, РД2 через свое собственное атмосферное отверстие, тем самым вызывая срабатывание реле на отпуск.

Также в случае неисправности электропневматического вентиля ВН1 отпуск тормозов можно осуществить путем перекрытия разобщительного крана КР41. При этом разобщительный кран КР41 имеет атмосферное отверстие, через которое выпускается сжатый воздух в атмосферу из управляющих полостей реле давления РД1, РД2.

Следование тепловоза в «холодном» состоянии. Для следования тепловоза в «холодном» состоянии необходимо:

- перекрыть разобщительный кран КР39 для заполнения воздухом одного главного резервуара РГ4 и уменьшения объема тормозной магистрали;
- перекрыть разобщительные краны КР43, КР44, КР8, КР9, КР41, КР16, а также разобщительные краны КР40 и КР7 к КЭ;
- ручку крана машиниста КРМ1 установить в положение VI (экстренное торможение), а ручки крана вспомогательного тормоза КВТ1 и КВТ2 — во второе положение. При этом разобщительные краны КР32, КР33 и КР35 должны быть открыты, а разобщительный кран КР34 закрыт;
- блокировочное устройство УБТ оставить включенным (съемная ручка — в нижнем положении), а ручку комбинированного крана УБТ2 перевести в положение двойной тяги (против часовой стрелки);
- воздухораспределитель ВР переключить на средний режим;
- открыть разобщительный кран «холодного» следования КР38.

Далее при зарядке тормозной магистрали с ведущего локомотива сжатый воздух через кран КР38 будет поступать к обратным клапанам КО1 и КО2, разобщительному крану КР31 и в воздушные резервуары РВ1, РВ2. Тем самым будет осуществляться их зарядка до значения давления в тормозной магистрали ведущего локомотива.

Также сжатый воздух поступает в питательную магистраль ПМ тепловоза. Из питательной магистрали ПМ воздух через блокировочное устройство УБТ, фильтр Ф6 и разобщительный кран КР32 подходит к крану вспомогательного тормоза КВТ1.

Тормозами управляют с ведущего локомотива путем изменения давления в тормозной магистрали ТМ, которое ведет к срабатыванию воздухораспределителя ВР. Далее схема тормозного оборудования будет работать так же, как изложено в разделах «Торможение краном машиниста» и «Отпуск автотормозов краном машиниста».

Примечание. При наличии воздуха в магистралях тепловоза установить ручку крана вспомогательного тормоза КВТ1 в положение VI, перевести ключ ВЦУ из положения I в III и вынуть его. При отсутствии воздуха в магистралях тепловоза ключ ВЦУ установить в положение II.

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

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВОЗА

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

Часть 8. СИСТЕМЫ НАДДУВА И ТОПЛИВНАЯ АППАРАТУРА ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ

СИСТЕМЫ НАДДУВА

Как отмечалось ранее («Локомотив» № 2, 2016 г.), увеличение массы воздушного заряда путем наполнения объема цилиндра тепловозного дизеля предварительно сжатым воздухом, имеющим давление выше атмосферного, называется наддувом.

Сжатие и подачу наддувочного воздуха в цилиндры тепловозного дизеля можно осуществить двумя принципиально различными способами: либо с помощью приводных (от коленчатого вала дизеля) нагнетателей, либо газотурбинными установками (нагнетателями). На современных тепловозах также применяют более сложные двухступенчатые системы наддува: на первой ступени сжатие воздуха осуществляется одним или двумя турбокомпрессорами, далее этот воздух подается в нагнетатель второй ступени, который может быть приводным нагнетателем, либо — турбокомпрессором второй ступени. Для увеличения массы наддувочного воздуха, подаваемого в цилиндры, этот воздух дополнительно охлаждается в охладителе. После второй ступени наддува дважды сжатый и охлажденный воздух подается уже в цилиндры дизеля. Рассмотрим эти системы наддува тепловозных дизелей более подробно.

Приводные нагнетатели, как правило, имеют непосредственный привод от коленчатого вала дизеля. Они могут быть двух типов: роторные (объемные) и центробежные компрессоры. Роторные нагнетатели (рис. 1), которые устанавливают на двухтактных дизелях типа 2Д100 (ранее на тепловозы ТЭ3) и 14Д40 (тепловозы М62 и 2М62У), представляют собой корпус 2, в котором относительно параллельных осей синхронно вращаются два пустотелых алюминиевых ротора 1. Синхронизация вращения обеспечивается шестернями 3 (см. рис. 1). Роторы 1 имеют спиральные лопасти, обеспечивающие равномерную подачу воздуха в дизель и бесшумную работу. Подвод и отвод воздуха происходит в направлении, перпендикулярном оси вращения роторов. Объем поступившего воздуха, заключенный между лопастью ротора 1 и корпусом нагнетателя 2, переносится без сжатия к нагнетательному патрубку. Сжатие воздуха и повышение его давления до величины наддувочного $P_к$ происходит при сообщении этого объема с нагнетательной полостью; далее наддувочный воздух поступает, например, к продувочным окнам (рис. 2) двухтактного дизеля.

Необходимо также отметить, что производительность нагнетателя и величина давления наддувочного воздуха $P_к$ в этом случае прямо пропорциональны частоте вращения $n_к$ роторов 1 (см. рис. 1). В этой связи между коленчатым валом дизеля и роторами устанавливают повышающий редуктор 2 (см. рис. 2). Такой привод роторных нагнетателей называют механическим.

Центробежный приводной нагнетатель (схема системы наддува показана на рис. 2) состоит из центробежного рабочего колеса 1, вращающегося в корпусе 3. Нагнетатель такого типа применялся на дизелях типа М753 (тепловозы ТГМ3А). Он так же, как и роторный нагнетатель, имеет механический привод от коленчатого вала дизеля через повышающийся редуктор 2.

Следует отметить, что приводные нагнетатели имеют довольно простую конструкцию и, следовательно, высокую эксплуатационную надежность. Такие системы наддува облегчают пуск дизеля и обеспечивают стабильную работу силовой установки при малых нагрузках дизеля. К основным недостаткам нагнетателей с приводом от коленчатого вала дизеля нужно отнести значительные затраты эффективной мощности дизеля на привод самого компрессора и большие габаритные размеры роторных нагнетателей.

Так, на привод нагнетателя роторного типа дизеля типа 2Д100 тепловозов ТЭ3 мощностью 1470 кВт затрачивалось примерно 150 кВт (более 10 %!) на номинальном режиме его работы. При этом достигалось давление наддувочного воздуха не более 0,13 МПа и подача воздуха (производительность) в цилиндры дизеля 1,8 кг/с, при частоте вращения роторов нагнетателя 2875 об/мин.

Если попытаться увеличить мощность N_e дизеля 2Д100 с приводным нагнетателем за счет повышения давления наддувочного воздуха и, соответственно, величины P_e, то необходимо увеличить затраты эффективной мощности на привод роторного компрессора. В результате весомую часть ожидаемой прибавки величины N_e

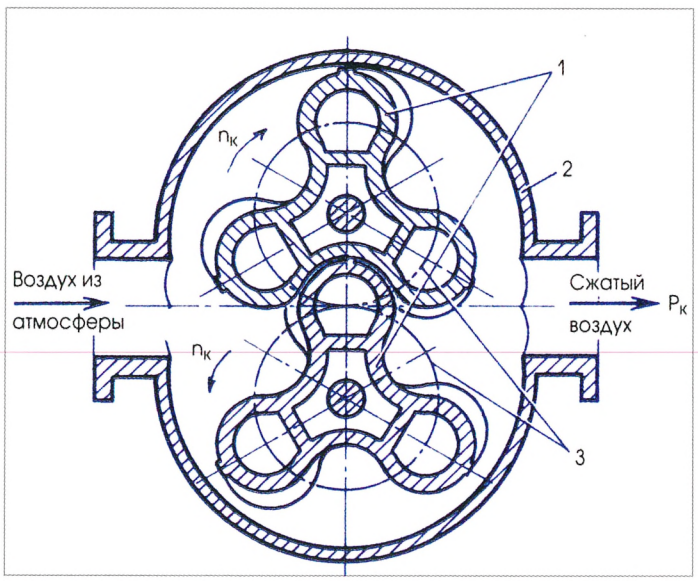


Рис. 1. Схема роторного нагнетателя наддувочного воздуха:
1 — роторы; 2 — корпус нагнетателя; 3 — синхронизирующие шестерни

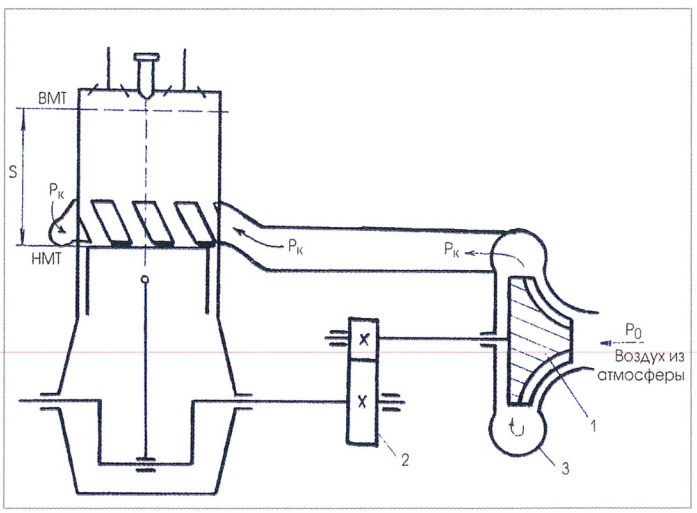


Рис. 2. Схема системы наддува двухтактного дизеля с помощью приводного компрессора:
1 — центробежное колесо компрессора; 2 — повышающий редуктор привода компрессора; 3 — корпус компрессора; $P_к$ — давление наддувочного воздуха

может «съесть» сам нагнетатель. То есть к числу недостатков систем наддува тепловозных дизелей с помощью только приводных нагнетателей также следует отнести существенные ограничения величины давления наддувочного воздуха $P_к$.

Газотурбинный наддув. Нагнетателем такой системы служит турбокомпрессор, который, в отличие от приводной системы наддува, рассмотренной выше, не имеет механической связи с коленчатым валом дизеля. Турбокомпрессор (рис. 3) состоит из двух основных агрегатов: осевой газовой турбины 1 и центробежного компрессора 2, объединенных общим корпусом 3 и работающих на один вал. Идея, заключенная в основу газотурбинной системы наддува дизеля, достаточно проста. Выхлопные газы после совершения механической работы перемещения поршня в цилиндре дизеля обладают значительным количеством тепловой энергии. Так, температура газов при выходе из цилиндра дизеля через выпускные клапаны (или окна) может составлять 500 — 550 °С, а давление — до 0,2 МПа. В дизелях, не оборудованных системами наддува, выхлопные газы через глушитель просто выбрасываются в атмосферу.

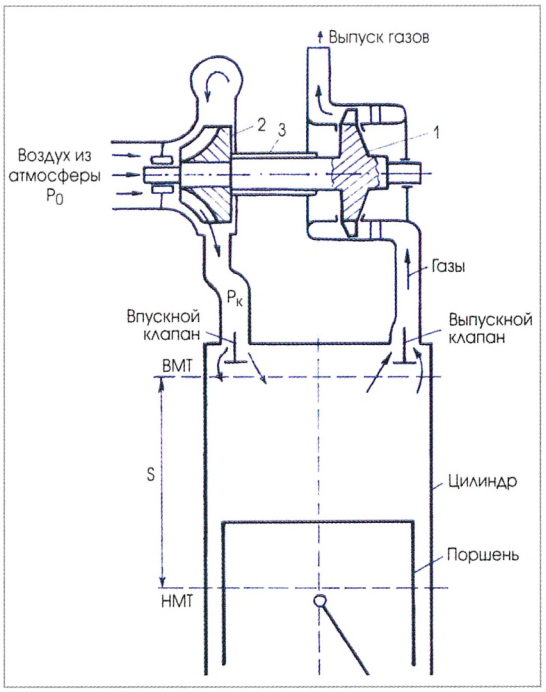


Рис. 3. Схема газотурбинной системы наддува цилиндра четырехтактного дизеля:
1 — газовая турбина; 2 — центробежное колесо компрессора; 3 — корпус турбокомпрессора

При газотурбинном наддуве эта тепловая энергия уходящих газов направляется к газовой турбине 1 (см. рис. 3), где, расширяясь на лопастях, выхлопные газы обеспечивают вращение лопастного колеса турбины. То есть тепловая энергия выхлопных газов на лопатках газовой турбины преобразуется в механическую энергию вращения его ротора и, соответственно, общего вала турбокомпрессора. Центробежный компрессор 2, имеющий привод от общего вала турбокомпрессора, засасывает воздух из атмосферы, сжимает его, увеличивая массу, и под избыточным давлением (давлением наддува $P_к$) направляет его к впускным клапанам (или продувочным окнам) цилиндра дизеля (см. рис. 3). То есть, в отличие от системы наддува с приводным нагнетателем, в которой выхлопные газы удаляются в атмосферу, при газотурбинном наддуве энергия выхлопных газов используется для заметного увеличения эффективной мощности дизеля. Например, при данном способе наддува достигается повышение эффективной мощности дизеля тепловоза в 1,3 — 2,5 раза по сравнению с двигателями, не оборудованными системами наддува.

Газотурбинный наддув нашел применение, в основном, в четырехтактных тепловозных дизелях, например, типа Д49, Д70, ПД1М и др. В двухтактных тепловозных дизелях применение такой системы в «чистом» виде ограничено, так как на единицу мощности (1 кВт) этого типа дизелей требуется большее количестве воздуха (с учетом продувки), чем в четырехтактных двигателях. К недостаткам газотурбинного наддува также следует отнести сложность запуска двухтактного дизеля (при отсутствии выхлопных газов турбокомпрессор, естественно, не работает) и усложнение его работы на холостом ходу и при малых нагрузках, так как энергии газов может не хватить для устойчивой работы турбокомпрессора.

Двухступенчатый комбинированный наддув. Простейший анализ двух выше рассмотренных способов наддува показывает, что несомненные преимущества одной системы наддува над другой дополняются существенными недостатками, ограничивающими их применение для повышения мощности, прежде всего, двухтактных тепловозных дизелей. Чтобы как-то сгладить противоречия приводных и газотурбинных систем наддува, для двухтактных дизелей ряда серий тепловозов [2М62У, ТЭП60, 2ТЭ10В (Л, М, С) и др.] стали применять так называемый двухступенчатый комбинированный наддув. При такой системе наддува дизель оборудуется одновременно одним или двумя турбокомпрессорами и приводным компрессором обычного центробежного типа.

На первой ступени комбинированной системы наддува двухтактного дизеля (рис. 4) работает турбокомпрессор ТК, на газовой турбине Т которого происходит расширение выпускных газов и преобразование их тепловой энергии в механическую вращения вала турбокомпрессора. Компрессор К турбокомпрессора, имеющий механический привод от газовой турбины, засасывает воздух из атмосферы, сжимает его и подает в приводной центробежный компрессор 1 второй ступени, который, в свою очередь, имеет привод от коленчатого вала дизеля через повышающий редуктор 2. В приводном компрессоре 1 второй ступени воздух еще раз сжимается и уже под давлением наддува $P_к$ подается к продувочным окнам цилиндров дизеля. Охлаждение воздуха в охладителе производится водой. Охладители воздуха устанавливают между первой и второй ступенями наддува (дизели типа 11Д45) либо после второй ступени (дизели типа 10Д100).

Применение комбинированной системы наддува дает возможность увеличить подачу воздуха до $P_к$ = 0,22 МПа, что, с одной стороны, позволяет увеличить эффективную мощность тепловозного дизеля, с другой — решить проблемы пуска двухтактных дизелей и очистки их цилиндров от выхлопных газов при холостом ходе и малых нагрузках. Так, применение комбинированного наддува в тепловозных дизелях типа Д100 позволило увеличить их эффективную мощность секции с 1470 кВт (тепловозы ТЭ3) до 2200 кВт (тепловозы 2ТЭ10В), т.е. на 50 %, без заметного изменения весогабаритных показателей двигателя.

Охлаждение наддувочного воздуха является достаточно эффективным способом дополнительного повышения эффективного давления и, соответственно, агрегатной мощности тепловозного дизеля при любой системе наддува. Из школьного курса физики

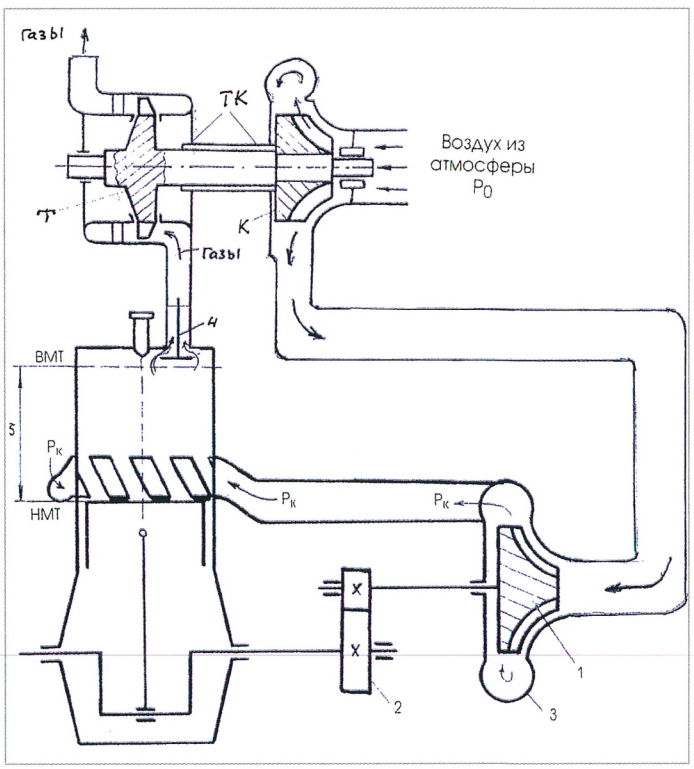


Рис. 4. Схема комбинированной системы наддува цилиндра двухтактного дизеля:
1 — центробежное колесо приводного компрессора; 2 — повышающий редуктор привода компрессора; 3 — корпус приводного компрессора; 4 — выпускной клапан; Т — газовая турбина; К — центробежное колесо компрессора первой ступени; ТК — корпус турбокомпрессора; $P_к$ — давление наддувочного воздуха

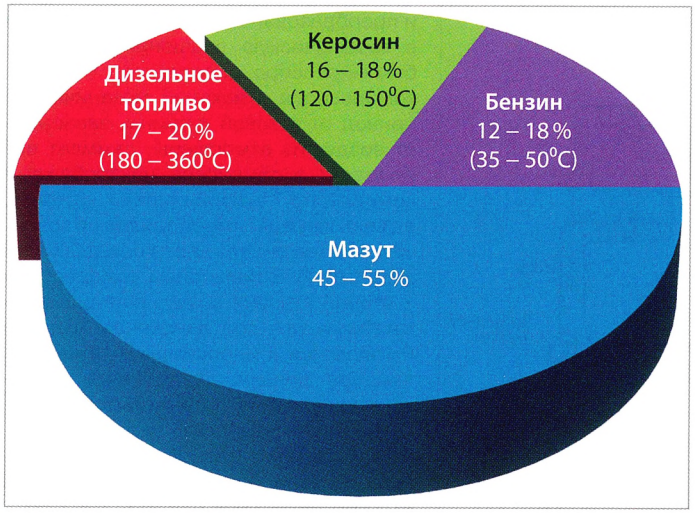


Рис. 5. Состав сырой нефти

известно, что при охлаждении газов (и других рабочих тел в теплотехнике) их плотность и масса единицы объема увеличиваются. Следовательно, охлаждая наддувочный воздух, в цилиндры дизеля можно подать больший заряд свежего воздуха, что позволяет обеспечить более полное сгорание большего количества топлива, подаваемого за цикл.

Также охлаждение наддувочного воздуха позволяет несколько снизить температуру деталей шатунно-поршневой группы дизеля. Дело в том, что увеличение объема топлива, подаваемого в цилиндр за цикл, неизбежно приводит к повышению температуры выхлопных газов и увеличивает тепловую напряженность деталей двигателя.

По оценке специалистов, применение на тепловозе систем охлаждения наддувочного воздуха позволяет повысить эффективную мощность тепловозного дизеля примерно на 3 % на каждые 10 °С понижения температуры воздуха.

Для охлаждения наддувочного воздуха в мощных дизелях типов 10Д100, 11Д45, Д49, Д70 и др. применяют специальные водовоздушные теплообменники (воздухоохладители), в которых по трубкам протекает вода из системы охлаждения дизеля, а пространство между ними омывается наддувочным воздухом.

На отечественных магистральных тепловозах мощностью 2200 кВт в секции и более применяют самые различные конструкции воздухоохладителей. Так, воздухоохладитель дизеля 10Д100 имеет прямоугольный трубный пучок с шахматным расположением трубок в трубных решетках. Наддувочный воздух отдает часть теплоты охлаждающей воде, которая, в свою очередь, охлаждается в одном из контуров водяной системы дизеля, устройство которой, наряду с другими вспомогательными системами тепловозных дизелей, мы рассмотрим в следующей статье.

Необходимо подчеркнуть, что применение на тепловозе любых систем охлаждения наддувочного воздуха (так же, как и систем наддува) приводит к дополнительным затратам мощности дизеля, например, на привод водяных насосов и воздушных вентиляторов, обеспечивающих работу систем охлаждения.

Отечественный и зарубежный опыт развития автономных видов тяги показывает, что несмотря на дополнительные затраты величины N_e, этот путь повышения эффективной мощности перспективен. Практически все конструкции современных магистральных тепловозов оборудуются системами наддува и охлаждения наддувочного воздуха.

Выводы. Для повышения эффективной мощности четырехтактных тепловозных дизелей в настоящее время преимущественное распространение получили двухступенчатые газотурбинные системы наддува, что позволяет достигать величин средних эффективных давлений до P_e = 2,0... 2,14 МПа; для двухтактных — комбинированный наддув и P_e = 1,0 МПа, наиболее полно обеспечивающие заданные режимы работы магистральных тепловозов.

Условное обозначение дизелей. Согласно стандарту, каждый дизель характеризуется условным обозначением, которое представляет собой сочетание чисел и заглавных букв русского алфавита, расположенных в следующем порядке: первое число — число цилиндров; далее идут заглавные буквы, характеризующие тип дизеля (Ч — четырехтактный, Д — двухтактный, Н — с наддувом); затем численные значения диаметра цилиндра и хода поршня (в сантиметрах в виде дроби). Заводы-изготовители, кроме того, присваивают дизелям свои условные заводские обозначения. Например, тепловозный дизель 2А-5Д49 Коломенского завода имеет по стандарту следующее условное обозначение: 16ЧН26/26 — 16-цилиндровый, четырехтактный дизель с наддувом, диаметр каждого цилиндра D = 26 см, ход поршня S = 26 см.

ТОПЛИВО И ТОПЛИВНАЯ АППАРАТУРА ДИЗЕЛЯ

Дизельное топливо. Топливо и воздух — пожалуй, основные компоненты, необходимые для организации рабочего процесса в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания. Так, за 1 ч работы дизеля 10Д100 тепловоза 2ТЭ10В (при максимальной мощности) в его цилиндрах сжигается примерно 480 кг жидкого топлива и подается более 15 тыс. м^3 воздуха.

Дизельное топливо является продуктом перегонки органического топлива — сырой нефти: при ее нагревании постепенно испаряются различные фракции. При температурах 35 — 50 °С из нефти сначала отделяется самая легкая фракция — бензин, который служит топливом для карбюраторных ДВС (двигателей Отто). Бензин составляет примерно 12 — 18 % исходной массы нефти (рис. 5). Затем при температурах 120 — 150 °С испаряется керосин и при температуре 180 — 360 °С — дизельное топливо. Доля дизельного топлива в исходной нефти составляет 17 — 20 %. Оставшаяся часть нефти (45 — 55 %) — мазут (см. рис. 5).

Дизельное топливо представляет собой смесь различных углеводородов сложного состава. Элементарный состав 1 кг дизельного топлива на 86,5 % состоит из углерода (С), 12,6 % — водорода (Н), 0,5 % — серы (S) и 0,4 % — кислорода (О). Необходимо отметить, что в условиях эксплуатации тепловозов повышенное содержание серы оказывает отрицательное воздействие на работу дизелей, вызывая увеличение интенсивности износа и коррозии деталей, а также загрязнение систем двигателя. Однако очистка топлива от серы является сложной и дорогостоящей операцией, поэтому даже в высококачественном дизельном топливе допускается содержание серы до 0,2 %.

Температурой самовоспламенения топлива называется наинизшая температура, при которой топливо самовоспламеняется без воздействия постороннего источника воспламенения. По опытным данным, температура самовоспламенения дизельного топлива в цилиндре в среде сжатого воздуха при давлении 3 МПа составляет около 200 °С. Но необходимо учитывать то обстоятельство, что рабочий процесс в тепловозных дизелях протекает очень быстро. Например, при частоте вращения вала дизеля Д49 (тепловоз 2ТЭ116) n_e = 1000 об/мин в каждом цилиндре поршень за одну секунду совершает около 33 ходов, т.е. на один ход поршня приходится всего 0,03 с. Для надежного самовоспламенения и полного сгорания дизельного топлива в цилиндрах тепловозных дизелей обычно создается температура воздуха в конце такта сжатия 500 — 700 °С. Такая температура воздуха достигается уменьшением объема воздуха в цилиндре за время такта сжатия в 10 — 15 и даже до 20 раз.

При полном сгорании один килограмм стандартного дизельного топлива выделяет примерно 42700 кДж тепловой энергии. Это количество тепла называется низшей теплотой сгорания топлива $Q_н$.

Запас дизельного топлива на тепловозе находится в топливном баке, который размещается, как правило, под главной рамой локомотива между его тележками.

Топливная аппаратура дизеля. Качество смесеобразования и полнота сгорания топлива в цилиндрах дизеля в значительной мере определяются работой топливной аппаратуры, к которой относятся топливные насосы высокого давления (ТНВД) с приводом и форсунки. При работе топливной аппаратуры реализуются очень высокие уровни давления топлива (до 90 МПа). Для работы при таких давлениях обычно используются топливные насосы с плунжером золотникового типа и форсунки закрытого типа.

Плунжерный насос высокого давления (рис. 6) обеспечивает требуемое давление впрыска, дозировку и подачу дизельного топлива к форсункам. Основным узлом, выполняющим подачу и дозировку цикловой подачи топлива в зависимости от нагрузки, является плунжерная пара, которая состоит из плунжера 6 и гильзы 7. Сопрягаемые поверхности плунжера и гильзы тщательно притираются друг к другу и составляют прецизионную пару, чем достигается достаточная плотность плунжерной пары. При износе или повреждении какой-либо детали заменяют всю пару.

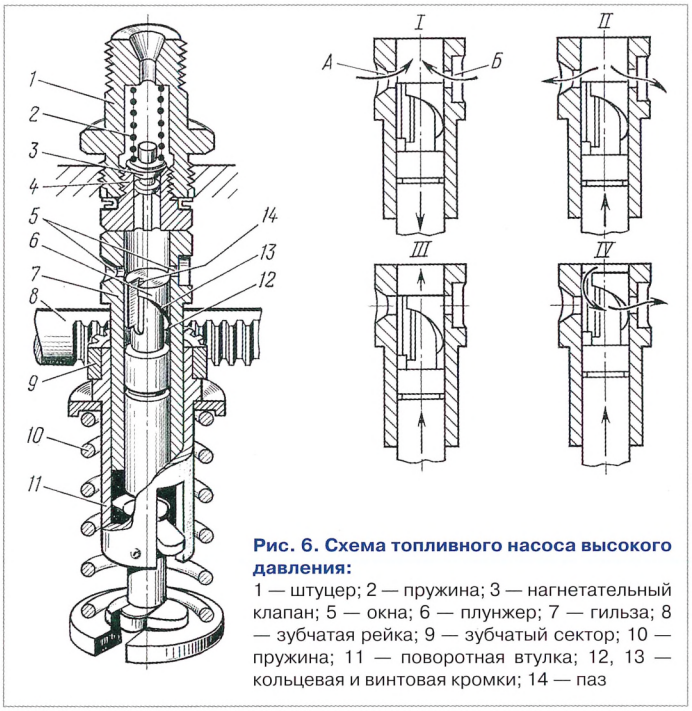


Рис. 6. Схема топливного насоса высокого давления:
1 — штуцер; 2 — пружина; 3 — нагнетательный клапан; 5 — окна; 6 — плунжер; 7 — гильза; 8 — зубчатая рейка; 9 — зубчатый сектор; 10 — пружина; 11 — поворотная втулка; 12, 13 — кольцевая и винтовая кромки; 14 — паз

Особенностью конструкции плунжера 6 насоса является наличие спиралеобразной кромки в нижней части его головки, которая используется для регулирования объема подаваемого за цикл топлива. Гильза 7 имеет одно или два окна 5 для подвода топлива. Над гильзой 7 расположено седло 4 нагнетательного клапана 3 с пружиной 2, размещенной внутри штуцера 1 (см. рис. 6).

При работе насоса плунжер совершает возвратно-поступательное движение под действием кулачка распределительного вала (на рис. 6 не показан) и возвратной пружины 10.

Работа плунжерного насоса высокого давления протекает следующим образом. При движении плунжера 6 вниз нагнетательный клапан 3 под действием пружины 2 закрыт, и в полости над плунжером создается разрежение. После открытия верхней кромкой плунжера отверстия А в гильзе 7 (рис. 6, поз. I) топливо поступает в полость над плунжером.

Под действием кулачка распределительного вала плунжер 6 начинает двигаться вверх (рис. 6, поз. II) и своей головкой вытесняет избыток топлива из полости над плунжером в топливный коллектор через отверстия А и Б в гильзе 7.

При дальнейшем движении плунжера вверх его головка сначала перекрывает отверстие А (рис. 6, поз. III) — это положение соответствует началу подачи топлива к форсунке дизеля. Так как топливо (как и любая жидкость) обладает свойством несжимаемости, гидростатическое давление топлива в полости над плунжером резко повышается, что приводит к открытию нагнетательного клапана 3, и топливо по трубопроводу высокого давления (нагнетательной трубке) поступает к форсунке дизеля (рис. 6, поз. IV). Давление топлива в полости над плунжером резко падает, нагнетательный клапан 3 под действием пружины 2 закрывается, что соответствует окончанию подачи топлива.

Изменение количества топлива, подаваемого к форсунке дизеля, достигается поворотом плунжера в гильзе с помощью зубчатой рейки 8.

Форсунка закрытого типа предназначена для впрыска топлива в распыленном состоянии и его равномерного распределения по всей камере сгорания. На современных четырехтактных дизелях преимущественное распространение получили форсунки закрытого типа с запорной иглой. Они называются закрытыми потому, что запорная игла после впрыска топлива разобщает цилиндр дизеля от трубопровода высокого давления. В качестве примера рассмотрим устройство и принцип работы форсунки дизеля типа Д49 (рис. 7).

Форсунки дизеля типа Д49 установлены в крышках цилиндров наклонно, что позволяет производить их монтаж и демонтаж без снятия крышек клапанных коробок. Плотность установки форсунки достигается посредством применения резинового кольца 9 и наличия конусной поверхности А. Форсунки крепят к крышке цилиндра дизеля типа Д49 шпильками.

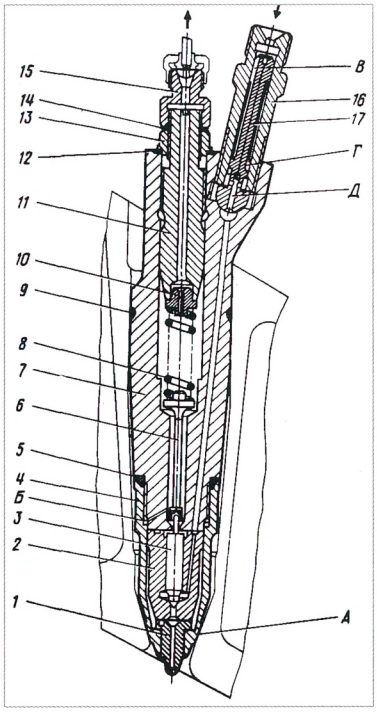


Рис. 7. Схема устройства форсунки дизелей типа Д49:
1 — сопло; 2 — корпус распылителя; 3 — игла; 4 — колпак; 5, 9 — уплотнительные кольца; 6 — штанга; 7 — корпус форсунки; 8 — пружина; 10 — тарелка; 11 — регулировочный винт; 12, 14 — прокладки; 13 — гайка; 15 — штуцер; 16 — корпус фильтра; 17 — стержень; А — конусная поверхность; Б — канал для отвода просочившегося топлива; В, Г — пазы; Д — отверстия для прохода топлива

К нижнему торцу корпуса форсунки 7 крепятся колпаком 4 корпус 2 распылителя и сопло 1. Для обеспечения одинаковой затяжки колпаков на каждом колпаке 4 нанесены риски, равномерно расположенные по окружности. В корпусе 2 распылителя размещена запорная игла 3, разобщающая внутренние полости форсунки и камеру сгорания цилиндра дизеля.

Корпус распылителя и игла представляют собой комплект прецизионной пары, т.е. игла притирается к корпусу распылителя. Игла прижимается к корпусу распылителя пружиной 8 через штангу 6. Затяжка пружины 8 регулируется поворотом винта 11, положение которого фиксируется гайкой 13. Сверху на регулировочный винт навертывается штуцер 15, к которому присоединяется трубка отвода топлива, просочившегося через зазор между иглой и корпусом распылителя.

Работа форсунки закрытого типа осуществляется следующим образом. Топливо к форсунке подводится по нагнетательной трубке от топливного насоса высокого давления и поступает в корпус 7 форсунки через щелевой фильтр, состоящий из корпуса 16 и стержня 17. Основное назначение щелевого фильтра — задерживать случайно попавшие в топливо частицы грязи. Топливо, пройдя через продольные пазы В, кольцевой зазор между корпусом и стержнем, поступает в продольные пазы Г, откуда по отверстиям Д — в канал корпуса форсунки и полость А над запорным конусом распылителя 2.

Когда сила давления подводимого топлива превысит усилие затяжки пружины 8 (примерно 20 МПа), игла поднимается, и топливо через отверстия соплового наконечника впрыскивается в распыленном состоянии в объем камеры сгорания цилиндра. После прекращения подачи топлива насосом его давление резко падает, и игла 3 под воздействием пружины 8 тотчас опускается в корпус распылителя. Быстрое закрытие иглой подачи топлива называется отсечкой. Отсечка позволяет исключить возможность подтекания и просачивания топлива в сопловое отверстие форсунки.

Сопловые отверстия обычно располагаются равномерно по окружности корпуса распылителя. Диаметр отверстий составляет 0,1 — 0,6 мм, а их число в форсунках современных дизелей — от 3 до 10.

В зависимости от частоты вращения коленчатого вала дизеля, регулируемой машинистом тепловоза позициями рукоятки контроллера машиниста, в каждый цилиндр тепловозного дизеля впрыскивается за один цикл от 0,07 до 1 г топлива. Причем впрыснуть и распылить такой объем топлива по камере сгорания нужно в сильно нагретый (до 600 °С) и сжатый (до 6 МПа) воздух в конце такта сжатия за тысячные доли секунды (0,002 — 0,008 с). Качественный впрыск топлива форсункой и его равномерное распределение по камере сгорания обеспечиваются очень высокими давлениями впрыска (20 — 120 МПа). Благодаря таким давлениям впрыска обеспечиваются скорости движения струи топлива, выходящей из сопла форсунки, 250 — 350 м/с, а затем — самовоспламенение рабочей смеси в начале такта «рабочий ход» дизеля.

Устройство и принципы работы вспомогательных систем тепловозных дизелей мы рассмотрим в следующей статье.

В.С. РУДНЕВ,
профессор МИИТа

ЭЛЕКТРОПОЕЗД ЭП^{Р} ДЛЯ БЕЛОРУССИИ

Основное и вспомогательное оборудование, системы и узлы, компоновочные решения

С 2014 г. на Белорусскую железную дорогу начались поставки пятивагонных электропоездов ЭП^{Р}5 (серии «Flirt», переменного тока 25 кВ, 50 Гц) для региональных пассажирских перевозок производства компании «Stadler Bussnang AG» (Швейцария). Основные технические характеристики нового пятивагонного поезда схожи с ранее поставленными четырехвагонными ЭП^{Г} и ЭП^{Р}4 (см. таблицу), однако имеется ряд отличий.

Система управления электропоездов состоит из управляющего оборудования, диагностического компьютера, шины подвижного состава, включая различные интерфейсы (рис. 1). Система управления на уровне электропоезда полностью дублирована, на уровне поездной секции — частично. Структура основана на концепции «Master/Listener» — ведущий/ведомый. Это означает, что она состоит из двух независимых систем управления (СУП) — одной ведущей и одной ведомой с двумя независимыми поездными шинами сетевого обмена (CAN1 и CAN2) отдельных поездных секций. Данные шины соединены посредством интерфейсного модуля с общепоездной шиной («CAN Powerline»).

Все важные сигналы считываются и выдаются посредством модулей ввода-вывода на обеих шинных системах CAN. Шина разделена на сегменты, которые соединены мостами. Таким образом, короткое замыкание в пределах одного сегмента не влияет на остальную часть шины. Модули управления приводом интегрированы в преобразователи. Функции регулирования сцепления и противоюзной защиты интегрированы в СУП. Функция противоюзной защиты реализована на собственном процессоре (ЦПУ).

К шине поездной секции подключены следующие модули:

- ☑ компьютер системы управления поезда (FLG), по одному в каждой кабине (в кабине А — ведущий по умолчанию);
- ☑ два бортовых преобразователя на каждый головной вагон;
- ☑ два дисплея (технологические параметры, сообщения диагностики) по одному на каждую кабину;
- ☑ пять блоков управления системы кондиционирования HVAC в пассажирских салонах (модули регулирования в головных вагонах осуществляют управление системами кондиционирования в кабинах), а также по одному модулю ввода-вывода обеих систем кондиционирования кабин машиниста;
- ☑ двенадцать модулей управления дверями;
- ☑ три процессора системы противоюзной защиты.

Системы, не подключенные к поездной CAN-шине, подсоединяются к информационной шине системы управления посредством модулей ввода-вывода. В частности, к ним относятся:

- модули управления туалетов;
- модули управления подножек;
- приборы обеспечения безопасности движения.

Модули ввода-вывода расположены в шкафах машинного отделения кабин управления, а также в шкафах, которые расположены в районе межвагонных переходов.

Информационная система для пассажиров управляется посредством сети Ethernet. Логические связи (кроме сигналов, связанных с безопасностью) в основном реализуются программным обеспечением. Некоторые функции, связанные с безопасностью, реализованы независимо от системы управления. Сигналы, относя-

Сравнительные технические характеристики электропоездов ЭП^{Г}, ЭП^{Р}(4) и ЭП^{Р}(5)

Технические параметры	Обозначение	
	ЭП^{Г}/ЭП^{Р}(4)	ЭП^{Р}(5)
Ширина колеи, мм	1520	
Номинальное питающее напряжение, кВ/Гц	25/50	
Длина электропоезда по осям автосцепок, мм	75200	92792
Количество вагонов	4	5
Габаритные размеры электропоезда, мм:		
ширина	3200	
высота	4400	
Ширина входной двери, мм	1300	
Число мест для сиденья	232/188	285
Масса электропоезда, т	132	155
Осевая формула	B_0'+2'+2'+2'+B_0'	B_0'+2'+2'+2'+2'+B_0'
Количество осей	10	12
Количество моторных тележек	2	
Количество ходовых тележек	3	4
Расстояние между осями, мм		
моторной тележки	2700	
ходовой тележки	2750	
Диаметр колеса колесной пары, мм		
моторной, нового/минимальный	860/800	870/800
ходовой, нового/минимальный	800/740	
Максимальная скорость, км/ч	160	
Максимальное ускорение, м/с^2	1,2	1,15
Мощность длительного режима, кВт	2000	
Максимальная мощность, кВт	2600	
Минимальный радиус проходимых кривых, м	120	

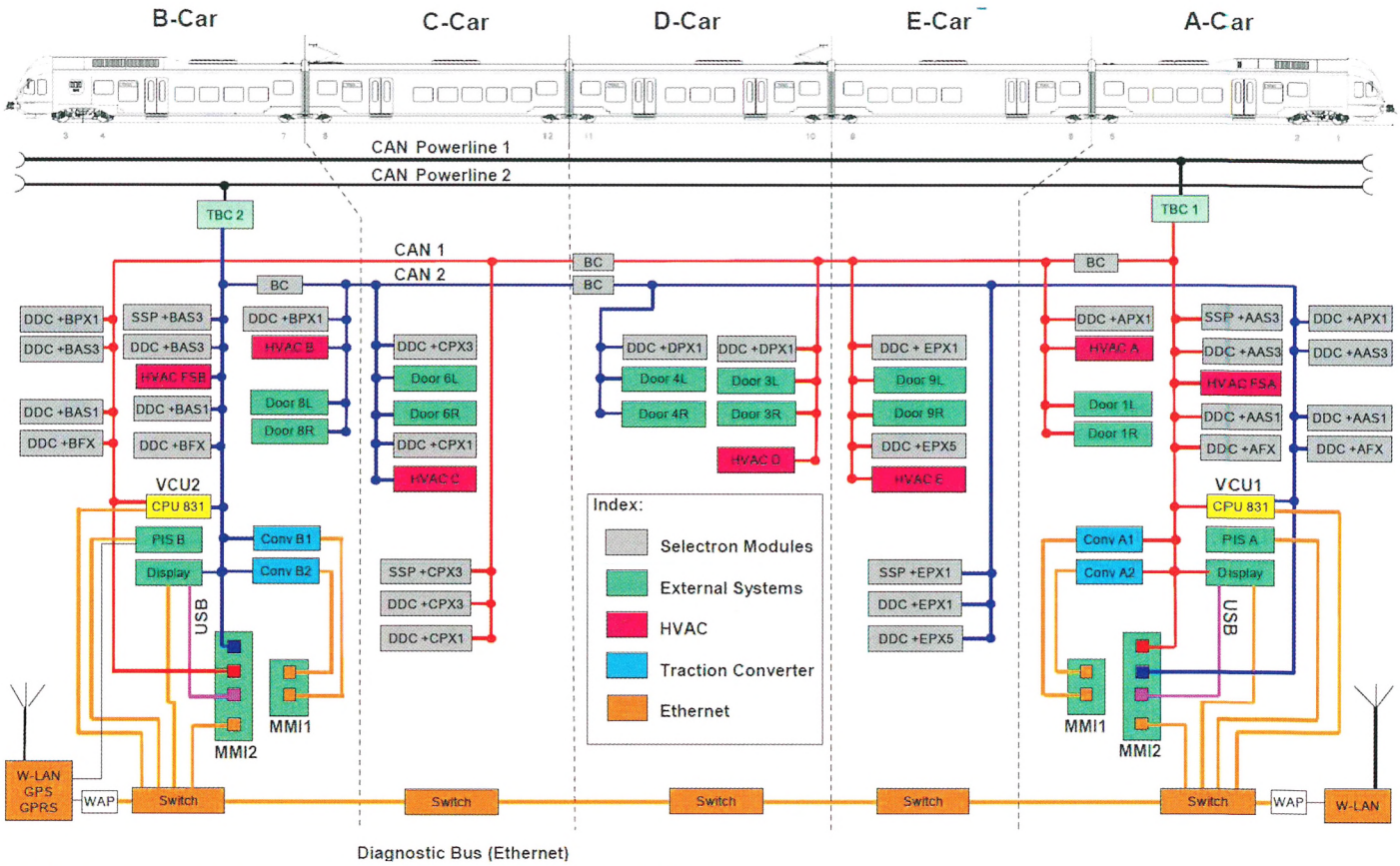


Рис. 1. Принципиальная схема системы управления электропоезда ЭПРII

щиеся к безопасности, передаются по отдельным жилам проводных систем. В каждой кабине имеется один дисплей системы диагностики, подсоединенный как к шине CAN, так и к линии Ethernet.

Тяговый привод. Компоненты тяговой передачи размещены на головных вагонах А и В. На каждом головном вагоне расположены тяговый трансформатор, два тяговых преобразователя и два асинхронных тяговых двигателя (рис. 2).

Напряжение из контактного провода снимается с помощью одного из двух токоприемников, расположенных на вагонах С и D, а затем подается на высоковольтный трансформатор напряжения (ОПН), который измеряет первичное напряжение в контактной сети, и если оно находится в пределах 17,5 — 30,5 кВ, то система управления разрешает включение главного выключателя (ГВ). После главного выключателя напряжение поступает на тяговый трансформатор, где оно понижается до 400 В, а затем подается на тяговый преобразователь и далее — на тяговый двигатель.

Для снятия напряжения с контактного провода на электропоезде установлены два однорычажных токоприемника типа RM 368, которые могут эксплуатироваться независимо от направления движения со скоростями до 200 км/ч. Чтобы избежать повреждений, каждый токоприемник оборудован устройством противоударной защиты. Это устройство состоит из воздушных каналов, расположенных в контактных накладках полоза токоприемника, и датчика давления.

При падении давления в воздушных каналах происходят срабатывание противоударной защиты, опускание токоприемника и отключение всех ГВ, а также выдается сообщение на дисплей системы диагностики. После срабатывания токоприемник блокируется, и дальнейшее движение возможно только на втором токоприемнике.

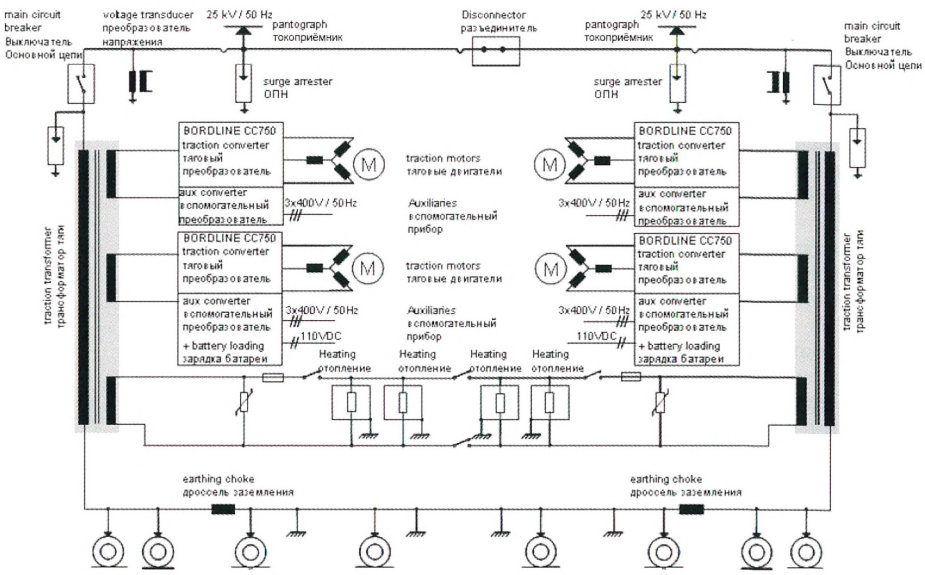


Рис.2. Схема силовой цепи электропоезда

С учетом того, что система управления поезда разрешает одновременно подъем только одного токоприемника, для питания тягового трансформатора второго головного вагона на крыше электропоезда проложен высоковольтный силовой провод. На крыше промежуточного вагона D установлен высоковольтный разъединитель, позволяющий отсоединить половину силового оборудования электропоезда в случае короткого замыкания.

Тяговый трансформатор расположен на крыше головного вагона — над кабиной машиниста. Он имеет четыре обмотки: первичную на номинальное напряжение 25 кВ, две тяговые обмотки для питания тяговых преобразователей напряжением 400 В и обмотку для питания цепей электрического отопления напряжением 400 В. Охлаждение трансформатора — принудительное, с помощью масла.

Тяговые преобразователи СС750 установлены в шкафах машинного отделения кабины машиниста с обеих сторон прохода. Они имеют принудительное водяное охлаждение. Принципиальная схема расположения тяговых преобразователей

показана на рис. 3. Основным элементом тягового преобразователя является силовой электронный модуль на IGBT-транзисторах.

Тяговый преобразователь состоит из следующих основных частей (рис. 4): выпрямителя тока сети («Line side inverter»), большого промежуточного контура постоянного тока («DC-link»), выпрямителя тока двигателя («Motor inverter»), вспомогательного преобразователя («Aux Converter»). Однофазное напряжение переменного тока подается на выпрямитель тока сети, где происходит его выпрямление.

Выпрямитель тока сети представляет собой активный выпрямитель, который используется в качестве исполнительного элемента между трансформатором и промежуточным контуром. Выпрямитель работает на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с постоянной несущей частотой 2 кГц. Выпрямленное постоянное напряжение подается в промежуточный контур, а оттуда — на выпрямитель тока двигателя и вспомогательный преобразователь.

Выпрямитель тока двигателя выполняет функцию исполнительного элемента со стороны тяговой обмотки и преобразует напряжение промежуточного контура в трехфазное выходное изменяемое напряжение с переменной частотой. Определение параметров выпрямителя тока двигателя обеспечивает работу во всех четырех квадрантах (вперед/назад — движение/торможение) и по всему диапазону частоты подключенного двигателя (примерно 1 — 170 Гц).

В режиме торможения энергия через промежуточный контур подается обратно в сеть. Выпрямитель тока двигателя работает с тактовой частотой 1 или 2 кГц на основе широтно-импульсной модуляции в зависимости от скорости движения электропоезда.

Вспомогательный преобразователь создает трехфазное выходное напряжение с ограничением по силе тока непосредственно из промежуточного контура для питания бортовой сети переменного тока. В каждый из тяговых преобразователей 2 А и 2 В встроены вспомогательные преобразователи для заряда аккумуляторной батареи.

Каждый тяговый двигатель получает питание от отдельного преобразователя. Двигатели установлены в моторных тележках под головными вагонами по два в каждой. Они имеют четырехполюсное исполнение и принудительное воздушное охлаждение. Передача вращающего момента от двигателя к колесной паре осуществляется через двухступенчатый зубчатый редуктор и полый вал. На торце оси колесной пары расположен датчик частоты вращения, сигнал от которого используется в схеме регулирования тяги и торможения, а также в устройстве противоюзной защиты.

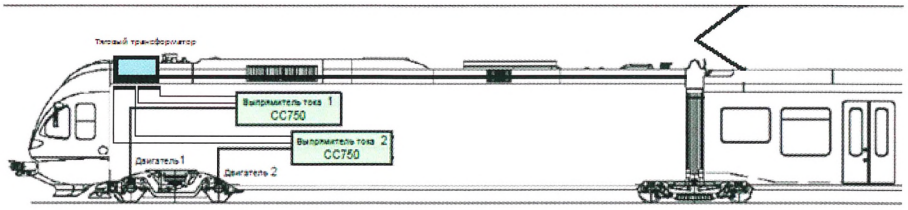


Рис. 3. Принципиальная схема расположения тяговых преобразователей на электропоезде

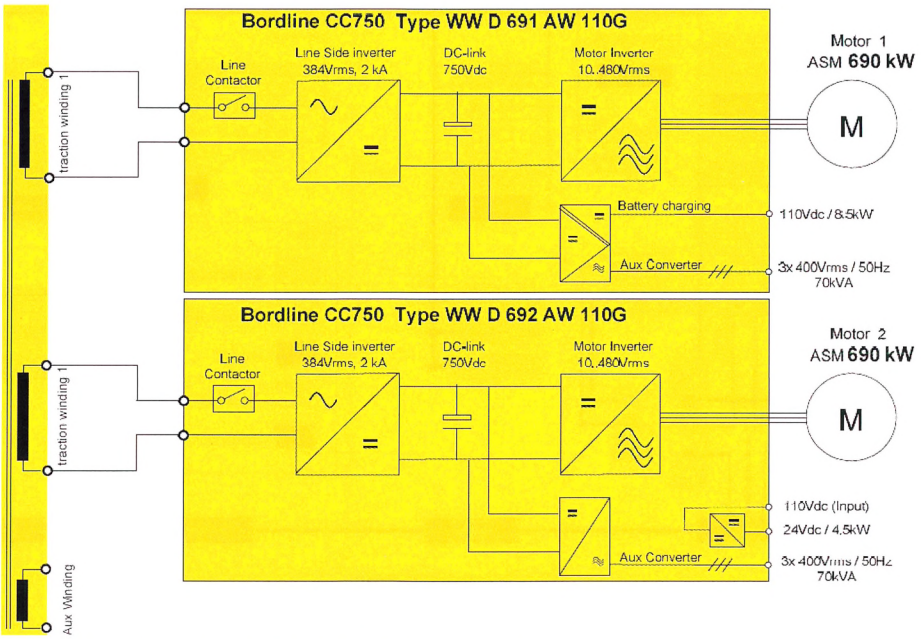


Рис. 4. Принципиальная схема тягового преобразователя

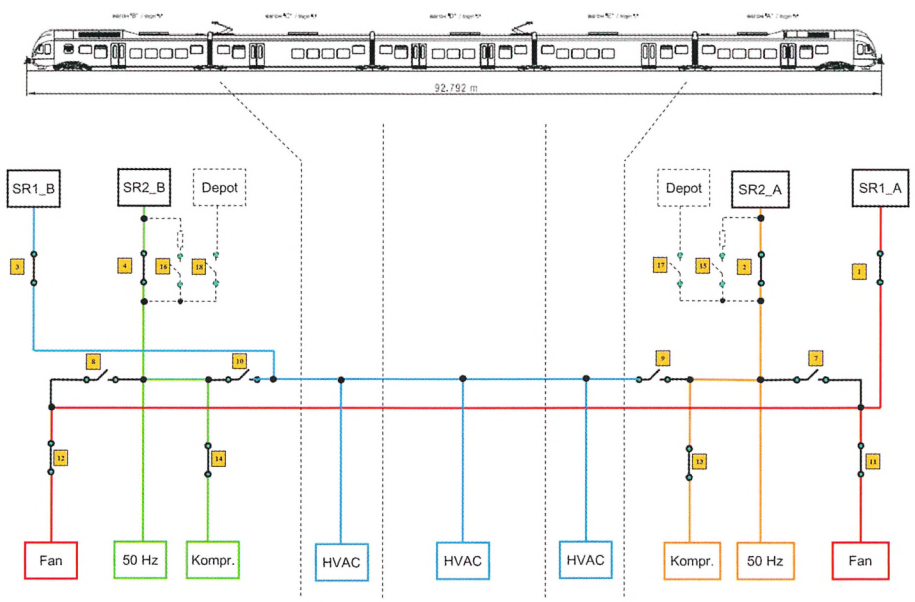


Рис. 5. Схема питания вспомогательной системы (штатный режим):
Fan — вентиляторы охлаждения тяговых двигателей, преобразователей и трансформатора; 50 Hz — кондиционеры, насосы охлаждения трансформатора и преобразователей; Kompr — главный компрессор; HVAC — кондиционеры

Система питания вспомогательных цепей. Для питания системы управления поезда, а также вспомогательных электрических машин в каждый тяговый преобразователь встроен вспомогательный преобразователь. В штатном режиме каждый вспомогательный преобразователь питает вспомогательные машины согласно схеме, приведенной на рис. 5.

При выходе из строя одного из вспомогательных преобразователей система управления перераспределяет его функции на оставшиеся преобразователи путем переключения секционных контакторов. Это позволяет обеспечить работоспособность вспомогательной системы даже при исправности только двух тяговых преобразователей. Когда одновременно выходят из строя оба преобразователя со встроенными зарядными устройствами, система управления электропоезда будет работать до тех пор, пока напряжение аккумуляторной батареи не упадет ниже 88 В.

Тормозная система. Электропоезд оборудован тремя видами тормозов: электродинамическим (рекуперативным), пневматическим и тормозом с пружинным энергоаккумулятором. При электродинамическом торможении энергия,

вырабатываемая тяговыми двигателями, используется для питания вспомогательной сети поезда, а оставшаяся энергия возвращается в контактную сеть. Если напряжение в контактной сети близко к его максимальному значению, то энергия тяговых двигателей гасится в тормозных резисторах, установленных на крыше головного вагона.

Электродинамическое торможение при помощи тяговых двигателей позволяет снизить скорость до 3 км/ч. Дальнейшее торможение осуществляется при помощи электропневматического тормоза. Значение тормозной силы в штатном режиме задается с помощью контроллера машиниста (диапазон от 0 до 47°) или задатчика скорости. Для торможения используется максимальная электрическая сила (100 %) тяговых двигателей.

Если для реализации заданной силы торможения мощности тяговых двигателей недостаточно, то система управления реализует недостающую силу торможения при помощи электропневматического тормоза немоторных осей. При срабатывании противоюзной защиты или неисправности электродинамического тормоза снижение тормозной силы компенсируется посредством частичного подключения электропневматического тормоза всех осей поезда.

Также замещение электрического торможения электропневматическим будет происходить в случае, если в момент торможения напряжение в контактной сети будет близко к максимально допускаемому.

На головных вагонах установлены главные воздушные компрессоры, предназначенные для питания поезда сжатым воздухом. В штатном режиме для питания всех потребителей достаточно производительности одного компрессора. Поэтому во время работы система управления поочередно включает главные компрессоры для подкачки воздуха. Рабочее давление в напорной магистрали поезда составляет 8 — 10 кгс/см^2, в тормозной — 5,0 кгс/см^2.

Пневматический тормоз обеспечивает остановку поезда при помощи дискового тормоза, установленного на всех колесных парах поезда. На электропоездах серии «Flirt« различают два вида пневматического тормоза: прямой и непрямой.

Принцип действия прямого тормоза аналогичен электропневматическому. Торможение прямым тормозом осуществляется при помощи рукоятки контроллера машиниста без снижения давления в тормозной магистрали. Непрямой тормоз действует аналогично принципу работы автоматического. Торможение непрямым тормозом машинист выполняет при помощи крана машиниста с разрядкой тормозной магистрали.

Чтобы управлять пневматическими тормозами, в шкафах поезда установлены пневматические панели. Для управления тормозами моторных тележек они размещены в шкафу машинного отделения соответствующего головного вагона (А и В). Панель для управления тормозами ходовых тележек № 1 — 3 расположена в шкафу промежуточного вагона С, ходовой тележки № 4 — в шкафу вагона Е.

Чтобы исключить заклинивание колесных пар при торможении, каждая ось оборудована датчиком вращения. При движении электропоезда данные о скорости вращения каждой оси постоянно обрабатываются процессором противоюзной защиты. Если в процессе пневматического торможения частота вращения одной или нескольких колесных пар становится равной нулю, то система управления поезда осуществляет сброс давления в тормозном цилиндре заклинившей колесной пары, тем самым предотвращается образование ползунов.

Чтобы предупредить образование льда на тормозных дисках при минусовых температурах окружающего воздуха, на электропоездах предусмотрен зимний режим эксплуатации тормозов. Он активируется при помощи специального поворотного выключателя, установленного в шкафу кабины головного вагона В. Когда включается зимний режим, система управления использует до 30 % мощности электропневматического тормоза при торможении электродинамическими тормозами. Этим обеспечивается постоянная очистка тормозных дисков ото льда и надежная работа тормозов поезда.

Тормоз с пружинным энергоаккумулятором устанавливается на каждой моторной оси и используется в качестве стояночного тормоза. Тормозные цилиндры моторных осей оборудованы дополнительными компонентами пружинного энергоаккумулятора. Для отпуска тормоза с пружинным энергоаккумулятором необходимо создать давление в тормозной магистрали поезда более 4,0 кгс/см^2.

Чтобы осуществлять визуальный контроль состояния пневматических тормозов, на кузове вагонов электропоезда предусмотрены тормозные индикаторы торможения. Красный индикатор сигнализирует о включенном состоянии тормоза, зеленый — тормоз отпущен. В салоне электропоезда на стене возле входных дверей установлены шесть стоп-кранов, предназначенных для остановки поезда из салона в аварийных ситуациях.

Оборудование вагонов, компоновочные решения. За счет компоновки сидений по схеме 3+2 и добавления одного вагона в пятивагонном ЭП^P увеличено число посадочных мест по сравнению с четырехвагонными электропоездами ЭП^P. Чтобы создать более комфортные условия для пассажиров, частично изменена схема размещения сидений в вагонах, уменьшено число откидных. Для перевозки багажа в каждом вагоне предусмотрены специальные стеллажи.

Для информирования пассажиров о маршруте следования в поезде установлена информационная система производства финской компании «Mitron». Система состоит из четырнадцати информационных табло, два из которых расположены над лобовыми стеклами кабин управления, а двенадцать — по бокам вагонов, возле входных дверей. Внутри вагонов имеются восемь двойных информационных дисплеев.

Салоны поезда оборудованы системой видеонаблюдения. Она предназначена для контроля обстановки в пассажирских салонах и посадочных зонах поезда и тем самым для обеспечения безопасности пассажиров и предотвращения случаев вандализма. Камеры видеонаблюдения размещаются в пассажирских салонах и посадочных зонах. Предусмотрена возможность просмотра изображения с одной камеры в реальном времени. В каждой кабине машиниста установлено по одной камере наружного наблюдения.

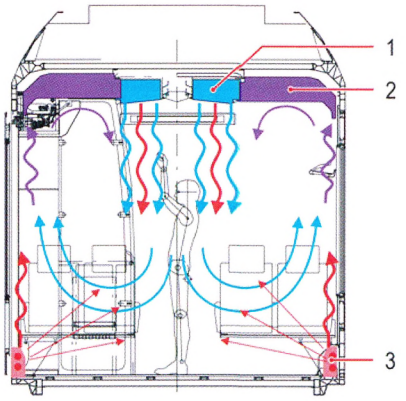


Рис. 6. Схема системы отопления/охлаждения и кондиционирования на электропоезде ЭП^{P}II:
Циркуляция воздуха в пассажирском салоне
1 — канал подвода свежего воздуха; 2 — вытяжной канал кондиционера; 3 — электрический конвекционный радиатор

Пятивагонный электропоезд имеет двенадцать двухстворчатых входных дверей с обеих сторон, как у четырехвагонного. Конструкция кузова вагонов и тележек также аналогичная четырехвагонным поездам. Каждый вагон электропоезда оснащен компактной установкой для кондиционирования воздуха. Для кабин машиниста предусмотрены отдельные установки кондиционирования.

Система отопления дополняется электрическими конвекционными радиаторами (рис. 6), которые расположены вдоль боковых стен салона. В дверных стойках входных дверей и в переходах установлены нагнетатели горячего воздуха. Подогреваемые панели пола на входных площадках обеспечивают дополнительный обогрев.

Отличительной особенностью системы отопления пятивагонных поездов является наличие рекуператора тепла, расположенного на крыше вагона. Воздух из пассажирского салона с помощью вентилятора вытягивается через пазы между потолком и боковой стенкой в пространство крыши и оттуда — в рекуператор тепла, где он используется в теплообменнике для подогрева поступающего воздуха. Это позволяет значительно экономить электроэнергию на подогрев воздуха внутри салонов в холодное время года.

Управление системой кондиционирования осуществляется в автоматическом режиме, однако машинист может корректировать заданную температуру в пассажирских салонах в пределах ±2 °С.

С.Е. ТКАЧЕНКО,
заместитель начальника отдела
службы локомотивного хозяйства
Белорусской дороги,
Д.Г. КОНДРАТЕНКО,
машинист-инструктор
моторвагонного депо Минск

МАНЕВРОВЫЙ ТЯГОВЫЙ МОДУЛЬ МТМ

Акционерное общество «Калугапутьмаш» входит в группу машиностроительных заводов холдинга «Синара — Транспортные Машины» и является одним из лидеров путевого машиностроения Российской Федерации. В 2015 г. на предприятии создан, испытан и представлен заказчикам маневровый тяговый модуль МТМ-45М с возможностью дистанционного радиоуправления. Цель создания маневрового модуля — предоставить заказчикам недорогую тяговую машину в качестве альтернативы маневровым локомотивам, прежде всего для нужд предприятий промышленности, промышленного железнодорожного транспорта, сортировочных станций и др. Помимо ценового фактора, при проектировании особое внимание уделялось обеспечению низкой стоимости эксплуатации, простоте и надежности конструкции и, как результат, простоте обслуживания модуля.

Маневровый тяговый модуль МТМ-45М (далее модуль) представляет собой радиоуправляемое двухосное тяговое устройство, имеющее привод от дизельного двигателя ЯМЗ6501.10 мощностью 266 кВт, 1900 об/мин, гидростатическую трансмиссию и поездную тормозную систему.

Модуль изготовлен для эксплуатации на участках железнодорожного пути с радиусом прохождения кривых до 40 м при температурах окружающего воздуха от минус 30 до плюс 40 °С.

Вес модуля составляет 50 т. Он обеспечивает силу тяги не менее 135 кН, что позволяет буксировать на ровном участке составы весом до 2000 т. Максимальная скорость передвижения — 14 км/ч.

Рама модуля представляет собой сварную толстолистовую конструкцию, с автосцепками СА-3, оборудованными пневматическими механизмами авторасцепа. Кузов капотного типа, установленный на раме, является сварной конструкцией, в которой располагаются силовая установка и основное оборудование.

Силовая установка состоит из:

- двигателя с системой запуска и контроля рабочих параметров;
- винтового компрессора, обеспечивающего работу тормозной и рабочей пневмосистем;
- источника электроэнергии для пуска двигателя, питания систем освещения, сигнализации и управления.

Силовая установка оборудована системой подогрева охлаждающей жидкости дизеля, что дает возможность запускать дизель в условиях отрицательных температур окружающего воздуха.

Экипажная часть состоит из двух приводных колесных пар. На каждой установлен осевой и планетарный редукторы с приводом от гидромотора и дисковый тормоз. В конструкции осевого редуктора предусмотрено механическое отключение привода от гидромотора для принудительной буксировки модуля.

Система управления модуля обеспечивает его работу как с дистанционного радиопульта (основной режим), так и с установленных на модуле стационарных шкафа управления с одной стороны и пульта управления с другой стороны (резервный режим). Контрольные параметры работы силовой установки модуля отображаются на дисплее стационарного шкафа управления. Радиус действия радиоуправления — не более 1 км.

Модуль оборудован необходимым местным и наружным освещением, звуковыми сигналами и проблесковыми маячками.

Конструкция и компоновка составных частей модуля обеспечивают свободный доступ при обслуживании, удобный монтаж и демонтаж при ремонтах.

Емкость топливного бака дает возможность непрерывной работы модуля без дозаправки в течение не менее 8 ч.

Основные параметры модуля:

Ширина колеи, мм	1520
Длина по осям автосцепок, мм	8300
Максимальная ширина, мм	3000
Максимальная высота, мм	4500
Межосевое расстояние, мм	2620
Максимальная сила тяги, не менее, кН	135
Масса, не более, т	50
Объем топливного бака, л	500
Объем гидробака, л	300
Суммарный объем воздушных резервуаров, л	350
Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, не более, тс	25
Максимальная скорость медленного режима, не более, км/ч	7
Максимальная скорость быстрого режима, не более, км/ч	14
Габарит по ГОСТ 9238-2013	02-ВМ
Обслуживающий персонал, чел.	1
Минимальный радиус проходимой кривой, м, не менее	40
Удержание модуля стояночным тормозом на уклоне, ‰, не более	40
Расход топлива на холостом ходу дизеля, л/ч	3,8 ± 0,2

Модуль МТМ обладает рядом преимуществ по сравнению с маневровыми тепловозами, которые применяются на промышленных предприятиях на сегодняшний момент, а именно:

❶ простота конструкции и трансмиссии, что сводит обслуживание модуля к периодическим осмотрам и контролю уровня масла и топлива, а также замене масла с периодичностью 1 раз за 5000 ч работы;

❷ возможность управления модулем как с площадки (со стационарного пульта), так и с помощью радиоуправления (дистанционный переносной пульт управления). Это позволяет обходиться при работе одним обслуживающим оператором-машинистом и ускорять процесс маневровых работ;

❸ оснащение автосцепок пневмокамерами для управляемого расцепа, что дает возможность расцеплять состав с модулем с дистанционного пульта управления;

❹ оборудование подогрева рабочих систем во время стоянки при отрицательных температурах от источников электропитания 220 В, что позволяет хранить модуль в любом месте;

❺ относительно невысокая стоимость модуля, а также более низкие по сравнению с маневровыми тепловозами эксплуатационные расходы и затраты на техническое обслуживание.

E-mail: marketing@kalugaputmash.ru
Тел. (4842) 50-51-63, 50-53-42

Проект железнодорожного вокзала в Ялте

ПРОЕКТЫ ЯЛТИНСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

На рубеже XIX — XX веков был разработан ряд проектов соединения южного берега Крыма с железнодорожной сетью России. Одна из правительственных комиссий, созданная для рассмотрения этих проектов, пришла к выводу, что строительство данной железной дороги имеет большое государственное значение, несмотря на ее сравнительно небольшую протяженность.

В заключении комиссии, в частности, говорилось: «Уже давно на Крым обращено внимание как на единственный ближайший к остальной России пункт, где отечественные климатические и природные условия в сочетании с теплым морем создают наилучшую обстановку для лечения горным воздухом, теплом, солнцем, лечебным виноградом и морскими купаниями. При огромности России и многочисленности ее населения количество больных, нуждающихся в климатическом лечении, количество переутомленных и с расшатанными нервами людей весьма велико. Доступ же им в Крым затруднителен, сообщение дорого, а в связи с этим и жизнь дорога и лишена необходимых удобств, вследствие чего весьма значительный контингент лиц вынужден искать облегчения своих страданий и отдыха в непривычной обстановке на заграничных курортах, куда ежегодно безвозвратно уходит огромное количество русского золота. Удешевление проезда и улучшение жизненных условий для малоимущего класса, несомненно, будет способствовать расширению контингента лиц, которым окажутся доступными благодатные естественные условия Крыма. Это может содействовать оздоровлению населения коренной России, а вместе с тем сохранит в стране миллионы русских денег, расходуемых ныне заграницей». Удивительно, насколько современен текст данного заключения!

В середине 80-х годов XIX столетия управляющий Лозово-Севастопольской железной дороги инженер Ф.Ф. Баталин впервые предложил соединить станцию Инкерман отдельной линией с Ялтой. Летом 1886 г. он провел изыскания предполагаемой трассы длиной 76 км. На линии проектировалось 5 станций — Балаклава, Ласпи, Кастрополь, Алупка и Ялта, три полустанка — Форос, Симеиз и Ореанда и десять пассажирских платформ — Мшатка, Мелас, Мухалатка, Киченец, Лимены, Мисхор, Ай-Тодор, Ливадия и две запасных. Предусматривалось сооружение 17 тоннелей, а средняя стоимость одной версты дороги оценивалась в 42 тыс. руб.

Предложения Баталина не вызвали большого энтузиазма у государственных чинов. Однако настойчивый инженер в 1895 г. разработал новый проект приморской дороги от Севастополя до Ялты и Гурзуфа. По сравнению с первым проектом в него были внесены значительные технические изменения. Вместо дороги нормальной колеи Баталин предложил строить узкоколейную шириной в 1 м с движением по ней паровых трамваев.

Согласно новому проекту, дорога должна была проходить от Севастополя вдоль Балаклавского шоссе, а затем от Балаклавы до Ялты по берегу моря. Весь прибрежный участок проектировался на высоте от 4 до 10 м над уровнем моря по выемкам на откосах скал и на крутых участках берега или по насыпям с подпорными стенками. При таком расположении пути трасса предполагаемой дороги проходила по неудобным землям и при ее прокладке не требовалось сноса ни одной постройки. На пути от Севастополя до Ялты проектом предусматривалась постройка 13 станций, 12 платформ, 11 тоннелей и 63 малых каменных моста. Общая стоимость дороги оценивалась в 3,5 млн. руб., что составляло около 43 тыс. руб. за 1 км.

На этот раз городские думы Севастополя, Ялты и Балаклавы поддержали проект. Об этом решении узнал известный электротехник И.В. Романов, который предложил заменить паровую тягу на электрическую и разработал проект электрификации этой дороги на постоянном токе.

В 1897 г. проект Ф.Ф. Баталина и И.В. Романова по сооружению узкоколейной железной дороги с электрической тягой от Севастополя до Ялты был подан на рассмотрение в министерства путей сообщения и финансов. Одновременно здесь обсуждались еще два проекта крымской дороги. Один из них был предложен Московским обществом подъездных железнодорожных путей России. Его авторы (один из которых — известный инженер путей сообщения Н.А. Сытенко) предлагали построить подъездные пути между Симферополем и Алуштой и далее протянуть железнодорожную ветку на Гурзуф и Ялту общей длиной 112 км.

Другим проектом (предприниматели — камер-юнкер Р.К. фон-Гартман, надворный советник В.Н. Герард и купец 1-й гильдии П.Н. Ушаков) предусматривалось сооружение узкоколейной железной дороги от Ялты через хребет Яйла до Бахчисарая протяжением 72,5 км. Горный участок этой линии с крутыми подъемами и спусками (от Ялты в долину реки Кача) длиной около 35 км представлял собой, согласно проекту, дорогу «зубчатой системы Абта» по типу швейцарских горных дорог с электрической тягой. Между рельсами укладывали и надежно закрепляли на 5 см выше уровня их головки две продольные зубчатые полосы.

Движение поездов осуществлялось 11-тонными электровозами. На каждой из двух осей локомотива устанавливался трехфазный асинхронный двигатель мощностью 90 л.с. Он вращал зубчатые колеса с двойными рядами зубцов, которые зацеплялись с обеими полосами пути, что обеспечивало движение поезда.

Такую уникальную дорогу с колеей в 1 м на вершину горы Горнеграт высотой 3100 м с наибольшим подъемом 20 ‰ и минимальным радиусом кривых 80 м и видел в Швейцарии во время служебной командировки инженер путей сообщения, впоследствии выдающийся электротехник Г.О. Графтио. Электроснабжение производилось на трехфазном переменном токе от электростанции, работавшей на энергии горной реки. Дорога имела большой успех у многочисленных туристов.

Швейцарский опыт Г.О. Графтио и предложил использовать при строительстве дороги Ялта — Бахчисарай, им же был разработан проект ее электрической части. Движение на горном «зубчатом» участке дороги планировалось со скоростью 7 км/ч, а на остальной трассе — до 40 км/ч. Графтио выполнил и экономическую часть проекта, показав финансовую выгоду ее строительства.

После длительного рассмотрения всех проектов правительственная комиссия отдала предпочтение последнему варианту ввиду минимального протяжения дороги Ялта — Бахчисарай и возможности создания лечебно-оздоровительных и дачных поселков в живописных горных местностях, окружающих Ялту. Однако, как писала газета «Крымский курьер» от 15 июля 1901 г., «В то время как правительство высказывает готовность сделать все, что только возможно ради осуществления предприятия одновременно происходит неблаговидная спекуляция землями района, могущего быть затронутого дорогой.... Спекуляция оживает и мечется, сломя голову, что делает все более и более затруднительным осуществление спроектированной дороги.... Мы должны не заботиться о том, чтобы сорвать с дороги клочок выгоды, а подумать о том, что нужны серьезные жертвы ради общего блага». Но никто из землевладельцев на жертвы не пошел. По этой и другим причинам учредители дороги Ялта — Бахчисарай, несмотря на многократные отсрочки,

не смогли набрать необходимую сумму уставного капитала и концессия не состоялась.

В 1902 г. владелец имения Симеиз генерал-лейтенант С.И. Мальцев предложил после проведения изысканий проект железной дороги, соединяющей Севастопольский вокзал Курско-Харьково-Севастопольской дороги с Ялтой. Трасса должна была пройти через Варнутскую и Байдарскую долины, Форос, Мухалатку, Кучук-Кой, Кекенеиз, Симеиз, Алупку и Гаспру. Длина этой дороги с паровой тягой составляла по проекту 80 км.

Одновременно в Департамент железнодорожных дел поступило ходатайство инженера путей сообщения С.Н. Чаева и статского советника А.Н. Познанского разрешить им образовать «Акционерное общество Крымских электрических железных дорог» для постройки и эксплуатации электрической железной дороги от Бахчисарая до Ялты через хребет Яйла длиной 72 км с ветками на Алушту и Симеиз общей длиной 120 км. Проект электрификации участка Бахчисарай — Ялта вновь был составлен электротехником Г.О. Графтио. Он предусматривал электрификацию на трехфазном переменном токе с одновременным строительством специальной гидроэлектростанции для электроснабжения дороги.

На специальное заседание Комиссии по строительству новых дорог были приглашены представители из Симферополя, Севастополя, Ялты, Алушты и предприниматели обоих проектов. Было решено провести дополнительные изыскания вариантов предполагаемых трасс с целью выбора оптимального направления, ширины колеи и вида тяги. Такие изыскания провел инженер Н.Г. Гарин-Михайловский. Однако начавшаяся русско-японская война и другие события приостановили решение вопроса о строительстве Крымской дороги.

В 1909 г. инженер С.Н. Чаев и почетный член Русского технического общества Д.П. Кандауров вновь возбудили ходатайство о разрешении строительства Ялта-Бахчисарайской железной дороги. Проект был детально проработан. Особенно впечатляюще выглядело здание будущего железнодорожного вокзала в Ялте. В дополнение к этой дороге инженером С.Н. Чаевым были составлены подробные чертежи линии электрического трамвая Алушта — Симеиз через Гурзуф, Ай-Даниль, Массандру, Ливадию, Кореиз, Мисхор и Алупку.

Однако представители Севастополя, обиженные тем, что будут лишены железнодорожного сообщения с Ялтой, выступили против строительства дороги Бахчисарай — Ялта. Их поддержал, не забывая своих интересов, владелец имения Форос московский миллионер Г.К. Ушков. В июне 1909 г. он обратился в министерства путей сообщения и финансов с ходатайством о разрешении на постройку линии электрического трамвая от Севастополя до Алушты через Ялту. Одновременно поступило предложение от князя Святополк-Мирского о строительстве железной дороги Севастополь — Ялта по проекту умершего к тому времени инженера Н.Г. Гарина-Михайловского.

Комиссия министерства отдала предпочтение предложению Г.К. Ушкова. Решающим аргументом в пользу его менее проработанного проекта по сравнению с предложенным С.Н. Чаевым и Д.П. Кандауровым послужило то, что он брал все финансирование строительства на себя и не требовал никаких гарантий и приплат от государственной казны. Журнал «Железнодорожное дело» скептически оценил это решение Комиссии, написав: «Уважение ходатайства Г.К. Ушкова заслуживает скорее упрека, а не уважения. Ведь и в других сферах деятельности правительство не раз стремилось уступками снискать расположение московских капиталистов и не раз в этом разочаровывалось».

Выступление журнала оказалось пророческим. После многократных отсрочек, предоставленных правительством, Г.К. Ушков учредил акционерное общество под названием «Общество Крымской электрической южнобережной железной дороги» со смешанным русско-английским капиталом. Однако к строительству дороги акционеры так и не приступили. Начавшаяся вскоре первая мировая, а затем и гражданская войны сняли вопрос о строительстве Крымской дороги.

В конце 1950-х годов вместо электрической железной дороги была пущена в эксплуатацию троллейбусная линия Симферополь — Алушта — Ялта. Проект железной дороги, соединяющей Ялту с железнодорожной сетью, так и не был реализован. Воплощение в жизнь такого проекта в наши дни, с учетом новейших достижений в области транспортного строительства, позволила бы сделать более удобной и комфортабельной поездку на южный берег Крыма.

Канд. техн. наук **Г.С. КАСАТКИН**,
инж. **М.А. КАСАТКИНА**,
г. Москва

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Дизель-поезд ДП-М начинает курсировать на Московской дороге

На станции Голутвин Московской дороги в присутствии министра транспорта Московской области М.Г. Олейника состоялась презентация ввода в эксплуатацию новейшего дизель-поезда ДП-М, изготовленного на ОАО «Метровагонмаш» (г. Мытищи Московской области, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг»). Новый поезд начинает курсировать на линии Голутвин — Озёры.

ДП-М был передан Центральной пригородной пассажирской компании в декабре 2015 г. Это первый российский дизель-поезд, в котором силовой модуль располагается не в подвагонном пространстве, а в отдельном, специальном тяговом модуле со сквозным проходом. Этот модуль разработан компанией «Stadler» (Швейцария). Благодаря новой компоновке удалось добиться снижения уровня вибрации и шума в пассажирских салонах.

Большое внимание уделено созданию условий для комфортабельного проезда маломобильных пассажиров: каждый головной вагон оснащен местами для инвалидов в креслах-колясках и устройствами для их посадки-высадки. В головных вагонах находятся туалетные модули, которые также спроектированы с учетом потребностей пассажиров с ограниченными возможностями.

Мониторинг внутренней обстановки в вагонах обеспечивает система видеонаблюдения. Для информирования пассажиров салоны оборудованы современной визуальной и звуковой информационной системой. Кабины машиниста и пассажирские салоны оснащены системами кондиционирования воздуха и вентиляции, которые могут функционировать в режимах обогрева, охлаждения и вентиляции.

Согласно подписанному договору завод-изготовитель обязался осуществлять плановое сервисное обслуживание поезда в течение 30 лет с момента ввода в эксплуатацию. Сервисная служба завода будет выполнять техническое обслуживание (ТО-3, визуальный осмотр и замену при необходимости расходных материалов), ТР-1 и ТР-2 (текущий ремонт, совместно с эксплуатационным депо). Кроме того, сотрудники «Метровагонмаша» будут проводить комплекс работ, связанных с обслуживанием силового модуля, а по мере достижения контрольных показателей пробега — капитальные ремонты поезда КР-1 и КР-2.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ США

В марте 2015 г. компания-оператор «Central California Traction» (CCT) получила два маневровых тепловоза серии CoGeneration™ (рис. 1) производства компании «Brookville Equipment Corp». На тепловозе установлены два дизеля мощностью по 600 л.с. компании «Cummins Inc.», которые соответствуют нормам Агентства по защите окружающей среды США (EPA) по выбросам вредных веществ в атмосферу уровня Tier 4.

В соответствии с нормами этого уровня все новые дизели, которыми оборудуют тепловозы с начала прошлого года, должны значительно, по сравнению с нормами Tier 1, 2 и 3, уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу. Нормы Tier 4 требуют более чем на 90 % снижения оксидов азота (NO_x) и твердых частиц (PM) по сравнению с нормами Tier 1 (приняты в 1996 г.) и более чем на 70 % по сравнению с нормами Tier 3 (приняты в 2005 г.).

Как утверждает главный менеджер компании «Brookville Equipment Corp.», тепловоз серии CoGeneration™ не только потребляет на 47 % меньше топлива по сравнению с маневровым тепловозом серии SW1500, но он имеет также лучшие эксплуатационные характеристики и более экологически чистый. Компания-оператор CCT обслуживает участок длиной 112 км между Стоктоном и Сакраменто и намечает приобрести два тепловоза, которые удовлетворяют требованиям Tier 4, в 2016 г. и два — в 2017 г.

Другая компания — «GE Transportation» также выпускает тепловозы, отвечающие нормам Tier 4. Экологически чистый тепловоз серии Evolution™ (рис. 2) был изготовлен в 2012 г. и в 2013 г. прошел испытания. Он оснащен 12-цилиндровым дизелем серии EVO и более 200 датчиками, осуществляющими мониторинг работоспособности локомотива. На тепловозе нет необходимости применять технологии селективной каталитической нейтрализации, поскольку дизель спроектирован так, что выбросы вредных веществ в атмосферу уменьшены на 70 % по сравнению с нормами Tier 3.

Эта компания разрабатывает тепловозы серии Evolution™ с 2005 г. и уже потратила на эти цели около 600 млн. долларов. Причем, более 200 млн. долларов были затрачены на разработку модели, отвечающей нормам Tier 4. Компания «GE Transportation» принимает заказы на тепловозы Evolution™ с 2005 г. Всего получено около 1300 заявок с поставкой локомотивов в 2015 — 2017 гг.

Предусматривалось, что уже к концу 2015 г. примерно 400 — 500 тепловозов серии Evolution™, которые отвечают нормам Tier 4, поступят в эксплуатацию на четыре железные дороги США. Компания изготавливает тепловозы на двух заводах: Форт Уэрт (штат Техас) и Эри (штат Пенсильвания).

Еще одна компания — «Progress Rail Services Corp.» в этом году выпустит тепловоз серии SD70Ace-T4™ (рис. 3). Он оснащен 12-цилиндровым дизелем серии EMD 1010 и асинхронными тяговыми двигателями. Тепловоз отвечает нормам Tier 4 без установки дополнительных устройств очистки выхлопных газов. Дизель позволяет экономить до 5 % топлива. Пять тепловозов этой серии проходят испытания: три — на испытательном полигоне компании EMD в Лагранже (штат Иллинойс) и два — в Транспортном технологическом центре в Пуэбло.

Рис. 1. Маневровый тепловоз серии CoGeneration™

Рис. 2. Тепловоз серии Evolution™

Рис. 3. Тепловоз серии SD70Ace-T4™

Рис. 4. Тепловоз серии NREX

Рис. 5. Тепловоз серии RP

Рис. 6. Тепловоз серии LEAF®

Известная корпорация NRE в соответствии с программой N-ViroMotive выпускает маневровые тепловозы серии NREX (рис. 4), оснащенные дизелем компании «Cummins» мощностью 600 л.с. Эти локомотивы также по своим параметрам соответствуют нормам Tier 4. В августе 2015 г. маневровый тепловоз серии NREX стал первым в штате Калифорния, отвечающим нормам Tier 4 после проведения интенсивных испытаний в течение 3 тыс. локомотиво-ч. Разрабатывается новая модель тепловоза — с дизелем компании «Scania» (Швеция) мощностью 700 л.с. Его испытания намечены на 2016 г.

Следующая компания — «R.J. Corman Railpower» — изготавливает маневровые тепловозы серии RP (рис. 5), которые также отвечают нормам Tier 4. Тепловозы серии RP оснащаются трехдизельными силовыми установками QSX15 американской компании «Cummins» или дизелем немецкой компании «Deutz AG».

В конце 2015 г. компания «R.J. Corman Railpower» намечала передать железным дорогам США первого класса 14 тепловозов серии RP. Для проведения испытаний необходимо, чтобы они находились в эксплуатации не менее 3 тыс. локомотиво-ч.

Компания «Railserve Inc.» выпускает тепловозы серии LEAF® (рис. 6), также удовлетворяющих нормам Tier 4. Они оснащаются дизелем мощностью 600 л.с. компании «Cummins».

Компании «Cummins» и «Siemens» планируют совместно построить пассажирский тепловоз серии «Charger» (рис. 7), отвечаю-

Рис. 7. Макет тепловоза серии «Charger»

щий нормам Tier 4. Он будет оснащен 16-цилиндровым дизелем мощностью 4400 л.с. Конструкционная скорость тепловоза — 200 км/ч. Получены заказы от департаментов транспорта штатов Калифорния, Иллинойс, Мичиган, Миссури, Вашингтон и др.

В опубликованном журналом «Progressive Railroading» обзоре отмечается, что поскольку нормы по выбросам вредных веществ в атмосферу постоянно ужесточаются, то компании-операторы будут вынуждены покупать более экологически чистые тепловозы.

По материалам журнала «Progressive Railroading»

П.А. ПОЛИН,
заместитель начальника отдела ЦНТИБ ОАО «РЖД»

Выразить мнение о представленных в обзоре новых тепловозах для железных дорог США, которые соответствуют требованиям EPA по выбросам вредных веществ в атмосферу уровня Tier 4, редакция попросила заведующего отделением «Тяговый подвижной состав» ОАО «ВНИИЖТ» канд. техн. наук А.В. ЗАРУЧЕЙСКОГО.

Основным производителем маневровых тепловозов в США являлась компания EMD, которая в силу экономических причин в середине 80-х годов прошлого века прекратила изготавливать локомотивы этого назначения. Эксплуатируемый сегодня маневровый парк составляют, главным образом, тепловозы с двухтактными дизелями моделей 567 и 645. В течение длительного периода на рынке маневровых локомотивов значительных изменений не происходило. Потребность в тепловозах обеспечивалась их капитальным ремонтом.

Некоторое количество тепловозов было модернизировано с заменой силового, вспомогательного оборудования, а также кузова и кабины. Наибольшего успеха в этом добилась компания «Motive Power» (дочерняя компании «Wabtec»). (Для сравнения: в России производство маневровых тепловозов практически не прекращалось, а параллельно этому проводились работы по глубокой модернизации эксплуатируемых тепловозов.)

С введением в США новых требований Агентства по защите окружающей среды к вредным выбросам оказалось, что тепловозных дизелей необходимой мощности (1000 — 1500 кВт), соответствующих нормативам EPA для маневровых тепловозов, на рынке нет. Единственным двигателем оказался двигатель «Cummins» типа QSK19R мощностью 560 кВт. Выход из положения был найден в создании многодизельных тепловозов.

Как показано в обзоре, в сложившихся условиях многие компании создали свои модели тепловозов. Когда на такие тепловозы появился спрос, то свой дизель, отвечающий новым нормативам EPA, предложила компания EMD. Однако она опоздала с выводом своего двигателя на рынок. Сегодня уже созданы и выпускаются дизели требуемых для тепловозов мощностей, которые отвечают современным экологическим нормативам.

Безусловно, двигатели, отвечающие новым требованиям EPA, сложнее и дороже двигателей предыдущих поколений. Они уступают им и по топливной экономичности. Однако величина штрафов за выбросы вредных веществ перекрывает увеличение расходов на дизельное топливо, ремонт и обслуживание дизелей.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

На Брянском заводе появился первый в России тренажер тепловоза 2ТЭ25КМ

В учебном центре им. Марии Тенишевой Брянского машиностроительного завода (АО «УК "БМЗ"», входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») специалисты Проектного конструкторского бюро локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» и «АВП Технология» (г. Москва) установили первый в России интерактивный тренажер, полностью имитирующий кабину машиниста тепловоза 2ТЭ25КМ. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

На базе учебного центра машинисты локомотивных депо осваивают конструктивные особенности и правила эксплуатации нескольких серий локомотивов, в том числе теперь и нового двухсекционного магистрального тепловоза 2ТЭ25КМ.

Курс включает теоретические и практические занятия. Машинистов-инструкторов знакомят с устройством и основными характеристиками нового тепловоза, а также особенностями управления и способами устранения неисправностей.

Раньше практические навыки вождения локомотива обучающиеся получали на реальном тепловозе. Теперь появилась возможность, не выходя из класса, пройти весь необходимый курс.

Использование тренажера позволяет сократить расходы на подготовку специалистов, поскольку большая часть практических занятий будет перенесена с производственной площадки в кабинеты учебного центра. Существенно экономится топливо, которое необходимо для учебных поездок.

Уникальность комплекса состоит в том, что в процессе обучения можно смоделировать любые, в том числе нештатные ситуации, возможные при эксплуатации. Это достигается благодаря установленным на тренажере обзорным экранам, транслирующим запись движения тепловоза.

— В Трансмашхолдинге уделяют большое внимание взаимодействию с потребителями, важным элементом которого является обучение персонала, — говорит начальник учебного центра БМЗ Владислав Яин. — Появление тренажера позволит обеспечить более высокий уровень обучения, а в дальнейшем — грамотную, высококвалифицированную эксплуатацию наших современных локомотивов.

В 2015 г. на базе центра особенности конструкции и управления новыми тепловозами изучили более 400 специалистов дирекций тяги ОАО «РЖД» и сервисных организаций.

Похожие тренажеры для обучения машинистов используются также на Новочеркасском электровозостроительном заводе. В учебном центре этого предприятия установлены имитаторы кабин электровозов 2ЭС5К и ЭП20.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

Читайте в ближайших номерах:

- На XXXII съезде Роспрофжел подведены итоги пятилетней работы
- Развитие энергетической стратегии эксплуатации локомотивов
- Самоходная многофункциональная диагностическая лаборатория на базе тепловоза 2ТЭ116
- Больше внимания конструкции локомотива (советы ветерана)
- Новые виды автоблокировки
- Устранение неисправностей в цепях управления тепловоза ЧМЭ3Т
- Пневмомодуль на тепловозе ТЭМ18ДМ
- Школа молодого машиниста

Технотум
НЕРАЗРУЩАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

+7(495) 662-59-38
+7(495) 225-59-60
www.votum.ru, office@votum.ru

ТОМОГРАФИК УД4-ТМ

КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ (УЗК, ВТК) ДЕТАЛЕЙ ЛОКОМОТИВОВ И МВПС В СООТВЕТСТВИИ С ЦТ 329, ЦТт 36/9, 36/5, 18/2 и КМБШ.667120.001

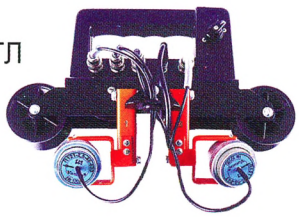
ТИПЫ ЛОКОМОТИВОВ:

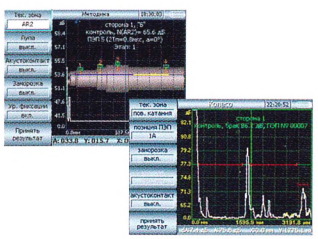
ЧС2, ЧС2Т, ЧС4Т, ЧС7, ВЛ, 2ТЭ116, 2ТЭ10, М62, ТЭМ2, ЧМЭ3, ЭР2, ЭР9, ЭД4М, ЭТ2

СПЕКТР КОНТРОЛИРУЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ:

ось, бандаж, поверхность катания, межзубная впадина, болт крепления полюсов ТЭД, болт подвешивания, карданный вал, вал малой шестерни, удлинённая ступица, серьга подвешивания, валик подвески

УСК-ТЛ





СКАНИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО УСК-ТЛ:

В сканер встроен датчик пути, позволяющий строить томографические изображения и определять координаты дефектных участков. Также УСК-ТЛ имеет встроенный вихретоковый датчик для выявления заводских клеймений бандажей с целью недопущения перебраковки (ложного срабатывания дефектов в зоне клеймений). Благодаря встроенной многоканальной системе, УЗ- и ВТ-датчики работают одновременно!

РОБОСКОП ВТМ-3000

СТЕНД ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ И ДЕФЕКТОСКОПИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА (ПС)

ПОДДЕРЖИВАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НК:

- электромагнитноакустический метод (ЭМА);
- вихретоковый метод (ВТК);
- ультразвуковой контроль (УЗК);
- лазерное сканирование (ЛС).

СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВКИ:

- от поточно-серийного производства до выборочного контроля узлов и деталей, имеющих сложную геометрическую форму

КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПС:

- колесные пары локомотивов и вагонов (грузовых, пассажирских, МВПС)
- сварные стыки рельсов на РСП
- ударно-тяговые детали ПС
- детали редукторов локомотивов и МВПС

Фото А.В. БАЧИЛО

Индекс 71103 (для организаций – 73559)

ЗНАКОМЬТЕСЬ: ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭП^{Р} ДЛЯ БЕЛОРУССИИ

Для Белорусской железной дороги, на которой поэтапно реализуют новый формат пассажирских перевозок, компания «Stadler Bussnang AG» (Швейцария) изготавливает электропоезда серии «Flirt». Первыми в 2011 г. поступили четырехвагонные поезда для городских (ЭП^{Г}) и региональных (ЭП^{Р}) линий, а с 2014 г. начались поставки пятивагонных ЭП^{Р}.

В техническом оснащении обе модификации практически идентичны, основное различие заключается в комфортности сидений, их компоновке и количестве. В пятивагонном ЭП^{Р} (вагоны A-E-D-C-B) благодаря компоновке сидений по схеме 2+3 и добавлению одного вагона число посадочных мест увеличено.

Особенность составов – уровень пола, пониженный до 80 % по его длине. Два машинных помещения располагаются над моторными тележками непосредственно за обеими кабинами. Чтобы увеличить количество сидячих мест во всех вагонах, кроме D, вместо двух предусмотрена только одна дверь с каждой стороны. В вагоне C предусмотрены площадка для пассажиров в инвалидных креслах, крупного багажа, туалет.

Комплект тягового привода содержит два трансформатора, четыре преобразователя и четыре тяговых двигателя. Оборудование имеет высокий уровень резервирования, мощности и КПД. Система управления основана на поездной шине CAN. На дисплей в кабине машиниста выводится информация о состоянии оборудования поезда, которая посредством модемов GSM может также передаваться в депо.

Прислонно-раздвижные двери имеют проем шириной 1300 мм. Они оснащены выдвижными трапами с обогревом, перекрывающими зазор между вагоном и посадочной платформой высотой 550 мм. Для облегчения посадки и высадки пассажиров с платформ высотой 200 мм предусмотрены выдвижные ступеньки. Открывая двери, машинист дает команду на выдвижение верхней или нижней ступени в зависимости от высоты платформы.

Для информирования пассажиров при следовании по маршруту на внешних сторонах вагонов размещаются электронные табло. Дополнительно в салонах установлены мониторы, на которые выводится информация: конечный пункт, номер маршрута, следующая станция, скорость движения, дата и время, температура наружного воздуха.

Более подробно основное и вспомогательное оборудование, системы и узлы, компоновочные решения на пятивагонном электропоезде ЭП^{Р} представлены в статье, публикуемой на с. 40 – 43 журнала.

На снимках (слева направо, сверху вниз):

- электропоезд ЭП^{Р}-004 на станции Минск-Пассажирский;
- за пультом управления машинист моторвагонного депо Минск И.Ж. Шидловский чувствует себя уверенно и комфортно;
- компоновка сидений в салоне по схеме 2+3 обеспечивает свободный проход пассажиров по вагону и составу;
- открываясь, прислонно-раздвижные двери, находящиеся с обеих сторон поезда, образуют входное пространство шириной 1300 мм и высотой 2120 мм;
- туалет – вакуумного типа с замкнутым циклом, приспособленный для пользования пассажирами-инвалидами;
- для перевозки багажа в каждом вагоне предусмотрены специальные стеллажи.

ISSN 0869 – 8147, Локомотив, 2016, № 4, 1 – 48