

№ 7

2014

# ОКОМОТІВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

РЖД

**Тяжеловесам –  
зеленую улицу!**

**Энергосбережение  
в эксплуатационных депо**

**Своевременное снабжение  
снижает простой в ремонте**

**Как улучшить систему  
информации «Работник на пути»**

**Аппараты силовой цепи электровоза ЭП20**

**Виртуальная реальность помогает обучению**

**Типы водовоздушных радиаторов тепловозов**

**Электрические схемы электровозов ВЛ10 и ЧС7**

**Некоторые неисправности в цепях управления ВЛ80С**

**ВЫПУЩЕНА ПЕРВАЯ  
УРАЛЬСКАЯ «ПАСТОЧКА»**





## ВЫПУЩЕНА ПЕРВАЯ УРАЛЬСКАЯ «ЛАСТОЧКА»

**Н**а заводе «Уральские локомотивы» (совместное предприятие Группы «Синара» и концерна «Сименс», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл.) 30 мая 2014 г. состоялись торжественные мероприятия, посвященные 10-летию локомотивостроения на Урале и выпуску первого российского скоростного электропоезда «Ласточка» серии ЭС2Г.

В праздничных мероприятиях приняли участие губернатор Свердловской области Е.В. Куйвашев, старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович, генеральный директор дивизиона «Рельсовые системы» концерна «Сименс» Йохен Айхгольт, председатель Совета директоров Группы «Синара» Д.А. Пумпянский. Гости в сопровождении генерального директора завода «Уральские локомотивы» А.В. Салтаева осмотрели производственные мощности предприятия по выпуску электровозов и электропоездов. Затем гости зашли в салон электропоезда ЭС2Г, осмотрели кабину машиниста и внутренний интерьер пятивагонного состава.

Контрактом с концерном «Сименс» на поставку электропоездов предусмотрена локализация производства комплектующих изделий и выполнения работ в России. В ходе выпуска первой российской «Ласточки» в кооперационных поставках компонентов уже задействовано около 100 российских предприятий, 20 из которых расположены в Уральском федеральном округе, а глубина локализации составила 62%. К 2017 г. уровень локализации достигнет 80%.

Подготовка к выпуску первого российского электропоезда началась на «Уральских локомотивах» в мае прошлого года. По заданию ОАО «РЖД» был выполнен проект новой модификации, и в конструкцию, разработанную компанией «Сименс», был внесен ряд существенных изменений, достигающих 20 — 40 % в зависимости от узлов. Электропоезд ЭС2Г рассчитан на большой пассажиропоток и предназначен для эксплуатации в крупных мегаполисах на магистралях с постоянным током 3 кВ, значительно превосходит ранее выпущенные европейские образцы по мощности, параметрам безопасности и надежности в эксплуатации.

Электропоезд адаптирован к российским климатическим условиям: может работать в условиях морского климата и при температурах от минус 40 до плюс 40 °С. Из-за сложных российских топографических условий предъявлены повышенные требования к системам автотормозного и

тягового оборудования. Компонировка зон входа-выхода в вагонах поезда учитывает различную высоту российских посадочных платформ (200, 1100 и 1300 мм). Также в конструкцию «Ласточки» внесены изменения, улучшающие комфорт пассажиров и учитывающие потребности людей с ограниченными возможностями.

Уникальным в российских масштабах технологическим новшеством предприятия является применение в качестве основного конструкционного материала кузова вагонов высокоточных пустотелых экструдированных алюминиевых профилей, прошедших обработку на высокую твердость.

В соответствии с соглашением, заключенным между ОАО «РЖД», Группой «Синара» и концерном «Сименс АГ», до 2020 г. на «Уральских локомотивах» будут изготовлены 1200 вагонов электропоездов «Ласточка». В этом году завод планирует выпустить первые девять пятивагонных электропоездов, а в 2015 г. — еще 33 состава.

«Ласточка» подтвердила свою высокую надежность во время Олимпиады в Сочи. Поезд показал 50 тыс. ч безотказной работы и перевез 4,5 млн. пассажиров. В настоящее время «Ласточки», помимо Сочи, эксплуатируются на направлениях Москва — Нижний Новгород, Москва — Курск, Москва — Смоленск, Санкт-Петербург — Новгород, Санкт-Петербург — Петрозаводск, Адлер — Краснодар. В перспективе их планируется запустить на городской Московской кольцевой железной дороге, на маршруте Новосибирск — Барнаул и др.

Для этого разработано несколько модификаций поездов: для региональных перевозок с плечом оборота до 200 км, межрегиональных — до 600 км, а также спальный экспресс на расстояния до 1 тыс. км. Технические характеристики поезда позволяют сделать разную комплектацию составов.

На снимках (сверху вниз, слева направо):

- ★ на многочисленные вопросы журналистов ответили Д.А. Пумпянский, Е.В. Куйвашев, В.А. Гапанович и Й. Айхгольт;
- ★ знакомство с интерьером электропоезда;
- ★ кабина машиниста — на уровне лучших мировых стандартов.

По материалам Центра общественных связей Группы Синара



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

**ИЮЛЬ 2014 г.  
№ 7 (691)**

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.**  
**МАШТАЛЕР Ю.А.**  
**ЛОСЕВ В.Г.**  
**НАЗАРОВ О.Н.**  
**НИКИФОРОВ Б.Д.**  
**ОСТУДИН В.А.**  
(зам. главного редактора)  
**РУДНЕВА Л.В.**  
(ответственный секретарь)  
**СЕРГЕЕВ Н.А.**  
(редактор отдела электрической тяги)  
**ЧАПЛИНСКИЙ С.И.**

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

**Иоффе А.Г.** (Москва)  
**Ермишкин И.А.** (Ожерелье)  
**Коссов В.С.** (Коломна)  
**Кузьмич В.Д.** (Москва)  
**Орлов Ю.А.** (Новочеркасск)  
**Посмитюха А.А.** (Киев)  
**Потанин А.А.** (Воронеж)  
**Удальцов А.Б.** (С.-Петербург)

**Наш адрес в Интернете:**  
[www.lokom.ru](http://www.lokom.ru); e-mail: [info@lokom.ru](mailto:info@lokom.ru)  
**Наш адрес в СПД ОАО «РЖД»:**  
E-mail: [loko\\_msk@msk.rzd](mailto:loko_msk@msk.rzd)  
**Электронная версия:**  
[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8816](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8816)

**В номере:**

РОСЛЯКОВ Ю.А. Развитию тяжеловесов — зеленую улицу . . . . . 2  
ЖИТЕНЁВ Ю.А. Электроника — транспорту. . . . . 6  
ИГИН В.Н., НОВИКОВ А.Ю., ПЕТРАКОВСКИЙ С.С. Энергосбережение в эксплуатационном депо . . . . . 9  
ПОЧТЕННОВ П.В. Виртуальная реальность приходит на помощь обучению . . . . . 12  
ФИЛИППОВ А.П. Организация обеспечения депо товарно-материальными ценностями . . . . . 15

**НА КОНТРОЛЕ — БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ**

ЧИКИРКИН О.В. Как повысить эффективность системы информации «Работник на пути» . . . . . 17  
Продолжение успеха (о передвижном выставочно-лекционном комплексе) . . . . . 19

**СОВЕТЫ ПСИХОЛОГА**

МЕХОНОШИН С.И. Аутогенная тренировка против стресса . . . . . 20

**В ПОМОЩЬ МАШИНИСТУ И РЕМОНТНИКУ**

САВИЧЕВ Н.В. Электрические схемы электровоза ВЛ10 . . . . . 23  
ЕРМИШКИН И.А. Особенности работы цепей управления электровоза ЧС7. . . . . 26  
ПОТАНИН А.А. Несколько неисправностей в цепях управления электровоза ВЛ80С. . . . . 30  
ПОТАНИН А.А. Аппараты высоковольтной цепи электровоза ЭП20. . . . . 33

**НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕМЫ**

ГОРИН В.И., ГОРИН А.В. Отличительные признаки секций водовоздушного радиатора тепловозов. . . . . 36

**НА ДОРОГАХ СНГ**

АЛЬЖАНОВ Б.Б., БЕКМАГАМБЕТОВ А.М. Электровоз КЗ4А: 10 лет успешной эксплуатации . . . . . 38  
ЛЕБЕДЕВ Н.М., АРЕФЬЕВА А.Н. и др. Ультразвуковое оборудование для предприятий железнодорожного транспорта. . . . . 41

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

АБУСЕРИДЗЕ З.В., ШЕВЦОВА Е.Ю. Учитывать температуру элементов тяговой сети. . . . . 42

**ЗА РУБЕЖОМ**

ПОЛИН П.А. Топливо для дизеля — природный газ . . . . . 44  
Новости стальных магистралей. . . . . 45

**В ЧАСЫ ДОСУГА**

УСМАНОВ Ш.Х. Кроссворд «Железнодорожный» . . . . . 48

На 1-й с. обложки: электропоезд ЭС2Г-001 («Ласточка») изготовлен по технологиям немецкого концерна «Siemens» на заводе «Уральские локомотивы» (Верхняя Пышма, Свердловская обл.).

**РЕДАКЦИЯ:**

**ЖИТЕНЁВ Ю.А.**  
(экономика)  
**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 30.06.14. Офсетная печать.  
Усл.-печ. л. 5,62. Усл. кр.-отг. 22,48. Уч.-изд. л. 10,4.  
Формат 64х90/8.  
Тираж 4378 экз. Заказ № 1514.  
Отпечатано в РПК «Траст».



115114, Москва, Дербеневская наб., д. 13/17, корп. 1  
+7 (495) 223 45 96  
[info@trast-group.ru](mailto:info@trast-group.ru)  
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.

# РАЗВИТИЮ ТЯЖЕЛОВЕСОВ — ЗЕЛЕНУЮ УЛИЦУ

**В** центральном офисе ОАО «РЖД» в Москве состоялось заседание Научно-технического совета (НТС) Компании по вопросам организации движения тяжеловесных грузовых поездов. Участники совета отметили, что развитие тяжеловесного движения является одним из инструментов, который позволит повысить провозные способности участков и направлений, создаст резерв пропускной способности сети ОАО «РЖД». Кроме того, оно позволит повысить производительность локомотивов, локомотивных бригад, обеспечит сокращение потребления энергоресурсов на тягу поездов.

Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. предусматривает повышение весовых норм грузовых поездов как одно из приоритетных направлений в освоении возрастающих объемов перевозок грузов и повышении эффективности работы железных дорог. В соответствии с данной Стратегией ОАО «РЖД» приступило к разработке комплексной программы развития движения поездов массой 9000 т на перспективу до 2020 г. на направлениях Кузбасс — Северо-Запад, Кузбасс — Центр и Кузбасс — Юг, а также повышения массы поездов до 7100 т на направлении Кузбасс — Дальний Восток.

Начиная с 1979 г., на отечественных железных дорогах наиболее реальным способом устойчивого освоения возрастающих объемов перевозок признано значительное увеличение доли прироста грузооборота на основе повышения массы поездов (рис. 1). В 2002 г. МПС РФ было принято решение о введении на основных направлениях сети железных дорог унифицированных норм массы и длины грузовых поездов, соответственно, 6000 т и 71 условный вагон, вместо 4000 т и 57 условных вагонов.

В начале нового столетия были сделаны оценки возможности повышения на основных направлениях сети массы грузовых поездов до 9000 т с увеличением их длины до 100 условных вагонов. Это позволило определить основные направления совершенствования подвижного состава, режимов вождения поездов повышенной массы и длины, а также требования к развитию инфраструктуры.

В 2010 г. ОАО «РЖД» приняло стандарт организации «Инфраструктура железнодорожных линий для движения грузовых поездов повышенной веса и длины. Технические требования» СТО ОАО «РЖД» 1.07.002—2010, а в 2012 г. «Инструкцию по организации обращения грузовых поездов повышенной массы и длины на железнодорожных путях общего пользования ОАО «РЖД». Эта

нормативная база стала основой для разработки мероприятий по подготовке направлений Кузбасс — Северо-Запад, Центр и Юг к постоянной эксплуатации грузовых поездов массой брутто 9000 т.

Работа по повышению среднего веса поезда в Компании последовательно проводится на протяжении последнего десятилетия. Это позволило увеличить его более чем на 500 т за последние 13 лет (с 3380 т в 2000 г. до 3911 т в 2013 г.).

Генеральной схемой развития железных дорог ОАО «РЖД» на период до 2020 г. определены основные маршруты следования тяжеловесных поездов. Уже сейчас организовано движение поездов массой 8000 и 9000 т на направлениях Кузбасс — порты Северо-Запада, Кузбасс — Центр.

Увеличивается количество грузовых поездов весом более 6000 т в графике движения поездов — так, в текущем графике предусмотрено более 90 расписаний для поездов массой более 8000 т и 45 для поездов массой 12000 т.

Важным технологическим мероприятием по увеличению пропускной способности участков является пропуск сдвоенных поездов, особенно в период «окон». По итогам 2013 г. количество таких поездов достигло 22,2 тыс.

**Д**альнейшее развитие тяжеловесного движения зависит от ряда проблем, которые необходимо решить в ближайшее время. Так, одним из отличий сети ОАО «РЖД» от железных дорог зарубежных компаний является смешанный характер движения. Основные грузонапряженные направления сети ОАО «РЖД» совпадают с маршрутами следования пассажирских поездов. Для выполнения графика движения пассажирских поездов необходим обгон «тяжеловесов», что требует удлинения путей не только технических станций, где производится смена локомотивов и локомотивных бригад, но и промежуточных, что ведет к дополнительным финансовым затратам.

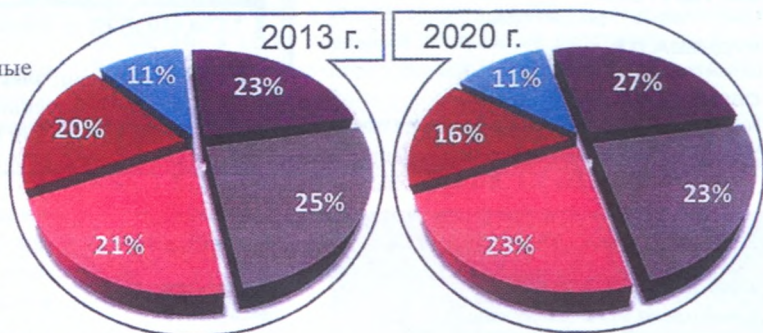
Следующая задача — формирование унифицированных весовых норм грузовых поездов на всем полигоне следования для исключения дополнительной маневровой работы на сортировочных станциях, загрузки горловин и приемоотправочных путей.

Значительное влияние на возможность пропуска тяжеловесных поездов оказывает состояние инфраструктуры. Так, на участке Екатеринбург-Сортировочный — Чепца при организации движения грузовых поездов массой 9000 т имеются перегоны, на ко-

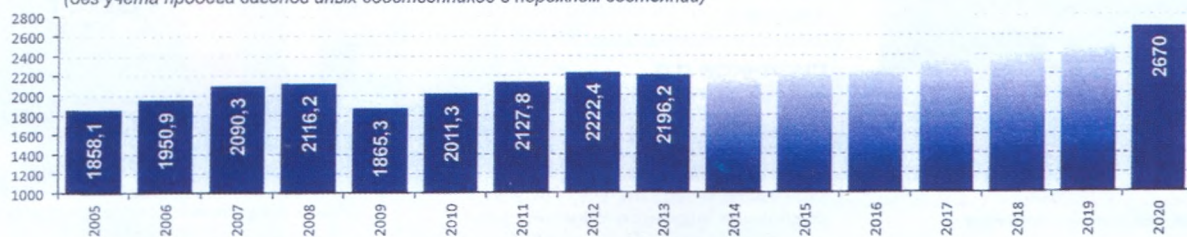
*Перспективы развития работы железнодорожного транспорта в части грузовых перевозок определены в «Генеральной схеме развития сети железных дорог на период до 2020 года» (рассмотрена и одобрена Научно-техническим советом ОАО «РЖД» на заседании 01.04.2013)*

**В структуре перевозок грузов по сети железных дорог ОАО «РЖД»** большую часть занимают уголь, минеральные строительные материалы, нефтегрузы и рудные грузы: их доля в общих объемах перевозок составляет 77%. В перспективе в грузовых железнодорожных перевозках прогнозируется сохранение преобладания этих товарных групп.

- уголь
- мин.строит.
- нефтегрузы
- рудные
- остальные грузы



**Грузооборот железнодорожного транспорта, млрд. т·км нетто**  
(без учета пробега вагонов иных собственников в порожнем состоянии)

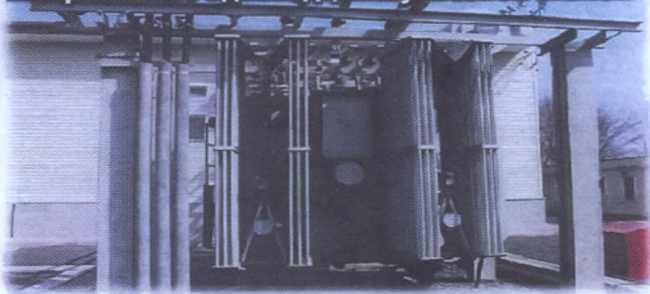


**Рис. 1. Прогноз объемов перевозок грузов**

**внедрение устройств компенсации реактивной мощности на тяговых подстанциях и постах секционирования**



**замена шестипульсовых выпрямителей на выпрямители с двенадцатипульсовой схемой**



**применение линейных пунктов повышения и стабилизации напряжения тяговой сети**



**применение устройств автоматического регулирования напряжения на тяговых подстанциях**



**Рис. 2. Усиление систем тягового электроснабжения**

торых отсутствует возможность одновременного движения во встречном направлении. При пропуске поездов массой 8000 т интервал между поездами составляет от 20 до 30 мин. при нормативе 10 мин. Это приводит к дополнительному съему грузовых поездов и снижению пропускных способностей.

Проблема энергообеспечения тяжеловесного движения характерна не только для Свердловской дороги, но и для всего направления Кузбасс — Северо-Запад. На Транссибе лимитирующими для пропуска тяжеловесных поездов являются устройства тягового электроснабжения, ряд участковых и сортировочных станций. Проблемы, возникающие в тяговом электроснабжении и обратной тяговой сети при пропуске «тяжеловесов», заключаются в необходимости модернизации электроснабжения участков дорог под пропуск таких поездов. Для обеспечения готовности инфраструктуры к пропуску тяжеловесных поездов с весовой нормой 7100 т и интервалом следования 8 мин требуется провести работы по исключению лимитирующих зон тягового электроснабжения и усилению обратной тяговой сети.

Для решения проблем, возникающих в тяговом электроснабжении при пропуске тяжеловесных поездов, в хозяйстве электрификации и электроснабжения разработаны следующие технические решения (рис. 2):

- ➔ использование компактированного несущего троса;
- ➔ применение системы тягового электроснабжения с дополнительным проводом напряжением 6 кВ постоянного тока и пунктами преобразования напряжения;
- ➔ замена 6-пульсовых выпрямителей тяговых подстанций постоянного тока на 12-пульсовые;
- ➔ применение управляемых преобразователей с регулированием постоянного напряжения, в том числе с вольтодобавочной схемой выпрямления;
- ➔ применение устройств емкостной компенсации реактивной мощности.

В связи с вводом новых современных локомотивов, для проведения модернизации участков железных дорог требуется переработка нормативной базы для проведения тяговых расчетов с последующей проверкой расстановки светофоров автоблокировки при тяжеловесном движении.

Одним из значимых направлений развития тяжеловесного движения является использование вагонов повышенной грузоподъемности. Организация взаимодействия между ОАО «РЖД», операторскими компаниями, грузополучателями по приобретению и организации курсирования полувагонов, имеющих нагрузку 25

тс/ось, позволит более эффективно использовать существующую инфраструктуру. Вагоны новой постройки имеют увеличенный межремонтный пробег до 250 тыс. км и позволяют увеличить массу поезда до 7100 т при сохранении длины поезда в 71 условный вагон.

Переход вождения поездов массой 6300 т на 7100 т позволит увеличить средний вес поезда на 47 т и сократить эксплуатационные расходы на продвижение поездов на 4,6 млрд. руб. в год. Это особенно актуально для внедрения технологии тяжеловесного движения на Восточном полигоне, где существует ряд технических проблем, не позволяющих увеличивать длину приемоотправочных путей до 100 условных вагонов.

**П**овышение массы и длины поезда выдвигает особые требования к локомотивной тяге. Основными технологиями, позволяющими организовать вождение тяжеловесных поездов и поездов повышенной массы, являются: объединение локомотивов по системе многих единиц тяги, применение распределенной тяги (в том числе с использованием систем управления локомотивом по радиоканалу), применение систем управления торможением СУТП и РУТП. На определенных участках повышение массы составов достигается с использованием инновационных локомотивов: электровозов 2ЭС10 и тепловозов 2ТЭ25А с асинхронным тяговым приводом, газотурбовоза ГТ1h и других за счет их повышенных тяговых свойств.

В 2013 г. ОАО «РЖД» приобрело 803 новых локомотива, из них 224 поступили на дороги Востока. За последние 10 лет, с момента создания ОАО «РЖД», локомотивный парк Восточного полигона пополнился 725 новыми локомотивами. В 2014 г. Компания планирует приобретение более чем 600 новых локомотивов, в том числе для дорог Востока — не менее 140 единиц (рис. 3).

Необходимо определить одной из главных задач организацию движения тяжеловесных поездов на всем протяжении маршрута от станции формирования до станции назначения. При этом задачей локомотивного комплекса также является преодоление «барьерных» участков благодаря использованию различных технологий локомотивной тяги.

На заседании НТС отмечалось, что в настоящее время проводится системная работа по обновлению локомотивного парка и оснащению его устройствами, позволяющими водить тяжеловесные поезда, в том числе распределенной тягой (СУТП, ИСАВП-РТ). Программа дооснащения локомотивов такими устройствами должна формироваться на основе тесного взаимодействия Дирекции тяги и Центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД».



Рис. 3. Потребные дополнительные инвестиции на приобретение локомотивов

Для организации вождения поездов с применением СУТП на Западно-Сибирской, Свердловской, Южно-Уральской, Московской и Приволжской дорогах установлены полигоны обращения тяжеловесных поездов.

Техническое состояние эксплуатируемого парка грузовых локомотивов, с учетом проведения модернизации длительно эксплуатирующегося тягового подвижного состава (ТПС), а также постепенной замены его на новые серии, позволяет продолжить использование существующих серий для вождения тяжеловесных поездов. В 2012 — 2013 гг. был полностью модернизирован парк магистральных тепловозов 3ТЭ10, эксплуатирующихся на БАМе, путем замены дизелей 10Д100 на Д49. Унификация парка локомотивов по сериям наиболее масштабно ведется на Восточном полигоне, где выполняется задача полной замены парка электровозов серии ВЛ80 на электровозы «Ермак». Парк локомотивов, эксплуатируемых на Урало-Сибирском полигоне, пополняется электровозами 2ЭС6 производства ООО «Уральские локомотивы».

Кроме локомотивов с коллекторными тяговыми электродвигателями, введен в эксплуатацию инновационный ТПС с асинхронным тяговым приводом — электровозы 2ЭС10 «Гранит», тепловозы 2ТЭ25А «Витязь». Проходят испытания новые грузовые электровозы переменного тока серий 2ЭС5, 2ЭС7. Для вождения поездов 9000 т на участках Октябрьской дороги ведется организация выпуска электровозов 3ЭС4К с проходной бустерной секцией, электровозов 3ЭС10.

Наряду с использованием электро- и теплотяги в ОАО «РЖД» внедряется проект создания принципиально нового локомотива — газотурбовоза ГТ1h мощностью 8300 кВт. С учетом опыта создания и эксплуатации газотурбовоза ГТ1h-001 разработана конструкторская документация и изготовлен второй (промышленный) образец магистрального двухсекционного газотурбовоза. При изготовлении газотурбовоза использован ряд инновационных технических решений. Завершение полного комплекса испытаний газотурбовоза — октябрь 2014 г., планируемый срок начала их производства — декабрь 2014 г. В 2012 г. подписано соглашение с ЗАО «Синара» о поставке до 2020 г. 40 единиц магистральных газотурбовозов.

Параллельно с производством и оснащением локомотивов аппаратурой системы управления тормозами поезда (СУТП) ведется подготовка к производству системы распределенного управления тормозами поезда (РУТП), предназначенной преимущественно для эксплуатации с кранами машиниста, устанавливаемыми на новом ТПС (например, на электровозы 2ЭС6, 2ЭС10).

Для обеспечения тяговыми ресурсами грузовых перевозок, оперативного реагирования на изменение масс грузовых поездов в зависимости от потребности ОАО «РЖД», ведется проработка параметров локомотива модульного типа, основной особенностью которого является возможность комбинирования числа мо-

дулей (или секций) под заданную массу поезда. В целом выбор конструкции магистрального локомотива должен производиться с учетом полигонов его эксплуатации, установленных и перспективных весовых норм, развития инфраструктуры.

**Б**езопасное функционирование железнодорожного транспорта как сложной технико-технологической системы требует безусловного соблюдения единой технической политики в области эксплуатации, развития и разработки новых (мобильных и стационарных) систем управления и обеспечения безопасности движения поездов.

Техническая политика в области средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в ОАО «РЖД» направлена на внедрение современных, надежных и эффективных технических средств ЖАТ, показатели назначения и функциональные возможности которых дифференцированы в зависимости от грузонапряженности линий и интенсивности движения поездов. В ОАО «РЖД» внедряются различные типы релейных, релейно-процессорных и микропроцессорных средств ЖАТ, реализующих эффективные технические и технологические решения. При этом (не в полной мере) решены вопросы унификации технических решений по взаимной увязке систем, что вызывает значительные трудности при внедрении и дальнейшей эксплуатации из-за разнородности принципов их построения, несовместимости программного обеспечения и других причин.

К сожалению, при внедрении устройств ЖАТ и связи отсутствует системный подход к решению всего комплекса задач управления и обеспечения безопасности движения. При переходе на микроэлектронную технику в системах ЖАТ возникает и требуются решения вопросы, связанные с техническими рисками при эксплуатации этих систем, выполнением процедур обеспечения требований информационной и кибербезопасности, электромагнитной совместимости, защищенности от грозовых и коммутационных воздействий.

Требуется разработать механизмы обеспечения принципов рыночной экономики в части перехода от конкуренции различных систем к конкуренции их изготовителей. ОАО «РЖД» должно быть защищено от ценового диктата фирм-изготовителей технических средств инфраструктуры. Необходимо решить вопросы сопровождения сложных технических систем ЖАТ в течение всего жизненного цикла, локализации производства оборудования иностранных и совместных фирм-изготовителей на территории России.

Важными являются вопросы обеспечения быстрого восстановления управления в режиме ограниченной функциональности с применением специальных мобильных комплексов и беспроводных средств связи в случаях пожаров на постах ЭЦ и других чрезвычайных событиях, повлекших полное уничтожение оборудования. В условиях интенсивного движения поездов даже небольшой

отказ вызывает не просто перерыв в движении данного состава, а возрастание цепочки отстающих поездов, практически трудно вводимых в график движения.

Системы управления движением должны иметь дублирование каналов АЛС и возможность безопасной передачи дополнительной информации на локомотив посредством цифрового радиоканала. Одним из эффективных средств выполнения данных задач в сетях цифровой радиосвязи является центр радиоблокировки, обеспечивающий безопасную передачу на локомотив управляющих команд по цифровому радиоканалу.

Внедрение данного оборудования позволит обеспечить наращивание пропускной способности благодаря организации интервального регулирования с минимальными безопасными интервалами, передавать на борт ответственную информацию, в том числе локомотивную сигнализацию, изменение режимов движения, резервные режимы движения при выходе из строя устройств автоблокировки, передачу временных ограничений скорости, команды принудительной остановки, разрешения на движение и другие команды.

**Д**ля обеспечения работоспособности поездной радиосвязи, систем управления движением соединенных поездов, поездов повышенной массы и длины при вводе в обращение новых видов тягового подвижного состава с асинхронными двигателями, имеющими повышенный уровень радиопомех в диапазоне 2 МГц, специалистами ОАО «РЖД», ОАО «НИИАС», предприятий-изготовителей телекоммуникационного оборудования разработана цифровая система технологической радиосвязи на базе цифрового стандарта DMR, работающая в радиочастотном диапазоне 160 МГц. Система обеспечивает работу в условиях сильных радиопомех, в режиме поездной и станционной радиосвязи и большую степень защиты по сравнению с существующими системами от несанкционированного доступа.

По хозяйству связи для развития тяжеловесного движения необходимо обеспечить:

- модернизацию поездной и станционной систем технологической радиосвязи с переходом из аналоговых на цифровые системы радиосвязи и организацией беспроводных систем передачи данных для обеспечения работы информационно-управляющих систем;

- внедрение системы передачи данных и речи по радиоканалу диапазона 160 МГц (СПДР-Т) в туннелях для работы эксплуатируемых на сети железных дорог ОАО «РЖД» систем управления движением соединенных, длинносоставных и тяжеловесных поездов (ИСАВП-РТ, СУЛ-Р и СУТП и др.).

Центр радиоблокировки может строиться на аппаратных средствах управляющего вычислительного комплекса (УВК) систем МПЦ. Поэтому наиболее логичным и экономичным способом для создания отечественного центра радиоблокировки является использование сертифицированного УВК российских изготовителей микропроцессорной техники. Такое решение обеспечит минимальные затраты на разработку и сертификацию российского центра радиоблокировки. Программное обеспечение, выполняющее логику управления, должно быть универсальным и совместимым с УВК различных изготовителей.

**В** настоящее время на сети дорог организовано тяжеловесное движение на Западно-Сибирской, Южно-Уральской, Свердловской, Московской и Приволжской магистралях. В период 2014 — 2015 гг. планируется организация тяжеловесного движения на Северной и Октябрьской дорогах. Основными направлениями организации тяжеловесного движения поездов являются Кузбасс — Северо-Запад и Кузбасс — Центр.

В настоящее время повысить вес грузовых поездов возможно, в основном, путем увеличения погонной нагрузки и использования габарита Тпр в вагонеостроении, так как одним из основных параметров, определяющих максимально возможные массу и длину грузовых поездов, является длина станционных путей. При их длине в 1050 м и при погонной нагрузке грузового полувагона 6 тс/м, характерной для массовых грузов, масса поезда достигает 6000 т и длины в 71 условный вагон. Соответственно, на таких путях могут быть размещены составы длиной 71 условный вагон. Данный состав имеет нагрузку 21 тс/ось. Ее увеличение до 23 тс/ось позволяет поднять массу состава на 10 %, а до 25 тс/ось — на 20 %. Анализ потоков грузовых поездов показывает, что в основной массе составов нагрузка на ось не превышает 22 тс. Это создает возможность реального увеличения максимальной и средней массы поезда.

Принципиально важным для перспективных условий эксплуатации является использование возможностей габарита Тпр при разработке перспективных грузовых вагонов. Межгосударственным стандартом 9238—2013 допускается применять габарит подвижного состава Тпр для строительства полувагонов и эксплуатации их на полигонах сети после устранения ограничений, имевшихся на них к моменту введения ГОСТ 9238—2013. Габарит Тпр шире, чем 1-Т на 150 мм и имеет высоту прямоугольной части 4500 мм, что на 500 мм больше чем 1-Т.

Сегодня широкое внедрение габарита Тпр на сети железных дорог ограничено использованием грузополучателями вагоноопрокидывателей, не пригодных для работы с различными очередями габарита подвижного состава. Так, в настоящее время в России из 200 вагоноопрокидывателей только 30 (ВРС-134) могут работать с вагонами габарита Тпр.

Сегодня в эксплуатации находятся тележки грузовых вагонов, воспринимающие нагрузку 25 тс/ось. Следует отметить, что производителями подвижного состава разработаны конструкции вагонов с осевой нагрузкой 25 тс, например, модели вагонов: 12-9937, 19-9870 и 12-9853 производства ЗАО «Тихвинский ВСЗ»; 12-196-01, 12-196-02, 19-5167 и 15-5157-04 производства ОАО «НПК «Уралвагонзавод»; 12-2123 производства ЗАО «Промтрактор-Вагон»; универсальный крытый вагон производства АО «Татравагонка». При заинтересованности собственников подвижного состава в приобретении вагонов с повышенной осевой нагрузкой 25 тс и более и вагонов с габаритом Тпр, возможно организовать тяжеловесное движение без использования системы управления тормозами поезда.

По словам старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановича, с момента образования Компании в 2003 г. средняя масса грузового поезда увеличилась на 303 т (+8,4 %), за последние 5 лет количество отправленных тяжеловесных поездов массой более 6000 т увеличилось на 50 % и достигло 151507 единиц. При этом количество поездов массой свыше 8000 т выросло в 11 раз и составило в 2013 г. 2715 единиц. Важным технологическим мероприятием по увеличению пропускной способности участков, особенно в период «окон», является пропуск сдвоенных поездов.

По мнению участников НТС, с учетом нарастающего дефицита пропускной способности инфраструктуры ОАО «РЖД» к 2020 г. необходимо переходить на регулярную эксплуатацию поездов массой не менее 7100 т брутто и вагонов с осевой нагрузкой 25 тс и более (в настоящее время большинство грузовых вагонов имеют расчётную нагрузку на ось 23,5 тс).

Основными технологиями, позволяющими организовать вождение тяжеловесных поездов, являются объединение локомотивов по системе многих единиц тяги, применение распределенной по составу тяги с использованием систем управления локомотивом по радиоканалу и систем управления торможением. На определенных участках повышение массы составов достигается с использованием инновационных локомотивов.

Генеральной схемой развития железных дорог ОАО «РЖД» на период до 2020 г. определены основные маршруты следования тяжеловесных поездов. С учетом внедрения мероприятий по модернизации Восточного полигона сети ОАО «РЖД» организация движения грузовых поездов массой 7100 т позволит высвободить пропускную способность инфраструктуры и сформировать возможность для освоения дополнительного грузопотока до 11,5 млн. т угля в год. При организации движения грузовых поездов массой 7100 т на остальных трех основных направлениях возможно освоение дополнительного объема перевозок грузов, которое может составить на участке Кузбасс — Северо-Запад до 7,3 млн. т в год, Кузбасс — Центр — до 2,1 млн. т в год, Кузбасс — Юг — до 2,4 млн. т в год.

В 2014 г. планируется организовать исследование по выявлению барьерных мест для пропуска тяжеловесных поездов и утверждению программы их устранения. В нынешних непростых условиях программа тяжеловесного движения требует самого пристального внимания и особенно востребована в работе над повышением эффективности организации перевозочного процесса. Она позволяет даже в условиях лимита пропускных и провозных способностей находить наиболее экономически выгодные схемы перевозок.

**Ю.А. РОСЛЯКОВ,**  
спец. корр. журнала

# ЭЛЕКТРОНИКА – ТРАНСПОРТУ

Сегодня без электронного оборудования не обходится ни одно транспортное средство. И прошедшая недавно в Москве 8-я международная выставка информационных технологий и электроники для транспорта «Электроника-Транспорт — 2014» в полной мере подтверждает эту констатацию факта. Одновременно на той же площадке проходили выставки по городскому общественному транспорту «ЭлектроТранс — 2014» и «ТПУ-Экспо — 2014».

Основными мероприятиями столь широкого форума стали тематические конференции по различным направлениям обеспечения транспорта. Цель конференций — обмен мнениями по актуальным вопросам создания, внедрения и эксплуатации систем мониторинга и управления транспортом различной направленности. Особое внимание было уделено использованию спутниковых (в первую очередь отечественных) навигационных технологий и оборудования.

В форуме приняли участие представители государственных ведомств, руководители и специалисты транспортных организаций, представители проектных и научно-исследовательских транспортных организаций Российской Федерации.

Для главных конструкторов, инженеров-разработчиков, специалистов отделов комплектации прошла конференция «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения», на которой обсуждались вопросы использования отечественного и зарубежного электронного оборудования на транспорте. Задача конференции — содействовать выбору надежных комплектующих для приборов и систем, используемых на железной дороге, в метрополитене, в транспортной инфраструктуре. В конференции приняли участие ведущие конструкторы и разработчики более 130 предприятий, выпускающих системы

железнодорожной автоматики, телемеханики, управления, диагностики, связи и навигации, оплаты проезда, информационные системы: ВНИИАС, НИИ Приборостроения им. Тихомирова, Ижевский радиозавод, Штрих-М, Золотая Корона, ТВЕМА, Системы связи и телемеханики, Отраслевой центр внедрения, АВП-Технологии, ОАО «Элтеза», НИИ ВК им. М.А. Карцева, НПП «Энергия» и других компаний.

Также в программе выставки состоялись семинары и круглые столы, на которых рассматривались такие вопросы, как современные системы управления движением пассажирского транспорта, повышение энергоэффективности электротранспорта, светотехническая продукция для подвижного состава и инфраструктуры. Особое внимание уделено обеспечению безопасности на предприятиях пассажирского транспорта.

В выставочной экспозиции и деловой программе приняли участие более 30 ведущих поставщиков техники и технологий: ОАО «Транспневматика», «Автоматизированные микропроцессорные системы», «Завод навигационного оборудования», «Брянское специальное конструкторское бюро», «Видор», «INCOTEX Electronics Group», «Stadler Rail AG», «Dako-CZ», Mikroelektronika, «IGBT Electronics», НПО «Изолятор», «Трансдеталь», «Элепром.ру», «Электротехника» и др.

Выставка «Электроника-Транспорт» является единственным российским мероприятием, полностью посвященным электронике и IT технологиям для транспортного комплекса. Транспорт — одна из стабильно работающих отраслей экономики. Прошедший форум показал растущий интерес предприятий различных отраслей транспорта к тематике выставки. На форуме были представлены следующие основные тематические разделы:

- комплексная автоматизация управления движением;
- системы автоведения, сигнализации и связи;
- системы навигации и обеспечения безопасности движения;
- интегрированные системы безопасности на транспорте;
- контроль качества электроэнергии;
- тренажеры для обучения управлению транспортными средствами;
- тахографы, контроль состояния машиниста;
- терминалы ЭРА-ГЛОНАСС;
- системы учета расхода топлива;
- компьютеры для бортовых и встраиваемых применений;
- диагностические и измерительные приборы для транспортной отрасли;
- автоматика и телемеханика;
- силовая электроника для транспорта, IGBT-модули;
- устройства бесперебойного электропитания;
- защищенные электротехнические шкафы, приборные корпуса;
- электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и машиностроения.

Оргкомитет выставки «ЭлектроТранс — 2014» провел конкурс перспективных разработок для транспорта. Цель конкурса — выявить и отметить новые разработки, внедрение которых будет оправдано и выгодно с технической и экономической точек зрения. В конкурсе принимали участие новые технологические решения, разработки в области материалов, компонентов и систем, которые в ближайшем будущем могут оказать существенное влияние на развитие транспорта, повышение его безопасности, комфорта, эффективное решение различных технических задач. В конкурсе участвовали разработки экспонентов выставок «ЭлектроТранс», «ТПУ-Экспо» и «Электроника-Транспорт».

Основными критериями при оценке разработок были:

- актуальность и новизна;
- практическая значимость, подтвержденная или расчетная эффективность (технико-экономическая, экологическая, социальная);
- текущий уровень готовности (наличие опытного образца, результатов испытаний, эксплуатационной проверки, отзывов и рекомендаций);
- показатели безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохранности;
- наличие положительного признания транспортной отраслью новинки заявителя;
- членство в отраслевых ассоциациях.

Конкурсная комиссия состояла из представителей организаций, принимающих участие в подготовке и проведении выставки. Вот лишь некоторые разработки победителей конкурса.

Компания КИНЕМАК представила стационарный буферный накопитель кинетической энергии (НКЭ) для систем



Рис. 1. Стационарный буферный накопитель кинетической энергии



энергоснабжения электрифицированного транспорта (рис. 1).

Накопитель подключается на участке контактной сети или на подстанции. При рекуперативном торможении ЭПС и повышении напряжения в контактной сети выше номинального значения НКЭ включается и работает в режиме накопления энергии. В ходе стоянки подвижного состава маховик хранит энергию в режиме выбега. В начале разгона ЭПС происходит включение НКЭ в режим выдачи энергии в сеть, после завершения которого цикл работы накопителя повторяется.

НКЭ применяется в качестве стационарного буферного накопителя энергии, рекуперированной ЭПС метрополитенов. Во время рекуперативного торможения ЭПС при скачке напряжения в контактной сети НКЭ начинает работать в качестве накопителя и забирает невостребованный избыток энергии, хранит ее в форме кинетической энергии вращающегося маховика. В момент старта ЭПС с места остановки НКЭ переключается в режим выдачи энергии и работает в сети в качестве параллельного генератора.

НКЭ позволяет достигать следующих результатов при работе в контактной сети:

- ◆ сглаживание пиков и провалов напряжения и мощности в сети;
- ◆ экономию электроэнергии, расходуемой на тягу;
- ◆ стабилизацию напряжения в сети;
- ◆ увеличение ресурса оборудования ЭПС и тяговых подстанций;
- ◆ снижение воздействия ЭПС на окружающую среду (уменьшение тепловых выбросов);
- ◆ оптимизацию затрат на модернизацию действующих и строительство новых тяговых подстанций;
- ◆ работу в качестве сетевого генератора на длинных и тупиковых ветках.

В НПО «Электронтехника» из Брянска разработали комплект оборудования диспетчерской и тоннельной связи (рис. 2).

Данный комплект оборудования обеспечивает бесперебойную работу служб метрополитенов и железных дорог, повышает безопасность перевозки пассажиров. С его помощью организуется поездная диспетчерская связь, энергодиспетчерская и тоннельная связь. Оборудование позволяет создать рабочее место диспетчера с учетом конфигурации сети связи и обеспечивает коммуникационные сервисы транзитов между выбранными направлениями, в качестве которых могут использоваться линии ОТС и АТС. Возможна работа до семи направлений от каждого диспетчера.

Конструкция оборудования позволяет адаптировать его под конкретные требования заказчика. Для удобства работы предусмотрено комплектование беспроводной гарнитурой стандарта DECT.

Основные возможности и характеристики:

- ➔ избирательный вызов кодами СК/7, СК/12, DTMF;
- ➔ количество направлений — до 7;
- ➔ количество абонентов на каждом направлении — до 130;
- ➔ транзитное соединение между абонентами, режим конференции;

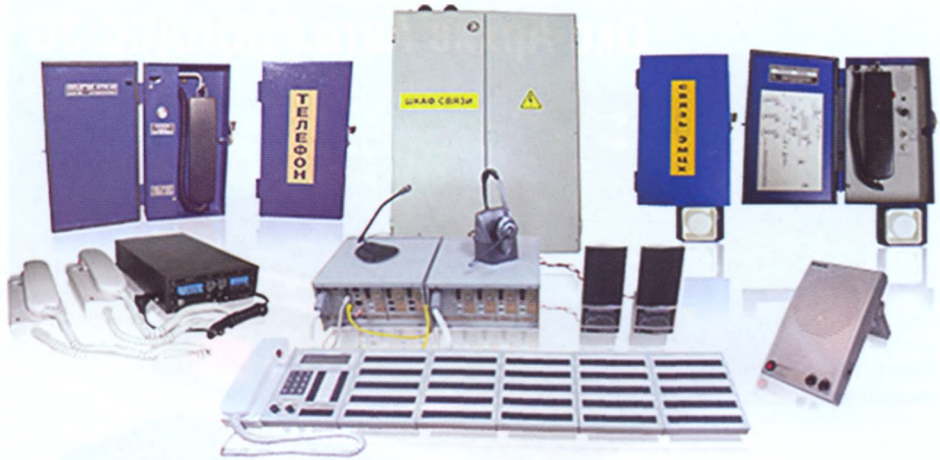


Рис. 2. Комплект оборудования диспетчерской и тоннельной связи

- ➔ работа с поездными радиостанциями;
- ➔ дистанционная коммутация нагрузки с пульта диспетчера.

Оборудование хорошо зарекомендовало себя на метрополитенах городов России и Украины.

ООО «ЯВИАР» представило на конкурс аппаратуру фидерной защиты и автоматики для защиты тяговой сети электротранспорта (АФЗА) (рис. 3).

Данная аппаратура управления и защиты тяговых сетей постоянного тока предназначена для обеспечения безопасности работы электротранспорта, исключения повреждения оборудования тяговых сетей, сокращения времени простоя транспорта, а также для обеспечения безопасности жизни пассажиров и обслуживающего персонала в случае возникновения аварийной ситуации.

Аппаратура защиты АФЗА обеспечивает функции:

- защиты (8 алгоритмов защит, быстродействие 1 мс);
- автоматического повторного включения быстродействующего выключателя с настраиваемыми уставками (одно-, двух- или трехкратное);
- местного и дистанционного управления ячейкой (управление быстродействующим выключателем и переключателем запасной шины с панели контроллера, по дискретной или цифровой телемеханике);
- диагностики быстродействующего выключателя (контроль положения, недоключения, времени переключения, расчет ресурса выключателя);
- измерения, осциллографирования процессов, происходящих в тяговой сети и архивирования аварийных процессов;
- расчета энергии, потребляемой присоединением.

Алгоритмы защиты позволяют надежно идентифицировать аварийные процессы (в том числе удаленные КЗ на малых токах) и обеспечивать защиту линии от отжига провода.

Простота и удобство монтажа позволяют в течение одного дня на одной ячейке КРУ демонтировать релейную схему и ввести в работу комплект АФЗА. Задание уставок в цифровом виде с панели контроллера позволяет настроить защиту присоедине-



Рис. 3. Аппаратура фидерной защиты и автоматики (АФЗА)

ния без применения громоздких программируемых устройств.

Просмотр осциллограмм отключений дает четкую картину причины отключений быстродействующего выключателя по скорости нарастания тока от перегруза или короткого замыкания и при необходимости позволяет произвести корректировку уставок в допустимых пределах. Аппаратура АФЗА позволяет вести запись суточной нагрузки.

В настоящее время широко внедряются системы дистанционного наблюдения за действиями машиниста, оператора. Компания «Децима» разработала «Око-Архив АВТО ГЛОНАСС/3G» — профессиональную автономную систему удаленного видеонаблюдения и мониторинга для транспорта (рис. 4).

Данная система предназначена для удаленного:

- онлайн-мониторинга текущего местоположения по технологии GPS/ГЛОНАСС;
  - аудио- и видеоконтроля обстановки внутри и снаружи ТС по каналам GSM/3G.
- Также система выполняет локальную запись и воспроизведение из архива аудио- и видеоинформации.

«Око-Архив АВТО ГЛОНАСС/3G» — наиболее совершенное устройство удаленного контроля и транспортной видеорегистрации из имеющихся на рынке. Оно разработано с учетом типовых недостатков транспортных систем, пожеланий реаль-

## Око-Архив Авто ГЛОНАСС/3G



Рис. 4. Автономная система удаленного видеонаблюдения и мониторинга



Рис. 5. Тренажер вождения электропоездов метрополитена

ных потребителей и требований по поддержке ГЛОНАСС.

Иновационность системы — в синтезе передовых технологий, продуманной конструкции, высоких характеристик, удобства в работе и надежности. По сути, выполненные в ней возможности интегрально не повторены ни в одном из имеющихся подобных устройств. По совокупности возможностей и функционала данное устройство практически не имеет прямых аналогов не только в России, но и в мире. Во второй половине 2012 г. начат серийный выпуск изделия на собственной производственной базе (Москва, г. Зеленоград), получен сертификат соответствия. Уже внедрен ряд проектов по использованию системы «Око-Архив АВТО ГЛОНАСС/3G»

в различных секторах транспорта (железнодорожный, городской, речной, автомобильный).

Сегодня трудно найти депо, не имеющее тренажер локомотива. Очередную новинку представила фирма «Логос» — это тренажер вождения электропоездов метрополитена (рис. 5).

Основным назначением тренажерного комплекса является профессиональная подготовка и переподготовка машинистов для формирования навыков управления электроподвижным составом, а также для отработки действий при возникновении неисправности или нестандартных ситуаций. Комплекс включает в себя реальную кабину машиниста со всеми действующими органами управления и средствами связи с

диспетчером, установленную на динамическую платформу, и модуль инструктора для контроля действий обучаемого. Тренажер выполнен для поездов моделей 81-717, 81-740 и 81-760. В качестве виртуальной среды для обучения создана трехмерная модель московского метрополитена, охватывающая 12 линий общей протяженностью 305 км и все 185 станций, включая все технические перегоны. Система проецирования позволяет выдавать изображение на всю площадь ветрового стекла кабины с моделированием зеркал внешнего вида.

Использование тренажерного комплекса дает неоспоримые экономические преимущества. В процессе обучения не происходит износа реального подвижного состава и путей, потребление электроэнергии тренажером значительно ниже, чем у реального поезда. В дополнение к этому, в процессе обучения на тренажере возможно создать для машинистов экстремальные условия возникновения нестандартных ситуаций без риска для реального подвижного состава и транспортной инфраструктуры, персонала и пассажиров. Таким образом, можно благодаря правильной подготовке машинистов минимизировать риск возникновения критических ситуаций в реальной жизни, а также ущерб от их последствий.

В отличие от существующих на рынке тренажеров, предлагаемый комплекс изготовлен на базе реальной кабины, виртуальная среда выполнена методом компьютерного моделирования, что позволяет менять параметры сценария обучения, регулируя интенсивность пассажиропотоков, движение других электропоездов, полную имитацию перегонов с диспетчером, изменение погоды на открытых участках, а также времени дня и года. Инструктор может вмешиваться в ход выполнения упражнений, задавая неисправности и нестандартные ситуации в любом месте движения по линии. Комплекс имеет систему оценки обучаемых, позволяющую контролировать их прогресс и отмечать области, требующие дополнительной тренировки.

Тренажерный комплекс разрабатывался для максимального приближения процесса обучения к реальным условиям. Использование динамической платформы позволяет имитировать динамику электропоезда в зависимости от загрузки и характеристик пути. Приборная панель кабины в точности повторяет настоящую, включая все штатные пневматические краны, радиостанцию с полной функциональностью, системы ИГЛА и ПНМ. Аудиосистема воссоздает стук колес и все шумы, которые слышны машинисту. Ученик в кабине тренажера видит в боковые зеркала и стационарные зеркала на станциях то же самое, что и настоящий машинист, это позволяет контролировать движение пассажиров. Помимо этого, комплекс из нескольких тренажеров позволяет проводить совместное обучение при движении нескольких поездов по одной линии, управляемых разными учениками, с необходимостью соблюдения расписания движения и всех регламентов переговоров с диспетчером.

(Окончание следует)

**Ю.А. ЖИТЕНЁВ,**  
спец. корр. журнала



# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ ДЕПО

## Методические рекомендации по выполнению заданных удельных норм энергозатрат на тягу поездов

Ежегодно на тягу поездов в ОАО «РЖД» расходуется от общего объема потребления около 85,1 % электроэнергии и 89,6 % дизельного топлива. Для оптимизации расходов Компанией разработана на 2013 — 2015 гг. стратегия энергосбережения, предусматривающая снижение к уровню 2009 г. удельных энергозатрат на перевозочную работу в электрической тяге на 2,2 — 3,5 % и тепловозной — на 4,2 — 4,8 %.

Учитывая постоянную динамичность значений удельных энергозатрат, их практическая реализация представляет собой сложную производственную задачу. Для ее решения авторы статьи с учетом накопленного опыта в определении удельных норм предлагают использовать разработанную ими схему реализации технических и организационных мер, которая приводится на рисунке. Эти меры помогут обеспечить снижение удельного и общего объема потребления электроэнергии (дизельного топлива) на тягу поездов, получить сбалансированные расчетные и утвержденные руководством дороги заданные нормативы.

Первоочередной задачей рассматриваемой работы на уровне эксплуатационного депо является определение значения снижения удельных энергозатрат и объема их потребления к достигнутому результату. Для ее решения машинист-инструктор по теплотехнике, прежде всего, должен сравнить полученные от дорожного топливно-энергетического центра (НТЭЦ) годовую, квартальные, месячные удельные нормы с фактически выполненными показателями в прошлом году (табл. 1).

При значительном (более 2 — 3 %) расхождении установленного задания с результатами прошлого года возникает вопрос: какие необходимо принять меры, чтобы заданные нормативы были выполнены в каждом месяце, квартале и за год? И в этом случае рекомендациями предусматривается выполнение необходимых теплотехнических расчетов, в которых для депо определено 15 основных нормообразующих факторов, т.е. показателей использования подвижного состава. Такое количество факторов позволяет машинисту-инструктору по теплотехнике оперативно и качественно выполнять базовые расчеты и оценивать достигнутые результаты.

Приведенные в табл. 2 показатели использования подвижного состава для расчета удельной нормы локомотивному депо утверждает руководство дирекции. Изменение же на текущий момент значений нормообразующих факторов по сравнению с прошлым годом вызывает необходимость уточнения расчетной удельной нормы, которая может быть меньше или больше заданной, т.е. возникает небаланс между заданием и результатом расчета.

Важнейшая роль в разработке баланса расчетных нормативов и задания отводится выбору показателей использования подвижного состава, значения коэффициентов влияния которых на изменение удельных норм находится в интервале от 0,0673 до 0,9928 %. Предпочтение следует отдавать показателям с большим коэффициентом влияния, который указывает, на сколько процентов изменится удельная норма при изменении конкретного фактора на 1 % или измеритель.

Рекомендуя структурную схему, которая представляется на рисунке, авторы статьи обосновывают необходимость уточнения значений отдельных нормообразующих факторов для тех случаев, когда их суммарное влияние на удельный расход не обеспечивает выполнение этого норматива. В приведенном примере расчеты ведутся по среднесетевым коэффициентам влияния каждого фактора на удельное потребление. Эксплуатационным депо целесообразно использовать значения дорожных коэффициентов, применяемых НТЭЦ для расчета норм.

Как следует из расчетов в табл. 2, учитывающей приведенные в ней показатели и долю 83 % грузовой работы от общего объема перевозок, отмеченные факторы не обеспечивают выполнение плановой нормы, превышая ее на 1,92 %. Возникают вопросы: какие меры должны быть реализованы для выполнения планового норматива, а также созданы ли условия для их реализации?

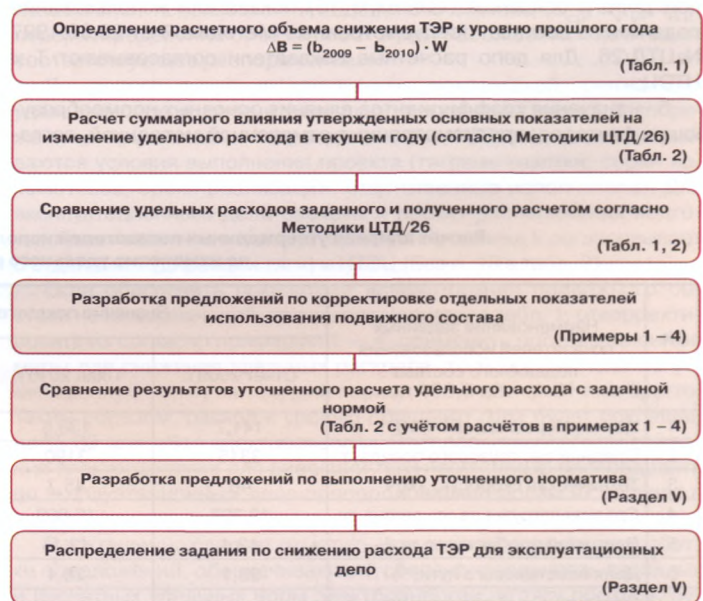
В данном случае предложен вариант ужесточения отдельных нормообразующих факторов, которые за последние годы имели значительные колебания, но при этом являются определяющими в расчете удельной нормы. В частности, это средний вес грузового поезда, коэффициент участковой скорости, значение расчетной температуры наружного воздуха и распределение объема работ по видам движения.

Однако изменить значения перечисленных четырех нормообразующих факторов грузового движения работники эксплуатационного депо самостоятельно (без соответствующего решения руководства дороги) не могут. Поэтому, разрабатывая мероприятия, необходимо учитывать уточненные значения нормообразующих факторов, на корректировку которых получено согласование.

Без таких решений выполнить утвержденные нормативы будет крайне сложно и проблематично. Из этого следует, что выявлять резервы экономии энергоресурсов на тягу поездов в условиях локомотивного депо необходимо несколькими вариантами расчетов, а реализовывать их за счет выполнения пересмотренных более жестких значений показателей использования подвижного состава, привлекая к этой работе работников других подразделений.

### I. Предлагаемый порядок разработки предложений.

Отметим их последовательность и особенность.



Структурная схема разработки сбалансированных мер для выполнения заданной удельной нормы энергозатрат на тягу поездов

Таблица 1  
Расчет заданного снижения объема потребления электроэнергии на тягу грузовых поездов для учета в разрабатываемых мероприятиях на планируемый год

Показатели	Отчет 2009 г.	План 2010 г.	Снижение расхода	
			+/-	%
Удельный расход электроэнергии на тягу грузовых поездов, кВт·ч/10 <sup>4</sup> т·км брутто	141,7	138,5	- 3,2	2,26
Заданный объем перевозочной работы на планируемый период, млн. т·км брутто	-	161980	-	-
Расчетная потребность электроэнергии на тягу грузовых поездов (B = b <sub>г</sub> · W), млн. кВт·ч	2295,26	2243,42	- 51,84	2,26

① Расчетное снижение расхода электрической энергии (дизельного топлива) на планируемый период (год, квартал, месяц) для утвержденного объема перевозочной работы  $W$  определяется по фактическому удельному расходу предыдущего года и заданному на текущий год:  $\Delta B = (b_{2009} - b_{2010}) \cdot W_{2010}$ , млн. кВт·ч.

② Снижение объема потребления энергоресурсов ( $\Delta B$ ) в планируемом периоде следует рассматривать как сумму двух составляющих: первой базовой  $\Delta B_1$  — от влияния на удельный расход плановых показателей использования подвижного состава и второй балансовой  $\Delta B_2$  — за счет предлагаемого дополнительно ужесточения отдельных плановых показателей использования подвижного состава, принятых в расчете заданной нормы. Кроме того, вторая балансовая составляющая снижается в результате ожидаемой эффективности от теплотехнической модернизации подвижного состава, внедрения рациональных режимов вождения поездов, повышения квалификации локомотивных бригад, т.е.  $\Delta B = \Delta B_1 + \Delta B_2$ .

③ Сбалансированность объемов снижения расхода энергоресурсов годового и квартальных:  $\Delta B_{\text{год}} = \Sigma \Delta B_{1,2,3,4 \text{ кв.}}$

④ Разработка и согласование корректировки отдельных нормообразующих факторов использования подвижного состава для дороги, что выполняет НТЭЦ с причастной дирекцией тяги.

## II. Исходные данные для расчета:

1 — планируемые объемы перевозочной работы для железной дороги или эксплуатационного депо ( $W_{\text{пл } 2010}$ , млн. т·км брутто);

2 — утвержденные руководителями ОАО «РЖД» для железной дороги плановые удельные нормы на текущий год, квартал и месяц, а для эксплуатационного депо — руководителями НТЭЦ ( $b_{\text{пл } 2010}$ , кВт·ч/10<sup>4</sup> т·км брутто);

3 — фактические удельные расходы ТЭР на тягу поездов в предыдущем отчетном периоде по дороге и депо ( $b_{\text{пл } 2009}$ , кВт·ч/10<sup>4</sup> т·км брутто);

4 — согласованные планово-экономической службой железной дороги основные (минимум 15) показатели использования подвижного состава, предусмотренные Методикой от 20.06.1997 № ЦТД/26. Для депо расчетные показатели согласовывают Т и НТЭЦ;

5 — значения коэффициентов влияния основных нормообразующих факторов, предусмотренные отмеченной методикой, согла-

совывают: для железной дороги — руководители ЦУНР, для депо — ДТЭЦ;

6 — эффективность работ по теплотехнической модернизации в текущем году принимать согласно утвержденным для дороги и депо программам по энергосбережению.

## III. Предварительные расчеты для разработки предложений. Выполняют в представляемой последовательности.

① Расчет суммарного влияния утвержденных значений основных нормообразующих факторов на изменение удельного расхода в планируемом периоде к уровню предыдущего года.

② Сравнение полученного расчетного изменения удельного расхода с согласованной ЦУНР удельной нормой в текущем году.

③ Подготовка предложений по корректировке отдельных показателей использования подвижного состава с учетом динамики их выполнения за последние 5 лет.

④ Выполнение дополнительного расчета ожидаемого удельного расхода в текущем году с учетом предлагаемой корректировки отдельных нормообразующих факторов.

⑤ Оценка и учет эффективности от реализации мероприятий по утвержденной Программе по энергосбережению на изменение ожидаемого удельного расхода и сравнение результатов расчета с заданием.

В табл. 1 приводится расчет объема потребления электроэнергии на планируемый год, определяемого по фактическим удельным расходам прошлого и заданной норме текущего года. Объем снижен на 51,84 млн. кВт·ч. В данном примере показатели использования подвижного состава вызывают рост удельного расхода, поэтому суммарное снижение удельного расхода составляет 4,18 (2,26 + 1,92) %. С учетом роста удельного расхода от изменения показателей суммарное снижение объема расхода электроэнергии к уровню 2009 г. составит:  $\Delta B' = \Delta B \cdot K = \Delta B \cdot \Delta b_{\text{расч}} / \Delta b_{\text{расч}} = 51,84 \cdot 4,18 / 2,26 = 95,88$  млн. кВт·ч, т.е. возрастет в 1,8 раза к первоначально согласованному без учета влияния показателей.

Если по итоговой табл. 2 получен результат со знаком минус, то необходимо разрабатывать меры для выполнения заданных показателей использования подвижного состава грузового движения с учетом их динамики и оценивать эффективность в сокращении расхода ТЭР в сравнении с прошлым годом. При этом будет обеспечено выполнение утвержденной нормы.

Таблица 2

Расчет влияния утвержденных показателей использования подвижного состава грузового движения на изменение удельного расхода отчетного периода

№ п/п	Наименование заданных показателей использования подвижного состава	Значение показателей			Коэффициент влияния	Изменение удельного расхода за отчетный период, %		
		Отчет 2009 г.	План 2010 г.	Изменение фактора		Всего, %	С учетом доли грузовой работы (в расчете 83%)	
1	Удельный расход, кВт·ч/10 <sup>4</sup>	141,7	138,5	-3,2	-	-2,26		
2	Средний вес грузового поезда, т	3315	3190	-3,8%	-0,196	+0,74	+0,61	
3	Техническая скорость, км/ч	46	45,7	-0,3	+0,9928	-0,30	-0,25	
4	Средняя нагрузка на ось вагона, тс	13,767	13,863	+0,7%	-0,4729	-0,33	-0,27	
5	Порожный пробег вагонов, %	42,4	42,14	-0,6	+0,5961	-0,36	-0,29	
6	Доля бесстыкового пути, %	28,1	28,4	+1,1	-0,0673	-0,07	-0,06	
7	Относительный расход энергии на холостом ходу, %	0,0362	0,0365	0,03	+2,756	+0,083	+0,07	
8	Номинальный КПД усредненного электровоза, %	0,9051	0,9047	-0,04	-1,1053	+0,044	+0,04	
9	Номинальная мощность усредненного электровоза, кВт	5411,6	5360,4	-0,95%	+0,1162	-0,11	-0,09	
10	Сцепной вес усредненного по депо электровоза, т	189,17	188,12	-0,55%	+0,0798	-0,044	-0,04	
11	Коэффициент участковой скорости, %	87,171	85,57	-1,6	-0,64	+1,02	+0,84	
12	Расчетная температура наружного воздуха, °С	-3,29	-4,29	-1,0	-0,44	+0,44	+0,44	
13	Условные потери в системе электроснабжения, %	23,4	23	-0,4	+1,417	-0,28 (-0,4; 1,417)	-0,28	
14	Перераспределение объема работ по видам движения	Пример расчета в табл. 12.21 на стр. 81 Методики ЦТД/26						+0,87
15	Удельная рекуперация, кВт·ч/10 <sup>4</sup> т·км брутто	3,78	3,44	-0,34 (3,78 - 3,44)	-0,98	-	+0,33	
Итого, %							+0,61 + 0,07 + 0,04 + 0,84 + 0,44 + 0,87 + 0,33 - 0,25 - 0,27 - 0,29 - 0,06 - 0,09 - 0,04 - 0,28	+1,92

Таблица 3  
Уточнение задания среднего веса грузового поезда

Показатели	Значение по годам					2010 г.	
	2005	2006	2007	2008	2009	Первоначальный план	Предложение по динамике
Вес, т	3460	3315	3308	3318	3315	3190	3280
Изменение к предыдущему году, %	100	95,8	99,8	100,3	99,9	96,2	98,95
± к предыдущему году, %		-4,2	-0,2	+0,3	-0,1	-3,8	-1,05 (среднее значение)

Таблица 4

Анализ коэффициента участковой скорости за последние 5 лет

Показатели	Значение по годам					2010 г.	
	2005	2006	2007	2008	2009	Первоначальное значение	Предлагаемый норматив
Коэффициент участковой скорости, %	89,17	87,07	86,27	86,97	87,17	85,57	86,67
Изменение к предыдущему году, %	100,0	-2,1	-0,8	+0,7	+0,2	-1,6	-0,5 (среднее значение)

Таблица 5

Уточнение значения расчетной температуры

Показатели	Значение по годам					2010 г.	
	2005	2006	2007	2008	2009	Первоначальное значение	Предлагаемый норматив
Расчетная $t_{н.в.}$ , °С	-1,29	-1,09	-2,29	-3,39	-3,29	-4,29	-3,97
Изменение к предыдущему году	100	+0,2	-1,2	-1,1	+0,1	-1	-0,5 (среднее значение)

Аналогичные расчеты необходимо выполнить и для пассажирского движения, а полученные результаты суммировать с данными для грузового движения. По маневровому, пригородному и хозяйственному видам движения удельный расход следует принимать на уровне достигнутого в 2009 г. Здесь не требуются дополнительные расчеты по уточнению значений показателей использования грузового и пассажирского движения. Для этих видов работ необходимо предусматривать организационные меры снижения удельных расходов энергоресурсов.

**IV. Порядок восполнения дополнительного снижения удельного расхода до уровня задания.** Из данных, приведенных в табл. 2, следует, что заданные показатели использования подвижного состава грузового движения повышают удельный расход в целом по депо к уровню 2009 г. на 1,92 %. Поэтому эту величину целесообразно компенсировать за счет возможного ужесточения отдельных нормативных нормообразующих факторов. Из этой же таблицы выявлено, что максимальный рост удельного расхода вызывают следующие четыре показателя:

- ✓ средний вес грузового поезда (+0,61 %);
- ✓ коэффициент участковой скорости (+0,84 %);
- ✓ температура наружного воздуха (+0,44 %);
- ✓ перераспределение объема работ по видам движения (+0,87 %).

Поэтому необходимо выявлять возможность полной или частичной компенсации роста на 1,92 % удельного расхода путем подготовки предложений по ужесточению каждого из этих показателей. С этой целью выполняется анализ динамики изменения каждого из них за последние 5 лет в реально сложившихся условиях эксплуатации. Уточненное значение следует принять с учетом среднего значения относительного изменения за указанный период, что не позволит допустить ошибки в принятии решения об уточненном значении для расчета.

**Пример 1:** уточнение задания среднего веса грузового поезда (табл. 3). Предлагаемое снижение определено как среднее значение -1,05 % вместо -3,8 %, что снижает удельный расход на 0,2 % ( $1,05 \times 0,196$ ) вместо первоначального 0,61 %. Расчетное значение удельного расхода повышается на 0,41 % ( $0,61 - 0,20$ ).

**Пример 2:** уточнение коэффициента участковой скорости (табл. 4). Производим анализ этого показателя за последние 5 лет и предлагаем уточненное его значение для расчета с учетом реальных условий эксплуатации.

Для предлагаемого значения рост удельного расхода составит 0,32 % ( $0,5 \times 0,64$ ), что на 0,52 % ( $0,84 - 0,32$ ) ниже первоначального значения согласно табл. 1.

**Пример 3:** уточнение значения расчетной температуры (табл. 5). При этом повышение удельного расхода составит 0,22 % ( $0,5 \times 0,44$ ) вместо принятого в табл. 1 значения 0,44 ( $0,44 - 0,22$ ).

**Пример 4:** уточнение влияния перераспределения объема работ по видам движения (п. 14 табл. 2) на изменение удельных расходов. Допустим, что по уточненным расчетам рост удельного расхода составит 0,57 % вместо 0,87 % согласно табл. 2. При этом снижение удельного расхода составит 0,3 % ( $0,87 - 0,57$ ).

**Сравнение результатов.** Из анализа рассмотренных примеров выявляется и предлагается возможность снижения удельного расхода суммарно на 1,45 % ( $0,41 + 0,52 + 0,22 + 0,3$ ), что на 0,47 % ( $1,92 - 1,45$ ) ниже расчетного значения по табл. 1.

Отмеченную величину 0,47 удельного расхода необходимо восполнить за счет реализации мероприятий по Программе энергосбережения ОАО «РЖД» на текущий год, внедрения рациональных режимов вождения поездов на тяговых участках, организационных мер (сокращение горячего простоя локомотивов, отмены длительно действующих предупреждений по ограничению скоростей движения, повышения квалификации машинистов и др.).

Изложенные меры позволяют мобилизовать дорожные дирекции тяги на эффективное использование подвижного состава и сбалансировать результаты расчетов с утвержденной нормой.

**V. Порядок выполнения уточненных расчетных показателей.** Для выполнения предлагаемых уточненных расчетами показателей использования подвижного состава ( $Q_{ср}$ ,  $K_v$ ,  $t_{н.в.}$ , перераспределение объема работ и др.) необходимо подготовить соответствующее распоряжение.

По дороге значения уточненных показателей, снижающих удельный расход, рассчитывает и согласовывает проект распоряжения с причастными подразделениями, НТЭЦ. При этом указываются условия выполнения проекта (тяговые участки, серии локомотивов, сроки реализации, ответственные исполнители). Для эксплуатационного депо расчеты и проект распоряжения подготавливает машинист-инструктор по теплотехнике и согласовывает с отделами Т (дирекции тяги) и НТЭЦ (без п. 13 в табл. 2).

Если обеспечить показатели использования подвижного состава не ниже значений, которые приведены в табл. 1, откорректировать их согласно примерам 1 — 4, применить организационные меры для снижения удельных расходов, то можно выполнить утвержденную норму на текущий период 138,5 кВт·ч/10<sup>4</sup> т·км брутто. Таким образом, расход к уровню прошлого года будет сокращен на 95,88 млн. кВт·ч электроэнергии. Этот расчетный объем снижения электроэнергии для дирекции тяги необходимо распределить по эксплуатационным депо пропорционально долям их расхода в текущем году.

В заключение следует отметить, что данный порядок разработок предложений, обеспечивающий сбалансированность заданных и расчетных удельных норм электроэнергии на тягу поездов, будет полезен, в первую очередь, для малоопытных машинистов-инструкторов по теплотехнике эксплуатационных депо.

Основным техническим пособием при разработке мероприятий для выполнения заданий по удельным нормативам и уровню снижения объема потребления энергоресурсов на тягу поездов является утвержденная Методика по анализу расхода энергоресурсов от 20.06.1997 № ЦТД/26. В этой методике отдельные положения, приведенные в статье, раскрыты более подробно. Аналогичный метод применим и при разработке сбалансированных рекомендаций для тепловозной тяги, но коэффициенты влияния нормообразующих факторов будут другие, что необходимо учитывать в расчетах.

Д-р техн. наук **В.Н. ИГИН**,  
начальник топливно-энергетического отдела  
Дирекции тяги ОАО «РЖД»,  
инж. **А.Ю. НОВИКОВ**,  
ведущий инженер отдела,  
канд. техн. наук **С.С. ПЕТРАКОВСКИЙ**,  
г. Москва

# ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ ПРИХОДИТ НА ПОМОЩЬ ОБУЧЕНИЮ



**П.В. ПОЧТЕННОВ**, директор Центра 3D-решений компании КРОК

**Что может быть общего у 3D-технологий с обучением железнодорожников и конструированием элементов техники? Ответ лежит на поверхности... средств виртуальной и дополненной реальности.**

Трехмерное проектирование объектов в железнодорожной практике — уже не новость. С помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) с функциями создания 3D-моделей (такие решения предлагают программы КОМПАС-3D, AutoCAD, Autodesk Inventor, 3ds Max, Solidworks) по всему миру разрабатывают промышленные объекты и сооружения, включая железные дороги общего назначения, а также метрополитен и скоростные магистрали.

Между тем, указанные решения имеют недостаток, который не позволяет в полной мере визуализировать элементы конструкций и выявить возможные ошибки в макете. Речь идет об отсутствии интерактивного механизма в подобных системах.

Но решение проблемы уже найдено. Такие производители как EON Reality предлагают заказчикам, в том числе компаниям железнодорожного транспорта, широкий класс систем для 3D-визуализации объектов. Для того чтобы шире проинформировать об их возможностях, 2 апреля 2014 г. компания КРОК открыла первый в России центр 3D-решений, который пользуется большой популярностью среди заказчиков. Ежедневно мы принимаем несколько групп посетителей, желающих увидеть 3D-системы в действии.

В центре сегодня предоставлено 10 классов оборудования EON Reality с предустановленным специальным программным обеспечением. Данные системы виртуальной реальности отличает наглядность демонстрируемых проектов, возможность быстрого внесения изменений, интерактивность содержания, что может быть полезно как при самом проектировании, так и при обучении персонала действиям при нештатных ситуациях. Рассмотрим чуть подробнее основные аспекты применения 3D-технологий в железнодорожной сфере и их преимущества для заказчика.

## ОТ ОБОСНОВАНИЯ ИДЕИ ДО ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ — ВСЕ ЭТАПЫ В 3D

Проектирование деталей сложных конструкций, например, подвижного состава, часто требует создания макетов в масштабе 1:1. Они наглядны, но одновременно с этим дороги в производстве, их сложно транспортировать. Кроме того, быстро внести изменения в такой макет просто невозможно. Так было раньше.. Сегодня же проектирование можно вывести на качественно новый уровень, рассматривая детали двигателей или тормозного оборудования буквально под разными углами.

Уже на первых этапах разработки использование 3D-решения становится оправданным. Трехмерные технологии помогают обосновать инвестиции, если мы говорим о подготовке совершенно новой продукции или привлечении внимания к конкретным методам развития железнодорожной инфраструктуры. Ведь, как правило, есть всего две-три минуты на презентацию бизнес-идеи, чтобы доказать ее жизнеспособность. С помощью систем виртуальной реальности это можно сделать проще и более эффективно.

На следующем этапе — непосредственно проектирования объекта — решения виртуальной реальности позволяют быстрее обнаруживать ошибки. Выявить их с первого взгляда традиционная схема или чертеж часто просто не позволяет. А с помощью 3D мы организуем процесс создания макета таким образом, что одновременно снижаем риски и уменьшаем время на исправление ошибок.

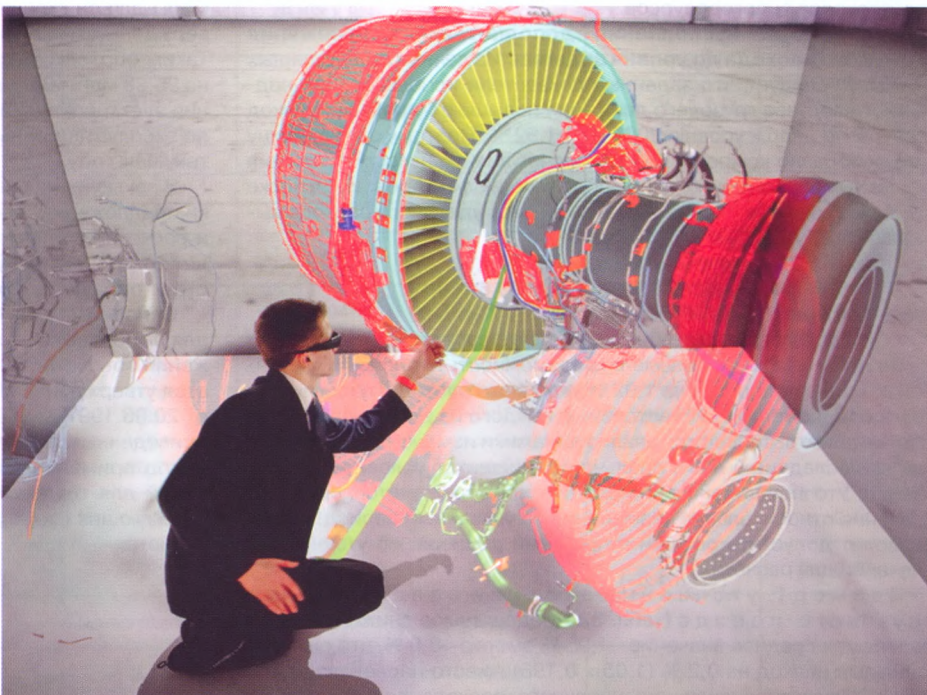
Помимо этого, создание трехмерных интерактивных макетов имеет экономиче-

ское обоснование. Разработка виртуальной модели производится всего один раз, в дальнейшем она копируется программным методом для использования в дочерних компаниях или филиалах организации. Это не требует дополнительных затрат на создание еще одного макета, его перевозку и хранение.

3D-технологии приобретают большое значение для обучения персонала эксплуатации подвижного состава, другой железнодорожной техники и устройств. Например, с помощью 3D можно демонстрировать работникам пошагово весь процесс обслуживания, ремонта и демонтажа узлов. Некоторые зарубежные промышленные компании готовят такой интерактивный курс для своих инженеров, чтобы сократить затраты на преподавателей.

К тому же, за счет эффекта полного погружения ошутимо повышается запоминаемость материала. По некоторым оценкам, она может увеличиваться на 80%. В результате мы убиваем двух зайцев — снижаем затраты на обучение (наши зарубежные партнеры утверждают, что экономия может достигать до нескольких миллионов долларов) и получаем более квалифицированный персонал. Особенно полезны такие интерактивные тренинги в 3D при изучении особенностей потоковой сборки оборудования различных модификаций.

Безопасность на транспорте также можно отрабатывать с помощью 3D. Определенно, это лучший способ объяснить порядок действий, нежели использовать скучные методички или проводить с каждой группой сотрудников отдельные лекции. Трехмерное пространство дает



**Рис. 1. 3D-куб EONcube**

нам возможность в игровой форме отточить навыки, как если бы человек действительно оказался на месте, например, аварии. Для лучшего понимания, что нужно предпринимать работникам во время чрезвычайных ситуаций, можно визуализировать не только их последствия, но и результаты правильных и неправильных реакций. Эффект присутствия достигается за счет имитации на экранах законов физики, природных явлений, техногенных явлений: течения жидкости, пожара, дыма, взрыва, столкновения поездов и т.д.

### УНИКАЛЬНЫЙ ЦЕНТР И НЕ МЕНЕЕ УНИКАЛЬНАЯ ШКОЛА 3D-РЕШЕНИЙ

Наш центр не имеет аналогов в стране. Во-первых, это первый российский центр, созданный вместе с компанией EON Reality — лидером по разработке программного обеспечения (ПО) для управления интерактивным трехмерным контентом, а также приложений виртуальной реальности. Это ПО поддерживает более сотни готовых функций, а потому оно просто в использовании и экономично — на создание интерактивных приложений уходит меньше времени и ресурсов.

Во-вторых, мы пока единственная компания в стране, которая оказывает весь спектр услуг в области 3D-проектирования: от обучения подобному проектированию до внедрения и интеграции 3D-систем, разработки сценариев для различных отраслей. Центр 3D-решений включает в себя демонстрационную зону, в которой посетители могут увидеть живую наиболее полную линейку EON Reality, лабораторию — нашу исследовательскую структуру, в которой инженеры КРОК разрабатывают специализированный контент, и школу 3D-решений. О ней стоит рассказать более подробно.

Только начав анализировать рынок трехмерных интерактивных технологий, мы столкнулись с тем, что в России попросту нет специалистов, которые могли бы их внедрять. Потому мы решили инвестировать в создание школы разработчиков, сейчас она насчитывает 25 студентов. Обучение возможно как на коммерческой, так и на бесплатной основе.

В первом случае мы предлагаем заказчикам, собирающимся внедрять у себя 3D-технологии, отправить в нашу школу перспективных сотрудников. Это позволит решить проблему поддержки, ввода нового функционала в модели, их разработки с нуля. КРОК, конечно же, готов взять эти задачи на себя, но в ряде случаев заказчику интереснее обучить свой персонал.

Во втором случае мы сами оплачиваем учебу талантливым инженерам, если они хорошо проявляют себя во время вступительных испытаний и обладают навыками работы с пространственными системами визуализации. Для таких вчерашних студентов это хороший шанс трудоустроиться. По итогам обучения они могут заняться разработкой 3D-моделей уже в штате КРОК.

Практически все лекции в школе ведутся на английском языке представителями EON Reality из Великобритании и Сингапура. Это практики, занимающиеся уже много лет внедрением 3D-систем. Для



Рис. 2. Проекционная голографическая 3D-система EON Holographic I

того чтобы адаптировать знания под российскую специфику, мы также привлекли профессорско-преподавательский состав Московского государственного университета путей сообщения. Вместе с ним ведем пилотные проекты по подготовке интерактивного контента для вузов.

Курс обучения в школе 3D-решений длится 10 месяцев, он включает в себя теоретическую и практическую части. В рамках практических занятий студенты моделируют сложные инженерные и промышленные объекты, высокотехнологичные устройства (например, двигатели), биосистемы, включающие строение человеческого тела.

Уже на этом этапе студенты учатся делать модели анимированными, интерактивными, с максимальной детализацией для различных отраслей: промышленности, транспорта, сферы развлечений, медицины и приборостроения. Для специалистов заказчиков мы организуем краткосрочные курсы продолжительностью от одной недели (весь срок обучения зависит от квалификации сотрудников заказчика).

Первых специалистов школа 3D-решений КРОК выпустит уже этим летом. Это будут первые в нашей стране специалисты с уникальной компетенцией в области разработки 3D-решений. А в следующем учебном году мы планируем увеличить численность студентов до 50 человек.

### ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕНТРА 3D-РЕШЕНИЙ КРОК

#### 3D-куб (EONcube, рис. 1)

3D-куб — конструкция, находящие внутри которой создает эффект полного погружения в виртуальную реальность и дает пользователю возможность взаимодействовать с 3D-объектами. В стандартной конфигурации конструкция может состоять из трех-шести стен прозрачного полимерного материала и системы обратной проекции для каждой из них (изображение падает на поверхность не напрямую, а изнутри).

Максимальная приближенность к реальности достигается при использовании решения совместно с системой отслеживания движений и интерактивными устройствами виртуальной реальности. Надевая очки, пользователь оказывается в виртуальной 3D-среде и может изучать и взаимодействовать с объектами при помощи джойстика или специальных перчаток.

#### Мобильный 3D-куб (EON Icube Mobile)

Данное решение может использоваться на выездных мероприятиях благодаря упрощенной конструкции, позволяющей оперативно собирать и разбирать систему (все оборудование может быть собрано в течение 8 ч). В отличие от стационарного 3D-куба, мобильный 3D-куб имеет в стандартной конфигурации от трех до четырех стен. Для создания эффекта полного погружения используется система прямой проекции изображения.

#### Проекционная голографическая 3D-система (EON Holographic I, рис. 2)

Эта система разработана специально для коллективного использования. Она применяется для визуализации 3D-объектов и создает ощущение парящего в воздухе трехмерного изображения. Такой необычный эффект достигается путем применения 3D-проектора в сочетании с выпуклым прозрачным экраном. Система голографического проецирования проста в использовании и может применяться для наглядной демонстрации проектных решений, а также проведения виртуальных экскурсий и презентаций.

#### Система отображения 3D без очков (EON Artificial I)

Решение позволяет пользователям без специальных очков видеть перед собой интерактивные 3D-объекты, которые словно выступают за границы экрана. Система представляет собой 3D-дисплей с интегрированным программным обеспечением для создания и управления 3D-моделями и презентациями в режиме реального времени.



Рис. 3. Интерактивная 3D-система для коллективного использования EON Consave



Рис. 4. Мобильная система разработки и визуализации 3D-контента EON Ibenchmobile

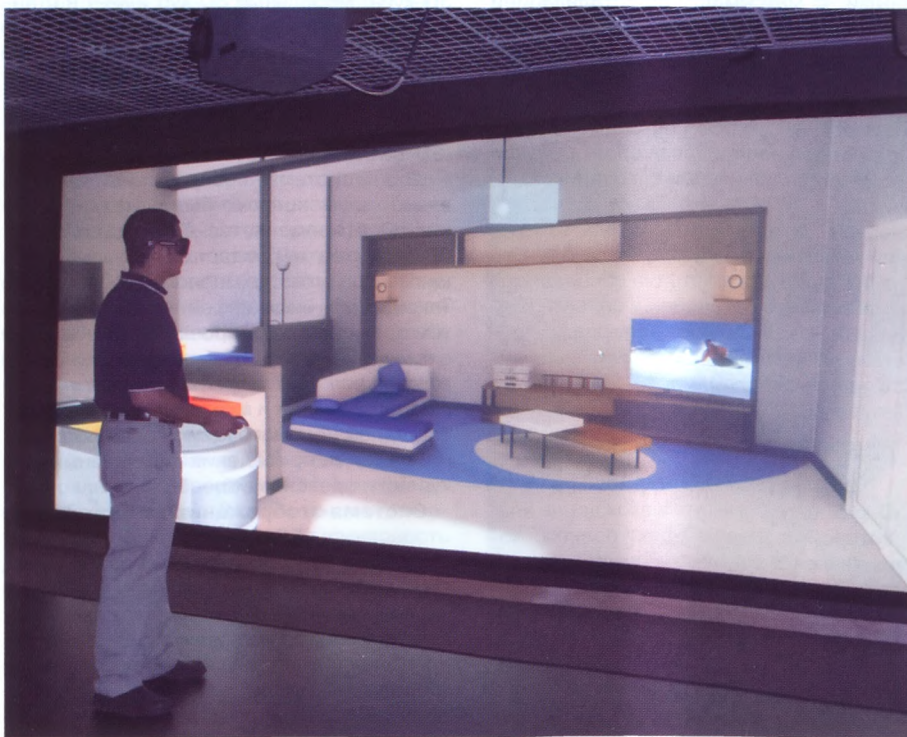


Рис. 5. Интерактивная проекционная 3D-система EON Icatcher mini active

### Интерактивная 3D-система для коллективного использования (EON Consave, рис. 3)

Система визуализирует и позволяет создавать объекты виртуальной реальности, взаимодействовать с которыми пользователи могут с помощью специальных джойстиков. Благодаря применению технологии прямого проецирования и сшивки изображения (соединение в единую бесшовную картину) решение позволяет создать на огромном вогнутом панорамном экране реалистичную картинку и добиться эффекта полного погружения в виртуальную среду.

### Система взаимодействия с 3D-объектами без манипуляторов (EON Interact 65)

Решение с помощью датчиков фиксирует движения пользователя и позволяет без использования специальных манипуляторов взаимодействовать с трехмерными объектами, управлять ими с помощью движений и жестов.

### Персональная система разработки и визуализации 3D-контента (EON Idesk)

Это полноценное настольное решение для отображения 3D-контента с эффектом погружения в виртуальную реальность. Система в режиме реального времени отслеживает действия пользователя с помощью специальных датчиков (это позволяет автоматически подстраивать изображение под конкретного человека) и может отображать несколько отдельных 3D-объектов или единую виртуальную среду.

Решение может быть использовано для сопровождения маркетинговых и рекламных кампаний, проведения виртуальных экскурсий и производственного обучения. Благодаря добавлению в образовательный процесс элементов игры и интерактивного общения система позволяет значительно повысить качество и усвояемость получаемых знаний, ускорить процесс обучения.

### Мобильная система разработки и визуализации 3D-контента (EON Ibenchmobile, рис. 4)

Система позволяет взаимодействовать с ярким 24-дюймовым стереоскопическим планшетом высокой четкости, который отслеживает действия пользователя и может отображать отдельные реалистичные 3D-объекты или единую виртуальную среду. По своим возможностям и качеству изображения решение не уступает стационарной системе разработки и визуализации EON Idesk, но обладает меньшими габаритами, а значит, отлично подходит для выездных мероприятий и презентаций.

### Интерактивная проекционная 3D-система (EON Icatcher mini active, рис. 5)

Это мобильное и простое в использовании средство работы с 3D-изображениями. Оно дает возможность в режиме реального времени взаимодействовать с 3D-объектами, которые проецируются на один или несколько экранов и могут образовывать как совокупность отдельных объектов, так и единую виртуальную среду.

Система позволяет наглядно демонстрировать объекты уже на этапе их проектирования, проводить виртуальные экскурсии, интерактивные обучающие занятия и презентации, а также визуализировать научные данные и разработки. ■



# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕПО ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫМИ ЦЕННОСТЯМИ

## С сетевой школы

В предыдущем номере журнала были опубликованы некоторые материалы сетевой школы, прошедшей в ремонтном локомотивном депо Зауралье (г. Курган), о выполнении норматива простоя локомотивов в ремонте. Предлагаем читателю ознакомиться с материалами, подготовленными первым заместителем начальника Юго-Восточной дирекции по ремонту тягового подвижного состава А.П. ФИЛИППОВЫМ, по снижению простоя локомотивов в ремонте за счет своевременного обеспечения локомотивных депо товарно-материальными ценностями в современных условиях.

В настоящее время вопрос обеспечения ремонтных локомотивных депо товарно-материальными ценностями (ТМЦ) стоит очень остро, так как отсутствие запасных частей и материалов, либо их неритмичная поставка в ремонтные локомотивные депо напрямую связано с выполнением норматива простоя локомотивов на текущих ремонтах и техническом обслуживании.

Невыполнение норматива простоя локомотивов в ремонте, в свою очередь, приводит к росту непроизводительных потерь, а именно: вместо осуществления перевозочного процесса локомотив простаивает на ремонтном стойле в ожидании запасных частей. Сверхнормативный простой тягового подвижного состава на всех видах ремонта также влечет за собой затруднения с выполнением очень важного показателя — содержания эксплуатируемого парка локомотивов.

Кроме того, неритмичность поставок запасных частей и, как следствие, несвоевременный выход локомотива в эксплуатацию приводит к невыполнению важнейшего показателя ремонтной составляющей локомотивного комплекса — программы ремонта локомотивов.

Для снижения простоя локомотивов в ремонте необходима четкая организация своевременного обеспечения локомотивных депо ТМЦ на программу ремонта. Для выполнения данной задачи остановлюсь на некоторых аспектах, при решении которых возможно обеспечить ремонт локомотивов необходимыми ТМЦ.

Одним из главных вопросов является формирование квартальной заявки на предстоящую программу ремонта. Данная заявка должна быть сформирована не только с учетом норм сменяемости запасных частей и материалов на текущих видах ремонта и техническом обслуживании локомотивов, но и благодаря анализу фактической смены узлов и оборудования на ТР и ТО за прошедший период (квартал, полугодие).

Более того, необходимо иметь четкий график поставки ТМЦ на программу ремонта текущего месяца. Для решения таких вопросов предлагается следующее: в конце текущего месяца производить сравнительный анализ выполнения заявки ТМЦ на текущий месяц с фактическим расходом запасных частей и материалов. По его результатам корректировать заявки ТМЦ на программу ремонта следующего месяца, т.е., если в текущем месяце отдельные номенклатурные позиции заявленных запасных частей были невостребованы, то вместо них в заявке на следующий месяц увеличить количество остродефицитных запасных частей и материалов.

Не менее важным моментом эффективности поставки запасных частей и материалов является «система визуального контроля своевременного обеспечения ТМЦ с учетом выполнения квартальной программы ремонта локомотивов» (рис. 1)

Основной принцип данной системы заключается в «вытягивании» материаль-

но-технических ресурсов, исходя из фактических расходов на выполнение установленной программы ремонта локомотивов, а именно: своевременное пополнение технологических ячеек кладовых запасными частями, узлами и комплектующими деталями по мере их вовлечения в производство.

Визуальный принцип основан на цветовом восприятии работником наличия необходимого количества запасных частей и оборудования, требуемых для ремонта локомотивов. Согласно квартальной заявке хранение ТМЦ на стеллаже красного цвета сигнализирует о наличии суточного запаса, желтый цвет — месячного и зеленый цвет — достаточного количества квартального запаса на единицу ремонта.

Вышеуказанную систему целесообразней применять в кладовых подразделениях ООО «ТМХ-Сервис» и ремонтных локомотивных депо не на квартальную программу ремонта, а рассчитанную на месячную, так

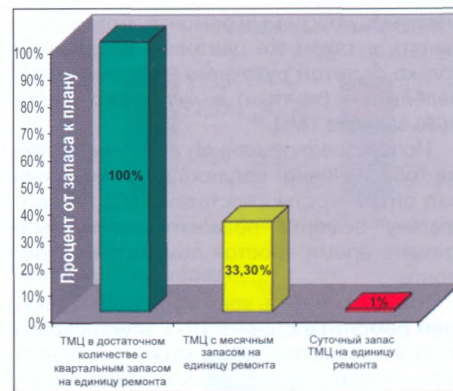


Рис. 1. Система визуального контроля своевременного обеспечения ТМЦ с учетом выполнения квартальной программы ремонта локомотивов

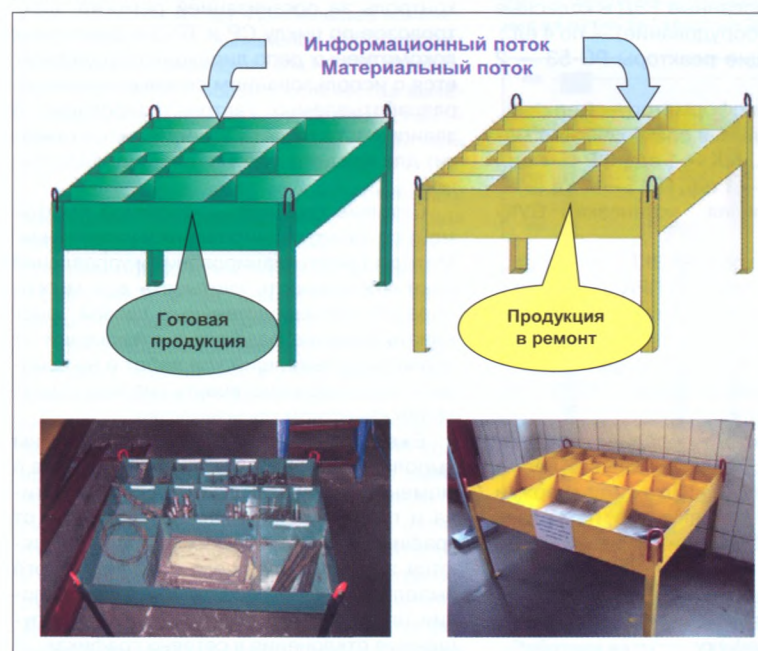
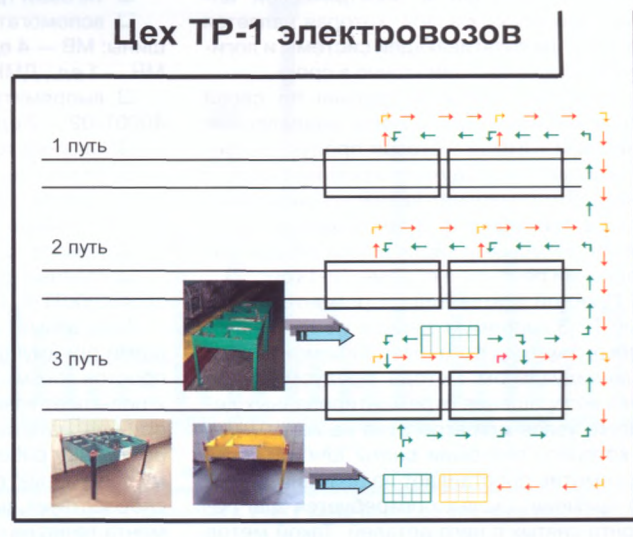


Рис. 2. Информативное управление процессом ремонта путем организации системы вытягивающего материально-технического обеспечения текущего ремонта ТР-1



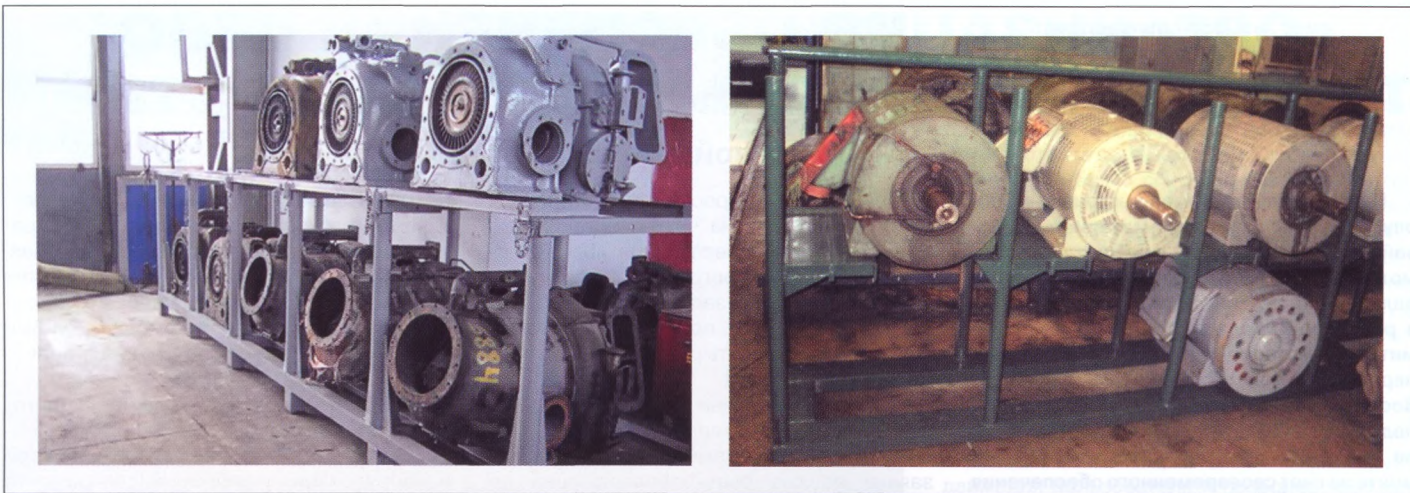


Рис. 3. Создание оптимального переходного комплекта оборудования для реализации агрегатно-поточного метода ремонта с целью сокращения времени простоя локомотивов

как потребное количество запасных частей и материалов согласно квартальной заявке нельзя разместить из-за ограниченных производственных площадей кладовых. Кроме того, отсутствует еще и возможность единовременной поставки ТМЦ в больших количествах. Поэтому систему визуального контроля наличия запасных частей и оборудования, рассчитанную на месячную программу ремонта, можно применять в таком же цветовом восприятии только с учетом суточного (красный цвет), недельного (желтый) и месячного (зеленый) запасов ТМЦ.

Использование данной системы, а также обеспечение надлежащего контроля над ритмичностью поставки ТМЦ на программу ремонта позволит значительно снизить время простоя локомотива в ремонте.

Чтобы сократить время простоя на текущем ремонте в объеме ТР-1 электровозов и ТО-3 тепловозов, также можно использовать систему визуально-информативного контроля потребности и наличия запасных частей для ремонта. Например, в ремонтном локомотивном депо Лиски на производственном участке текущего ремонта ТР-1 электровозов изготовлена и размещена технологическая готовальня неснижаемого запаса элементов механического оборудования, запасных частей тяговых электродвигателей и электрической аппаратуры электровозов, которая является элементом вытягивающей системы и логистической концепции «точно в срок».

Технологическая готовальня по своей структуре имеет две основы, разделенные цветовой гаммой: готовая продукция (зеленый цвет) и продукция в ремонт (желтый цвет). Это позволяет визуально контролировать потребность в техническом оснащении запасными частями участка при выполнении ремонта в объеме ТР-1 (рис. 2).

Простой локомотива в ремонте в объеме ТР-3 напрямую зависит от технологического метода организации ремонта. При индивидуальном методе предусматривается возвращение отремонтированных деталей, узлов или агрегатов на локомотив, с которого они были сняты для ремонта. Локомотив простаивает на позиции столько времени, сколько потребуются для ремонта снятых с него деталей. Такой метод

зачастую и применяется в ремонтных локомотивных депо.

При агрегатном методе снятые с локомотива узлы и аппараты поступают в ремонтные цехи, а на локомотив устанавливается другое оборудование, заранее отремонтированное, или новые узлы и агрегаты из технологического запаса. Таким образом, простой локомотива значительно сокращается. Этот метод дает наиболее заметные результаты, когда предусматривается работа с крупными агрегатами (тележка в сборе, компрессоры, силовые трансформаторы и др.).

Для организации работ агрегатным методом как раз и необходима поставка ТМЦ для создания переходного комплекта узлов и оборудования (рис. 3). Например, проведенными анализами сетевых графиков ремонта в объеме ТР-3 определен следующий оптимальный технологический переходный запас оборудования одной секции электровоза серии ВЛ80 и их комплектующих:

- отремонтированные рамы тележки с навесным оборудованием — 2 ед.;
- комплектованные колесно-моторные блоки — 4 ед.;
- отремонтированные ТЭД и колесные пары (линейное оборудование) — по 4 ед.;
- сглаживающие реакторы РС-53 — 2 ед.;
- тяговый трансформатор — 1 ед.;
- вспомогательные электрические машины: МВ — 4 ед., МК — 1 ед., ФР — 1 ед., МН — 1 ед., ДМК — 1 ед., П-11 — 1 ед.;
- выпрямительная установка ВУК-4000Т-02 — 2 ед.;
- главный контроллер ЭКГ-8Ж — 1 ед.;
- переходной реактор ПРА-48 — 1 ед.;
- панели электрических аппаратов — по 1 ед. каждая;
- компрессор КТ-6Эл — 1 ед.;
- главный выключатель ВОВ-25А-10/400УХЛ1 — 1 ед.

Агрегатный метод обладает следующими преимуществами: сокращает время простоя локомотивов, исключает задержки и повышает качество ремонтов, позволяет организовать стабильность и ритмичность ремонтных работ, приводит к значительному повышению производительности труда, способствует выпуску локомотивов из ремонта точно по графику.

Помимо изложенного, возникает необходимость проведения ремонта линейного оборудования (ремкомплектов) на заводах ОАО «Желдорремаш». Если ремкомплекты планируются ЦТР под каждую единицу ремонта локомотива в объеме СР, то задачей региональных дирекций по ремонту ТПС является расчет количества линейного оборудования для его ремонта в условиях завода на квартальную программу ремонта локомотивов в условиях депо. При расчете необходимо учитывать наличие ремонтного фонда в ремонтном локомотивном депо, расстояние и время транспортировки оборудования, а также длительность ремонта на заводах ОАО «Желдорремаш».

Поэтому от точности расчета потребного количества основного оборудования для ремонта в условиях завода во многом зависит соблюдение норматива нахождения локомотива на плановых видах текущего ремонта и технического обслуживания в условиях ремонтного локомотивного депо.

В заключение остановлюсь на одном существенном аспекте, от успешной реализации которого в немалой степени зависит выполнение норматива простоя локомотивов в ремонте. В настоящее время контроль за организацией ремонта электровозов по циклу СР и ТР-3 в ремонтных локомотивных депо дирекции осуществляется с использованием сетевых графиков, разрабатываемых (автоматизировано в зависимости от даты и времени постановления) для каждого локомотива индивидуально.

Сетевые графики — основной инструмент сетевого планирования и управления. Методы такого планирования и управления дают возможность учитывать все многообразие производственных связей, оценивать влияние различных отклонений от плана на дальнейший ход работ и на основе этого совершенствовать систему управления качеством производства.

Ежесуточный контроль над фактическим выполнением сетевых графиков ремонта с момента постановки до выпуска локомотива и последующий анализ отклонений от графика технологических операций являются залогом успешного и эффективного выполнения процесса ремонта при условии оперативного реагирования на допущенные отклонения в сетевых графиках. ■



# КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ «РАБОТНИК НА ПУТИ»

В Дирекции тяги ОАО «РЖД» внедрена автоматизированная система учета, анализа и расследования нарушений по замечаниям машиниста

Документом, устанавливающим общие требования к организации работы в ОАО «РЖД» по системе информации «Работник на пути», является положение, утвержденное распоряжением старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановича от 6.11.2013 № 2374р. Система информации «Работник на пути» направлена на предотвращение производственного травматизма при выполнении работ и соблюдение правил нахождения на железнодорожных путях. Активная работа локомотивных бригад по данной системе способствует предупреждению травмирования работников от наезда подвижного состава.

Главным функциональным звеном в работе системы информации «Работник на пути» являются локомотивные бригады. Именно машинист при выявлении нарушений требований охраны труда сообщает об этом дежурному по станции. Далее информация направляется диспетчеру структурного подразделения, работники которого допустили нарушение. Затем диспетчер ставит в известность руководителя своей организации, который должен принять незамедлительные меры к устранению нарушения и провести разбор причин его возникновения.

В I квартале 2014 г. локомотивными бригадами Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД» (ЦТ) выявлено 2919 нарушений правил безопасности (рис. 1) при выполнении работ на пути (в I квартале 2013 г. — 2792), из них 1535, или 52,3 % не принято к учету смежными службами (в I квартале 2013 г. — 1311, или 47%). Наибольшее количество замечаний выявлено работниками Октябрьской дирекции тяги — 415 замечаний, или 14 % от общего количества выявленных нарушений по сети, Горьковской — 381, или 13 % и Свердловской — 392, или 13,4 % (рис. 2).

В I квартале 2014 г. локомотивными бригадами эксплуатационных депо для предотвращения наезда на работников Компании было применено 38 экстренных торможений, а за аналогичный период прошлого года — 39 (рис. 3).

Для оперативной передачи и учета выявляемых нарушений в ОАО «РЖД» внедрена автоматизированная система учета, анализа и расследования нарушений по замечаниям машиниста (АСУ ЗМ). По возвращению в депо машинист заносит замечание в журнал регистрации нарушений по системе информации «Работник на пути», откуда сведения переносятся оператором в АСУ ЗМ и направляются на рассмотрение руководителю предприятия-нарушителя. Далее в систему вносятся данные о проведенной профилактической работе. После

этого замечание утверждается службой охраны труда, промышленной безопасности и экологии дороги.

Разработчик системы с учетом поступающих предложений от дирекций тяги, эксплуатационных депо проводит на постоянной основе ее доработку. Так, отчетные формы системы дополнены информацией о разделении замечаний и экстренных торможений по дирекциям (хозяйствам), виновным в нарушении требований охраны труда (рис. 4). Кроме того, автоматизировано формирование отчетных форм по

премированию работников за предотвращение случаев травматизма, связанного с наездом подвижного состава (рис. 5). С учетом этих дополнений появилась возможность выделить из общего количества замечаний и экстренные торможения, инициированные локомотивными бригадами, ускорить формирование отчетных форм по мотивации локомотивных бригад.

Для предупреждения производственного травматизма, связанного с наездом подвижного состава на работающих в зоне путей, первым вице-президентом

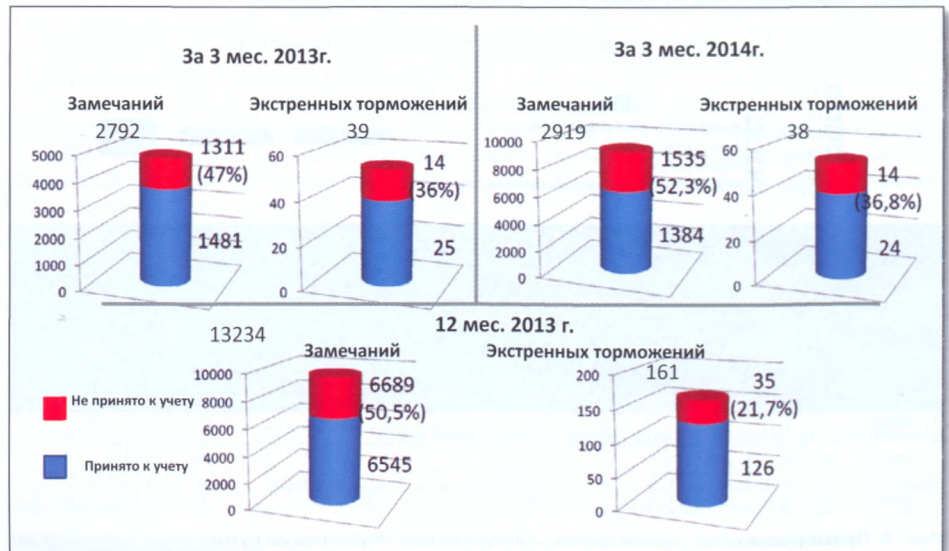


Рис. 1. Количество выявленных и принятых к учету замечаний по системе информации «Работник на пути» за I квартал 2013/2014 гг. и количество экстренных торможений в 2013 г.

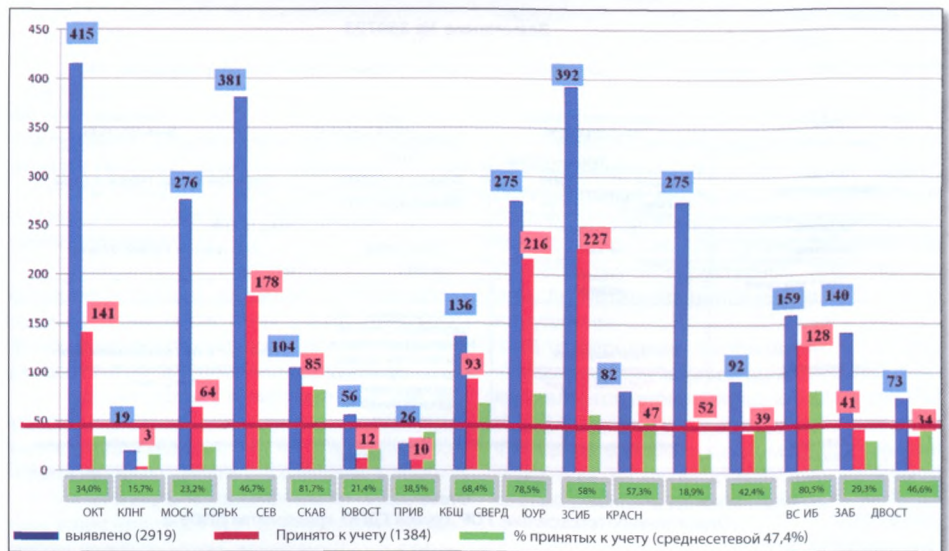


Рис. 2. Анализ количества выявленных и принятых к учету замечаний по системе информации «Работник на пути» за I квартал 2014 г.



# ПРОДОЛЖЕНИЕ УСПЕХА

## Передвижной выставочно-лекционный комплекс демонстрирует обновленные экспозиции

В год 55-летия Московской железной дороги передвижной выставочно-лекционный комплекс (ПВЛК) ОАО «РЖД» вновь прибыл на столичную магистраль.

ПВЛК был создан ОАО «РЖД» в 2011 г. для демонстрации отечественных инновационных достижений и технологий, поэтому его уже во многих регионах России называют «инновационным поездом». По маршруту следования он делает остановки в крупных городах, где все желающие могут познакомиться с историей и перспективами развития железнодорожного транспорта, с передовыми разработками для железнодорожной отрасли России. Кроме того, свои инновационные проекты представляют крупные российские и зарубежные компании.

За три года своей работы ПВЛК побывал на 16 дорогах России, включая Калининградскую, куда был доставлен на пароме, а также в Республиках Казахстан и Беларусь. Поезд прошел около 190 тыс. км. В 372 городах была организована выставочная работа.

Комплекс посетили около 500 тыс. человек, в том числе более 250 тыс. — представители молодежи, включая детей, и почти 24,5 тыс. посетителей оставили свои впечатления и пожелания в книгах отзывов.

ПВЛК включает в себя 9 выставочных вагонов и 3 служебно-бытовых. В штате комплекса 12 сотрудников, среди них экскурсоводы, которые знакомят посетителей с экспозицией. Они предлагают посетить вагоны, демонстрирующие подвижной состав дорог России, развитие скоростного движения в стране, инфраструктуру дорог.

В апреле 2014 г. участники проекта ПВЛК обновили свои экспозиции.

Поездка комплекса по Московской дороге началась 8 июня текущего года с остановкой в Сасово. 9 июня ПВЛК прибыл на станцию Рязань I, где из-за большого количества желающих осмотр экспозиции был продлен до 15 июня.

В вагоне «Инновационное развитие ОАО «РЖД» установлены два новых макета паровозов: Л (Победа) и Черепанова. В вагонах «Подвижной состав Российских железных дорог» и «Инфраструктура железных дорог» установлены макеты двухэтажного вагона, контрейлерной платформы, размещены информационные плакаты, посвященные празднованию 40-летия начала строительства Байкало-Амурской магистрали. Реконструированы

макеты железнодорожного комплекса на космодроме Байконур и боевого железнодорожного ракетного комплекса (БЖРК). Здесь же размещены информационные плакаты, рассказывающие о поллигоне высокоскоростного пассажирского движения, модели поездов «Сапсан» и «Аллегро».

Модель газопоршневого тепловоза ТЭМ19 и система солнечного освещения помещений «Solatube» представлены в экспозиции «Энергосбережение, энергоэффективность и экологическая безопасность».

В разделе «Автоматика и телемеханика и связь. Управление перевозочным процессом» на стенде «Сортировочная горка» демонстрируется новое программное обеспечение, а также стенд-макет «Рабочее место ДСП» производства «Бомбардье Транспортейшн».

Значительные обновления произошли и в вагоне «Нанотехнологии» ОАО «Роснано». Здесь посетители могут ознакомиться с интегрированной передачей энергии и данных с помощью единой оптоволоконной инфраструктуры для видеонаблюдения Wi-Fi и освещения, системой внешнего армирования FibArm, фотокаталитическим самоочищающимся покрытием. Представлены также опора освещения из композиционных материалов, светодиодные маркеры LRM 1 СОЛАР, фотолюминесцентные знаки и покрытия, мобильное дорожное покрытие, которое произведено из износостойкого композиционного материала, устойчивого к низким температурам, и модели композиционных шпал «ТВЕМА».

Специальный раздел передвижной экспозиции посвящен работе с молодежью и подготовке квалифицированного персонала для отечественных дорог. На вновь установленном обучающем тренажере «Ласточка» желающие могут почувствовать себя машинистом.

Одним из компонентов выставки является фрагмент метеорита, который упал в Челябинске в феврале 2013 г.

19 июня 2014 г. музей на колесах прибыл на станцию Тайшет. В соответствии с графиком работы дальнейший маршрут до конца августа текущего года будет пролегать по Восточно-Сибирской, Дальневосточной и Западно-Сибирской магистралям. За время работы его посетят еще десятки тысяч человек.

*По материалам пресс-службы Московской дороги*

передаточные акты, допущена, в том числе по причине отсутствия механизма возврата финансовых средств дочерними, зависимыми обществами и сторонними организациями (ОАО «Экспресс-Пригород», СМП, ЭМП, ЛВЧД). Несмотря на отсутствие механизма возврата финансовых средств, руководством ОАО «ФПК», например, принято решение об объявлении благодарности машинисту эксплуатационного локомотивного депо Партизанск Дальневосточной дирекции тяги О.Н. Безжену за выявленное нарушение требований безопасности дежурным проводником ЛВЧД-3 Владивосток Л.В. Аксёновой. При прицепке 27.01.2014 г. локомотива к составу по прибытию фирменного поезда № 6 «Океан» сообщением Хабаровск — Владивосток на станции Владивосток машинистом О.Н. Безженовым выявлен факт нахождения проводника Л.В. Аксёновой под вагоном при проведении работ по отмораживанию вестовой трубы.

Вместе с тем, имеются факты исключения смежными службами замечаний из передаточных актов без объяснения причин: одно и то же замечание по допущенному

нарушению одним руководителем предприятия согласовывается, а затем другим руководителем отклоняется. Так, из акта Центральной дирекции по ремонту пути исключено замечание по выполнению работ на путях без сигнального жилета у работника ПМС-249 Дальневосточной дирекции пути. При этом протоколом главного инженера ПМС № 249 С.В. Виноградова замечание принято, а протоколом и.о. начальника этой же ПМС А.С. Заец — отклонено.

Чтобы повысить эффективность работы системы информации «Работник на пути», целесообразно:

- внедрить на локомотивах системы видеорегистрации событий с последующим созданием системы учета, хранения фото- и видеоматериалов с использованием его при расследовании нарушений;

- ввести запрет в системе АСУ ЗМ на удаление замечаний, принятых структурными подразделениями и утвержденными начальниками отделов охраны труда дорог;

- пополнить классификатор нарушений в системе АСУ ЗМ для исключения из передаточных актов замечаний, не соответствующих утвержденному ранее классификатору;

- обеспечить взаимодействие региональных дирекций тяги со службами охраны труда и промышленной безопасности дорог в части принятия к учету выявленных нарушений и дальнейшей мотивации работников локомотивных бригад;

- определить порядок корректировки бюджетов с учетом сумм районных коэффициентов и других выплат работникам;

- рассматривать на совместных планерных совещаниях руководителей дорог, региональных дирекций и локомотивных бригад результаты работы системы информации «Работник на пути». Заслушивать руководителей структурных подразделений, допустивших наибольшее количество нарушений.

В завершение необходимо отметить, что сохранение жизни и здоровья работников является первоочередной задачей ОАО «РЖД», и слаженное взаимодействие всех филиалов в работе системы информации «Работник на пути» станет неотъемлемой частью решения данной задачи.

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

# АУТОГЕННАЯ ТРЕНИРОВКА ПРОТИВ СТРЕССА



советы психолога

**Подготовка к занятию.** Психика человека так устроена, что многие процессы в ней имеют инерцию. Чем интенсивней и длительней ее работа в каком-либо направлении, тем сложнее бывает переключиться на другой вид деятельности. Именно поэтому прежде чем заняться чем-то другим, в нашем случае — аутогенной тренировкой (АТ), сделайте паузу (своего рода «нейтральную вставку»). Для этого можно просто походить по комнате (коридору, улице), слегка размяться (выполнить несколько простых упражнений для рук, ног, туловища, шеи, головы). В это время можно бросить взгляд за окно — на любые отдаленные от вас предметы, прислушаться к окружающим вас звукам, выполнить несколько спокойных вдохов и выдохов. Время на это потребуется от нескольких секунд до трех-пяти минут. Все зависит от того, насколько сильно инерция того процесса, в который были вовлечены только что.

Прежде чем начинать занятие, решите, где его будете проводить. Если в помещении кто-то есть, то тогда предупредите присутствующих, что бы не беспокоили некоторое время. Заранее подумайте, в какой позе (лежа на кровати, диване, кушетке, сидя в кресле, на стуле или полулежа) будете находиться во время занятия? Рекомендуется отключить телефон, если есть такая возможность. На первых порах лучше надеть свободную одежду, а если ее сейчас нет, то ослабьте галстук и ремень брюк, чтобы ничего не сдавливало ваше тело во время занятий. После этого примите нужное положение, мысленно вокруг себя создайте благоприятную спокойную и доброжелательную светлую теплую «ауру», которая будет способствовать более позитивному проведению занятия.

Переходите к следующему этапу. Поставьте перед собой конкретные задачи:

- 1 — какие ощущения хотите достичь во время занятия АТ?
- 2 — какое самочувствие ожидаете получить после выхода из АТ погружения?
- 3 — сколько времени намерены посвятить занятию (подготовке к нему, его продолжительности и завершающей части)?

Например, говорите самому себе: «Во время занятия аутогенной тренировкой я достигну глубокого расслабления, успокоения, быстро восстановлюсь после напряженной работы. После сеанса буду чувствовать себя бодрым, хорошо отдохнувшим, энергичным. Имея чистую и ясную голову, буду готов с новыми силами приступить к выполнению своих обязанностей. На восстановление работоспособности мне достаточно 15 (20, 30, 45) минут».

После такой подготовки переходим непосредственно к занятиям. Сделайте три глубоких, спокойных, медленных вдохов-выдохов. На этом этапе можно про себя произнести такое самовнушение: (на вдохе) «Во время занятия АТ все посторонние звуки... (на выдохе) становятся безразличны для меня». (На вдохе) «Они уходят... (на выдохе) все дальше и дальше от меня». (На вдохе) «Я полностью... (на выдохе) сосредоточен на внутренней работе». Далее приступайте к расслаблению мышц тела по методике, которая была изложена в журнале «Локомотив» № 3, 2014 г. Уделите этому 5 — 10 мин.

После того как наступило нужное расслабление тела, переходите к формулам самовнушения для создания нужного состояния во время занятия АТ, а также которое хотим достичь после его окончания. Например: (на вдохе) «Я... (на выдохе) совершенно спокоен... (на выдохе) мое тело... (на выдохе) приятно расслаблено». (На вдохе) «Я (на выдохе) отдыхаю... (на выдохе) чувствую себя... (на выдохе) легко и свободно... (на выдохе) я... (на выдохе) совершенно спокоен... В этот момент представьте, как бы вы выглядели, если бы вы были на самом деле совершенно спокойным, какие ощущения возникли бы у вас?

Что бы вам подсаживало то, что находите в спокойном состоянии? Представления должны быть такими, как будто это происходит именно сейчас. Как будто это спокойствие наступило в настоящий момент. Не стоит расстраиваться, если мозг вам состояние не наступает сразу. На все нужно время. И мозг тоже требует время для того, чтобы поверить и начинать действовать в

соответствии с вашими намерениями. По поводу веры повторюсь еще раз. Проводите занятия без рвения, без настойчивого ожидания желаемого. Пусть вера рождается из вашего опыта, а опыт — из регулярно проводимых занятий!

Приведу несколько формул самовнушения, которые облегчают вхождение в аутогенное погружение.

- ① «Покой и умиротворение заполняют меня».
- ② «Спокойствие окутывает меня, как мягкое теплое одеяло».
- ③ «Все, что мешает моему отдыху, становится для меня безразличным».
- ④ «Наполняющее меня внутреннее спокойствие благотворно действует на мое тело, на мою душу».
- ⑤ «Я теряю представление о времени, мне некуда спешить».
- ⑥ «Я погружаюсь в себя».
- ⑦ «Все происходит как бы само собой».
- ⑧ «Приятное внутреннее спокойствие наполняет меня».
- ⑨ «Кисти рук и ступни ног тяжелые и неподвижные, словно чугунные гири».
- ⑩ «Прозрачный купол отделяет меня от внешнего мира, создавая вокруг меня зону безопасности, уют, приглушая посторонние звуки».
- ⑪ «Все меньше импульсов поступает от расслабленных мышц в мозг, все труднее определить положение рук, ног».



**Нужное состояние во время занятия аутогенной тренировкой создается формулами самовнушения**

**Мобилизующие упражнения.** Для того чтобы после завершения занятий аутогенной тренировкой можно было быстро сбросить состояние вялости и расслабленности, следует использовать специальные мобилизующие упражнения. Очень важно максимально ярко представлять те ощущения и образы, которые связаны с состоянием бодрости, активности (прохладное летнее утро, дуновение свежего ветерка и др.). Извлекая из своей памяти мельчайшие детали этих когда-то пережитых состояний, выполняющий АТ способен тому, что в организме происходят соответствующие изменения, помогающие повышению общего уровня активности, вытесняющие расслабленность, дремоту, вялость.

Для активации в конце каждого занятия используются следующие формулы: «Я хорошо отдохнул... отдых позволил мне хорошо восстановить свои силы... с каждым вдохом все больше энергии наполняет мышцы... они становятся сильными и упругими... каждый выдох уносит остатки расслабленности... с каждым вдохом нарастает ощущение легкости и свежести во всем теле... по телу пробегает приятный озноб (холодок)... мысли четкие, ясные!».

Активизирующее дыхание: несколько длинных глубоких вдохов, заканчивающихся резкими выдохами. Обратный счет от 3 до 1, в

процессе которого нарастает ощущение свежести, силы, бодрости. На счет 1 глаза открываем, потягиваемся всем телом, на лице улыбка, готовы действовать.

Хочу добавить еще одну рекомендацию по проведению занятий. Если первое время для приобретения навыка вхождения в состояние аутогенного погружения требуется спокойная уединенная обстановка (но вы уже научились это делать достаточно быстро и легко), то старайтесь проводить занятия в любых условиях (в транспорте, на рабочем месте, когда вокруг много людей). Именно «неподходящая» обстановка поможет еще лучше сосредоточиться на занятиях и в большей степени отточить мастерство.

А теперь переходим к частным применениям аутогенной тренировки.

**Аутогенный кратковременный сон с заданной длительностью.** Дневной сон, как известно, не вредит никому, и привычка спать днем широко распространена во всех цивилизованных странах. Феномен заданного времени пробуждения принадлежит к давно известным китайским истинам. Однако обычно установочное самовнушение дается на достаточно протяженные отрезки времени («Надо проснуться полседьмого» или «Посплю часа два, и подъем»). Механизм «внутренних часов» (или «рефлекс на время») вырабатывается уже в раннем детстве — начиная от плача ребенка при приближении времени кормления и четкой «локализации» очередного звонка на перемену у школьников.

Задавая установку на длительность сна, можно выработать устойчивую способность засыпать на 5, 10 или 15 мин. Лицам, хорошо освоившим стандартные упражнения, для этого достаточно выполнить комплекс релаксирующих упражнений с одновременным самовнушением: «Полное расслабление, сон на 15 мин. Через 15 мин я проснусь, буду чувствовать себя бодрым, хорошо отдохнувшим, энергичным, с чистой и ясной головой. А сейчас спать!». Некоторые в этих случаях действительно засыпают и даже видят сны; другие отмечают появление своеобразного состояния, часто характеризуемого как «Я сплю, но я знаю, что я не сплю».

В последнем случае, по-видимому, речь идет об углублении аутогенного состояния. Даже если вам кажется, что в этот момент не спите, на самом деле вы спите... Добавление самовнушения «Я проснусь бодрым и отдохнувшим» способствует хорошему восстановлению сил и улучшению настроения. К изобретению практикующих АТ следует отнести прием, ими же названный «аутогенные качели». Сущность данного приема состоит в представлении (на фоне аутогенной релаксации) медленного раскачивания на качелях, синхронно с дыхательным ритмом. Этот прием использовался как для вызывания кратковременного сна, так и в целях облегчения засыпания в ночное время.

**Аутогенная тренировка и ночной сон.** Примерно каждый второй человек бывает недоволен своим ночным сном. Одни хотят спать меньше, другие — крепче и дольше, третьим не удается уснуть. Наиболее часто приходится сталкиваться с извращением формулы сна (сонливость днем и бессонница ночью), трудностями засыпания, прерывистым сном, неприятными сновидениями. Как уже неоднократно указывалось, одним из наиболее выраженных следствий аутогенной тренировки является нормализация ночного сна. Часто этот эффект реализуется уже на фоне обучающего курса (к шестому-седьмому занятию) и не требует каких-либо специальных мероприятий.

В других случаях для улучшения засыпания, кроме обязательных перед сном упражнений «тяжести» и «тепла», пациенты прибегают к специальным самовнушениям. В этих самовнушениях не рекомендуется прямое упоминание слова «сон», а предлагается использовать сопутствующие ему содержательные представления: «Я совершенно спокоен. Мышцы моего тела все больше и больше расслабляются. Мои веки тяжелеют. Все заботы, тревоги, волнения отошли далеко-далеко. Полное безмыслие овладело мной. Окружающие шумы, звуки, шорохи удаляются все дальше и дальше. Приятный легкий туман обволакивает мое тело. Я забываюсь, мягко проваливаюсь в состояние приятного расслабления и покоя...».

Одним из наиболее трудно преодолимых невротических симптомов является не сама бессонница, а страх перед ней или, вернее, страх ожидания бессонницы, который начинается иногда за несколько часов до отхода ко сну. Фактически речь идет о специфическом «неврозе ожидания». Однако этот невроз возникает только в тех случаях, когда проигрывание «внутренних моделей» с неблагоприятным исходом (настрой на неудачу) надолго застревает в сознании. Поэтому еще в период, предшествующий отходу

ко сну, следует прибегнуть к самовнушению позитивного отношения к засыпанию, при навязчивых мыслях о бессоннице использовать уже изложенный метод отвлечения.

**Формулы при расстройстве сна.** Они различаются и применяются в конкретной ситуации:

① **Трудности при засыпании:** «Мысли мне безразличны» (1 раз), «Глаза уставшие и тяжелые» (1 раз), «Я засыпаю быстро» (1 раз), «Нижняя челюсть очень тяжелая, язык очень тяжелый, веки очень тяжелые» (1 раз), «По солнечному сплетению разливается тепло» (6 раз). «Сон мне безразличен, важен покой».

② **Беспокойный сон:** «Ночью я сплю глубоко и крепко, проснусь в шесть часов», «Я проснусь в шесть тридцать совершенно свежим и бодрым», «До шести я просплю спокойно и крепко», «Я лежу и покоюсь с миром», «Я сплю крепко, глубоко и без забот», «Я проснусь утром свежим и отдохнувшим».

③ **Слишком раннее пробуждение:** «Я просплю до утра, чтобы утром быть свежим», «Я буду крепко спать до утра без помех».

④ **Для работающих в ночную смену:** «В любое время я засыпаю без труда», «В любое время, в любом месте я готов уснуть», «Где бы я ни был, я сплю, как у себя дома».

⑤ **Расстройства различного рода:** «Я усну без всяких таблеток», «Шум мне совершенно безразличен», «Жара (холод, храп, комары и др.) мне совершенно безразличны», «Никакой шум не помешает мне уснуть», «Спокойный и крепкий сон без всяких таблеток».

**Выработка безразличия к шумам.** Когда мы сами шумим, шум почти не мешает. Наоборот, начинаем прислушиваться только когда шумят окружающие. Тогда он мешает, мучает нас, ухудшает наше самочувствие. Постоянный шум может так действовать на нервы, что организм начинает защищаться от него. Появляются вегетативные симптомы. Поначалу они быстро проходят, а затем возникают уже даже тогда, когда нет шума.

Бывает и другой вариант, когда организм отказывается реагировать на шум: человек теряет слух. Ухудшение слуха из-за сильного шума стало одной из распространенных профессиональных болезней нашего времени. И неудивительно: по данным опросов 43 % населения жалуются на то, что шум временами влияет на их самочувствие.

Через центральную нервную систему шум оказывает влияние на органы, регулируемые вегетативной нервной системой, на гормональные железы, на тонус мышц и кожи, на психические реакции — короче говоря, на весь организм. От этого страдает наше физическое, душевное и социальное здоровье. В повседневной жизни вряд ли удастся отыскать более сильный раздражающий фактор, чем шум. Поэтому необходимо бороться с ним при любой возможности.

Следует всегда избегать сильного шума, даже если аутогенная тренировка обещает действенную помощь. Против ночного шума рекомендуется выбирать специальные формулы цели. Для дневного шума достаточно, как правило, формул безразличия: «Я спокойно просплю всю ночь до утра», «Я совершенно спокоен, шум мне безразличен», «Я совершенно спокоен и расслаблен», «Шум успокаивает и усиливает концентрацию», «Я совершенно спокоен и доволен, я работаю, несмотря на шум».

**Аутогенная тренировка и вредные привычки.** Несколько слов о борьбе с вредными привычками на примере табакокурения, которое является самым распространенным видом токсикомании, частота которого в силу его относительной социальной «приемлемости» продолжает оставаться на достаточно высоком уровне. Эффективность аутогенной тренировки при лечении табакокурения весьма различна и зависит в значительной степени от мотивации пациента к избавлению от вредной привычки. Как правило, такая мотивация формируется при наличии хронических заболеваний и при длительном злоупотреблении табакокурением, когда на первый план выступает астеноневротическая симптоматика — вялость, головная боль, снижение работоспособности, одышка при нагрузке, раздражительность и др.

Аутогенная тренировка, естественно, не является в данном случае патогенетической терапией, она лишь способствует активации волевых усилий пациентов и облегчает переходный период к здоровому образу жизни. Рекомендуется самовнушение безразличного отношения к курению («Сигареты безразличны», «Я свободен от своей привычки», «Эта свобода приносит мне радость и здоровье» и др.). Можно использовать зарифмованные и ритмичные формулы самовнушений. Они оказываются более эффективными в борьбе с курением. Например, такой вариант самовнушения: «Бу — ду — жить — без — си — га — рет».

При выборе формулы цели важно углубить мотивацию, чтобы прийти к твердому решению. Дело в том, что многие курильщики умом понимают, что необходимо бросить курить, но в подсознании все еще держатся за старые привычки, от которых не могут освободиться. Они могут внушить себе следующие формулы: «Я верю в свои внутренние силы, я смел и свободен (от курения)», «Курение для меня — яд. Отказ от курения делает свободным и радостным», «Курение мне вредит. Отказ от курения делает меня свободным и гордым», «Я хочу жить без яда».

Лишь после того как вы крепко внушили себе эти или аналогичные фразы, можно порекомендовать применение давно зарекомендовавших себя формул: «Я совершенно спокоен, сигареты (курение) мне безразличны» или «Я совершенно спокоен, вредная привычка отпустила меня». Когда вы уже на самом деле отказались от курения, может оказаться необходимым предпринять что-нибудь против возможного в таких случаях набора веса: «Курение мне не нужно, я свободен и сыт».

**Аутогенная тренировка для борьбы со стрессом.** Она помогает избавиться от негативных последствий стрессовых состояний и тревоги. Это обеспечивается с помощью нескольких механизмов.

Отрицательные эмоциональные переживания связаны с определенной мимикой, жестикуляцией, определенными «зажимами» в тех или иных частях тела. Глубокое расслабление всех мышц тела как бы стирает эти «зажимы», прекращает поступление в мозг импульсов от различных мышц тела, напряжение которых характерно для отрицательных эмоциональных состояний.

Отрицательные эмоции оказывают особенно разрушающее влияние на работоспособность человека и на его психическое состояние, поскольку многие люди склонны излишне фиксировать внимание на отрицательных переживаниях. Аутогенная тренировка позволяет переместить фокус внимания на совершенно другие ощущения и переживания, что способствует резкому ослаблению или полному исчезновению отрицательных переживаний, депрессивных состояний.

Так называемое «отреагирование» позволяет иначе взглянуть на саму травмирующую ситуацию и добиться постепенного снижения остроты отрицательных эмоциональных переживаний.

Возвращение к положительным эмоциям. У каждого человека в жизни было много таких ситуаций, когда он переживал положительные эмоции. Мысленное воспроизведение этих ситуаций позволяет снова восстановить соответствующий «букет» ощущений (запахи, звуки, цвета и определенные мышечные ощущения), которые за время занятия как бы вытесняют предшествующее негативное эмоциональное состояние со всеми сопутствующими физическими ощущениями.

Аутогенная тренировка позволяет существенно ослабить или полностью преодолеть негативные эмоции, мешающие нормально жить и работать. Занятие может проходить по следующей схеме. Войти в состояние аутогенного погружения. Посторонние мысли, заботы и звуки уплывают все дальше и дальше с каждым выдохом. Все внимание на дыхании. Дыхание ровное и спокойное. Тело неподвижно, расслабленно отдыхает, все мышцы мягкие, полностью расслаблены.

Все внимание на то, как с каждым выдохом стираются следы напряжения, «зажимов», отрицательного эмоционального переживания. На протяжении всего занятия мысленно удерживаете улыбку на лице. Стараетесь прочувствовать, как вы все больше и больше растворяетесь в наполняющих вас ощущениях расслабленности, покоя, блаженного умиротворения. Представьте ситуации (реально переживаемые вами ранее или воображаемые), позволяющие восстановить запас положительных эмоций (отдых на лоне природы, какие либо события, связанные с положительными эмоциями и др.).

Постарайтесь как можно лучше прочувствовать, как с каждым выдохом ослабевают и уходят неприятные переживания. В конце занятия себе дается установка на то, каким должно быть состояние после завершения аутогенной тренировки, например: «После завершения занятия настроение улучшается». Активация по стандартной схеме. Продолжительность занятия 15 — 20 мин.

**Аутогенная тренировка и нейтрализация последствий стресса.** Для нейтрализации отрицательных переживаний можно использовать приемы «повторения» тех ситуаций, которые явились причиной этих переживаний. Болезненные переживания, часто являющиеся причиной состояния тревоги, ослабляются по мере многократного их воспроизведения, когда человек видит себя как бы со стороны. Для лучшего эффекта важно как можно более детально воспроизвести эти ситуации, окружающую обстановку и время действия. Аутогенное отреагирование выполняется по рекомендуемой схеме.

1 Занять одну из трех основных поз для занятий аутогенной тренировкой.

2 Войти в аутогенное погружение, последовательно вызывая ощущения тяжести, тепла и расслабленности в основных группах мышц. Тело мягкое, неподвижное.

3 Мысленно представить травмирующую ситуацию (из прошлого) как бы со стороны. Постараться при этом хорошо прочувствовать соответствующие эмоции, ощущения, образы, которые сопровождают эту ситуацию (они будут несколько приглушенными). Травмирующая ситуация вызывается не более 2 — 5 мин, после чего на 2 — 3 мин наступает расслабленный отдых. Мысленно сохраняется улыбка на лице.

4 Занятие переходит в сон, если упражнение делается перед сном, или заканчивается формулами активации.

Метод аутогенного снижения остроты эмоционального реагирования. Болезненные воспоминания часто являются основной причиной эмоциональных нарушений в виде депрессивных состояний, чувства тревоги, повышенной обидчивости или раздражительности. В ходе занятий по аутогенной десенсибилизации используется многократное, последовательно усиливающееся представление эмоциональных состояний, которые возникали у человека в тех или иных лично значимых ситуациях. Занятие следует проводить по представляемой схеме.

1 Занять одну из трех основных поз, используемых при аутогенной тренировке.

2 Дыхание — ровное и спокойное. С каждым выдохом по всему телу разливаются приятной волной расслабленность и покой.

3 Фокус внимания ограничен лишь собственным телом. Посторонние звуки, мысли, проблемы удаляются, становятся все слабее и слабее с каждым выдохом.

4 Особое внимание к мышцам лица. Веки без малейшего напряжения прикрывают глаза. Рот полуоткрыт. Губы становятся словно чуть толще. Щеки как бы тяжелеют. Кожа лба разглаживается.

5 Тело становится неподвижным и тяжелым. Невозможно пошевелить ни рукой, ни ногой. Тело становится тяжелым и расслабленным.

6 В расслабленных мышцах расширяются кровеносные сосуды. Чем глубже расслабление мышц, тем обильнее кровь приливает по расширенным сосудам к расслабленным мышцам тела. Расслабленные мышцы теплеют с каждым выдохом все заметнее. Тепло волнами разливается сверху вниз по рукам, по туловищу, по ногам. Тело расслабленное, неподвижное и теплое.

7 Мысленно как можно более детально воспроизводятся травмирующая ситуация из прошлого, обстановка, время, участвующие в этой ситуации лица.

8 Полнее представить себе пережитое эмоциональное состояние. При этом контроль над своими эмоциями сохраняется, а само эмоциональное состояние переживается в несколько раз слабее, чем это было в реальных условиях.

9 Будет полезно разложить это состояние на составляющие. Какого оно цвета? Какой вкус имеет (горькое, соленое, кислое и др.)? С каким звуком ассоциируется это состояние (высоким, низким, средним по высоте и др.)? Каким на ощупь представляется это состояние (гладким, шершавым, скользким и др.)? Могут использоваться и другие параметры, однако следует иметь в виду, что их не должно быть более пяти-семи.

10 Завершив «работу» с эмоциональными переживаниями, 3 — 5 мин следует посвятить расслабленному отдыху, который заканчивается в зависимости от обстоятельств формулами активации или переходит в сон.

(Окончание следует)

С. И. МЕХОНОШИН,  
врач-психотерапевт НУЗ ЦКБ № 6 ОАО «РЖД»





# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ10

(Окончание. Начало см. «Локомотив» № 5 и 6, 2014 г.)

## ПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ ВЕНТИЛЯТОРОВ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

После нажатия кнопки «Низкая скорость вентиляторов» образуется цепь: провод К97, катушка ПВ-Н переключателя вентиляторов, размыкающие блокировки контакторов 42-2 и 42-1, корпус кузова. Блокировка ПВ-Н переключателя вентиляторов, замыкается, по проводу К97 и Н57 подводит напряжение к катушке контактора 42-2.

При этом контактор 42-2 подключает к сети два двигателя вентиляторов, соединенных последовательно. Его блокировка разрывает цепь катушек ПВ-Н и ПВ-В вентилей, что исключает поворот вала переключателя под нагрузкой.

После нажатия кнопки «Высокая скорость вентиляторов» включение происходит аналогично, однако напряжение подается на провод К99, и двигатели вентиляторов включаются в сеть параллельно.

При нажатии на кнопку «Возбудители» питание поступает от провода К83 через кнопочный выключатель 83-1, провод К80 на катушку 73-2. Электромагнитный контактор включается и подводит напряжение к независимым обмоткам возбуждения двигателей П1 и П2 преобразователей. Его замыкающая блокировка замыкает цепь питания электромагнитных контакторов 40-1 и 40-2, подключающих к сети якоря двигателей преобразователей.

Наличие в цепи питания контакторов 40-1 и 40-2 блокировки реле оборотов РО-1, РО-2 и электромагнитного контактора 73-2 исключает пуск двигателей преобразователей при отключенных обмотках независимого возбуждения.

После внедрения на электровозах с № 1682 (ТЭВЗ) и № 1308 (НЭВЗ) быстродействующего контактора БК-78Т, питающего цепь кнопок вентиляторов, провод К98 заменили проводом К44, а его стали использовать вместо питающего провода преобразователя К99. Таким образом, преобразователь можно запустить независимо от работы вентиляторов, так как из цепи вентиляторов удалены включающие катушки БК.

С электровоза ВЛ10У № 580 (ТЭВЗ) внедрена схема сбора цепей рекуперативного торможения только при высокой частоте вращения вентиляторов. Для этого в цепи быстродействующего выключателя 51-1 между блокировками реле 279-1 и контактора 40-1 установлена замыкающая блокировка контактора 42-1, которая при низкой частоте вращения вентиляторов отключена.

## СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ

Свечение сигнальной лампы на пульте управления, в основном, обозначает выход из строя или ненормальный режим работы контролируемого узла. Подобная система удлиняет срок службы сигнальных ламп и, что самое главное, улучшает психологическое восприятие машинистом световых сигналов, а также реакцию на них. Действительно, легче заметить вспышку сигнальной лампы, чем обнаружить погасание одной из нескольких постоянно горевших ламп.

Срабатывания основных защитных аппаратов БВ-1, БВ-2 (или КВЦ), БК контролируются как зажиганием собственных сигнальных ламп, так и лампой «АВР» (аварийная), которая дублирует аварийный световой сигнал. Таким образом, даже при выходе из строя основной сигнальной лампы на пульте управления будет подаваться световой сигнал, указывающий на срабатывание защиты.

Исправность сигнальных ламп основных контролируемых узлов проверяют следующим образом. Чтобы убедиться в исправности сигнальных ламп «РКЗ», «ТМ», «В1», «В2», «БК», «АВР», включают кнопку «Токоприемники» на кнопочном выключателе 81-1 (82-2). Напряжение подается на провод К100 и через предохранитель 296-2 на ПУ-014 — на провод К101. В случае исправности все перечисленные лампы загораются. Об отсутствии напряжения контактной сети на электровозе указывает свечение ламп «РКЗ».

Для проверки исправности сигнальных ламп «БВ-1» нажимают на кнопку «БВ-1». Сигнальные лампы «БВ-1» получают питание от провода К71. С включением кнопки «Возврат БВ-1» лампа «БВ-1» гаснет, что указывает на нормальное включение выключателя 51-1.

Чтобы проверить исправность сигнальных ламп «БВ-2», нажимают на кнопку «Включение БВ-2». Световые индикаторы получают питание через блокировку контактора 163-2. После полного включения БВ-2 сигнальные лампы гаснут.

Свечение сигнальной лампы «В1» (при потухшей сигнальной лампе «В2») указывает на то, что двигатели вентиляторов работают в режиме низкой частоты вращения. Горение сигнальной лампы «РОТ» свидетельствует, что цепи управления получают питание от аккумуляторной батареи.

При боксовании или юзе любой пары тяговых двигателей загорается сигнальная лампа «ПБЗ». Сигнальная лампа «РП» загорается как при перегрузке тяговых двигателей, так и при напряжении в контактной сети свыше 4000 В. Катушка реле низкого напряжения 63-1 подключена к цепи якоря тягового двигателя I после пусковых резисторов. Поэтому загорание сигнальной лампы «РН», в цепь которой включены замыкающие контакты реле 63-1, указывает на понижение напряжения контактной сети (менее 1900 В) только на ходовых позициях работы электровоза. Сигнальная лампа «ТМ» при каждом торможении кратковременно загорается, свидетельствуя об исправном состоянии цепи контроля обрыва тормозной магистрали.

## ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ В ТЯГОВОМ РЕЖИМЕ

Для приведения электровоза в движение необходимо вставить ключ в специальное гнездо устройства блокировки тормозов и включить выключатель управления в кабине машиниста, из которой производится управление. Затем устанавливают реверсивно-селективную рукоятку контроллера машиниста в положение «Вперед М» или «Назад М». С электровоза № 1580 (ТЭВЗ) и № 1265 (НЭВЗ) провод 3 на контроллере машиниста 95-1 (96-2) получает питание от проводов Н110 (Н111) для переключения тормозного переключателя без напряжения.

От провода 3 запитываются катушки вентилей ТК1-М и ТК11-М тормозных переключателей. Их валы устанавливаются в положение, соответствующее тяговому режиму (если ранее они находились в положении тормозного режима).

Главную рукоятку контроллера машиниста переводят на 1-ю позицию. При этом напряжение подается к проводам 1 (2) по проводу Н110 (Н111) через контакт контроллера машиниста, провод Н235 (Н222), блокировочный контакт ЭПК 528-1 (528-2), размыкающий контакт промежуточного реле 534-1 (534-2) и замкнутые контакторные элементы контроллера машиниста 95-1 (96-2).

Вентили реверсоров возбуждаются, их валы поворачиваются в положения, соответствующие выбранному направлению движения. Одновременно создается цепь включения линейных контакторов 3-1, 4-1 и 3-2: контакторные элементы контроллера, провод 1 (2), блок-контакты реверсоров Вп.И, Вп.І (Наз.І, Наз.ІІ), провод Н52, блок-контакт ТК1-М, провод Н50, контакт промежуточного реле 537-1, провод Н53, блок-контакт 51-1 быстродействующего выключателя.

Далее ток протекает по проводу Н61 через размыкающий блок-контакт 124-1 электропневматического контактора, по проводу Н62, через размыкающий блок-контакт 125-2, по проводу К11 на катушки вентилей линейных контакторов 3-1, 4-1, 3-2. После них цепь продолжается: провод Н51 (провод К12, блок-контакт ТК11-М — для контактора 3-2), блок-контакт ТК1-М, провод К19, блок-контакт КСП0-С группового переключателя, провод Н66, блок-контакт КСП1-С-СП группового переключателя, провод К20, блок-контакт КСП11-С-СП, провод 0, контакторные элементы главного и тормозного барабанов контроллера, корпус кузова.

С электровозов № 1825 (ТЭВЗ) и № 1475 (НЭВЗ) внедрена схема, обеспечивающая автоматическое снятие тяги электровоза, подачу песка при скорости свыше 10 км/ч после установки ручки крана машиниста в положение экстренного торможения. В связи с этим в цепи линейных контакторов 1-1, 2-1, 3-1, 4-1, 1-2, 2-2, 3-2, 17-2 между блокировками реле 537-1 и выключателя 51-1 введена блокировка реле 535-1.

По проводу К11 через блок-контакты КСП0-С группового переключателя и отключателя двигателей ОДII подается питание к катушкам вентилей линейных контакторов 2-2 и 17-2. Включение этих контакторов через блокировки группового переключателя и отключателя двигателей необходимо для правильной работы цепей в аварийных режимах. По проводам 1 (2), К9 (К10), К30 (К64) поступает питание для включения вентилей 89-1 (89-2) и 139-1 (139-2) догружающих цилиндров передних осей кузовов по направлению движения.

После включения линейного контактора 4-1 цепь замыкается через его блокировку, минуя блокировки групповых переключателей и контакторные элементы контроллера. Тем самым обеспечивается включение линейных контакторов только на 1-й позиции главной рукоятки контроллера.

Введение в цепь катушек линейных контакторов блокировок БВ 51-1, тормозных и групповых переключателей объясняется тем, что линейные контакторы должны включаться лишь после окончательной установки всех аппаратов в положения, соответствующие последовательному соединению тяговых двигателей тягового режима.

В связи с увеличением мощности пусковых резисторов и для сохранения существующей тяговой характеристики на 1-й позиции пуска предусмотрено ослабление возбуждения второй ступени.

Для этого на главном валу контроллера дополнительно введены в действие два контакторных элемента — К5 и К37. Через эти элементы от провода 3 возбуждаются катушки вентилей электропневматических контакторов 13-1, 213-1, 13-2, 213-2 по цепи: контакторный элемент контроллера, провод К5, замыкающие блок-контакты датчиков боксования 143-1, 144-1, 145-2, 146-2, катушки вентилей 13-1, 213-1, 13-2, 213-2, корпус кузова.

От контакторного элемента К37 получают питание катушки вентилей контакторов ослабления возбуждения 14-1, 214-1, 14-2, 214-2 по цепи: контакторный элемент контроллера, провод К37, блок-контакт ТКII-М тормозного переключателя, провод 27, катушки вентилей 14-1, 214-1, 14-2, 214-2, корпус кузова.

После включения линейных контакторов на 1-й позиции главной рукоятки контроллера создается цепь последовательно включенных тяговых двигателей с полностью введенными пусковыми резисторами. На этой позиции находятся под напряжением провода 6, 8, 23.

Через провод 6, блокировки групповых переключателей КСП0-С, КСПI-С-СП и КСПII-С-СП, провод К27 подготавливаются цепи включения реостатных контакторов 7-1, 12-1, 12-2 (ветвь — провод К27, замыкающая блокировка линейного контактора 4-1, провод К31) и 10-1, 6-2, 7-2, 10-2 (ветвь — блокировка КСП0-С, провод К45).

От провода 8 через блокировку КСПI-С-СП, провод К4 подготавливается цепь включения реостатных контакторов 5-1, 6-1, 5-2, а по проводу 23 и через блокировку КСПI-С-СП, провод К34 — цепь включения реостатных контакторов 11-1, 11-2. Также подготавливается цепь питания сигнальных ламп реле низкого напряжения 63-1,

На 3-й позиции замыкается контакторный элемент 13 контроллера машиниста, заземляя цепь питания катушки вентилей контактора 11-2. При включении контактора 11-2 выводится одна из секций пускового резистора.

До 16-й позиции включительно происходит реостатный пуск тяговых двигателей на последовательном соединении. Реостатные контакторы включаются и выключаются в соответствии с разверткой главного барабана контроллера машиниста.

На 16-й позиции оказываются включенными цепи проводов 1 (2), 3, 6, 8, 9, 11 — 16, 19, 20 — 23 и катушки реостатных контакторов 6-1, 7-1, 10-1, 11-1, 12-1, 6-2, 7-2, 10-2, 11-2, 12-2. При этом пусковые резисторы оказываются полностью выведенными.

На этой же позиции по проводу 9 через блокировку КСП0-С получают дополнительное заземление цепи питания контакто-

ров 10-1 и 10-2, подготавливая силовые цепи к переходу на последовательно-параллельное соединение тяговых двигателей. Кроме того, на данной позиции может быть реализовано ослабление возбуждения тяговых двигателей. Для этого тормозную рукоятку контроллера устанавливают на позицию ОПI, ОПII, ОПIII или ОПIV.

Переход на позиции ослабленного возбуждения ОПI — ОПIV протекает следующим образом. При перемещении тормозной рукоятки на позицию ОПI катушки вентилей контакторов 13-1, 213-1, 13-2 и 213-2 получают питание через контакторный элемент 46 тормозного барабана контроллера, блокировку электропневматического контактора 16-1, провод К159, блокировку электропневматического контактора 18-2, провод К5 и далее через блокировки датчиков боксования 143-1, 144-1, 145-2, 146-2. Контактors 13-1, 13-2, 213-1, 213-2 включаются и шунтируют обмотку возбуждения тяговых двигателей полностью введенными резисторами.

После включения указанных контакторов образуется цепь питания их катушек через собственные блокировки: провод 31, замыкающий блок-контакт контактора 76-1, провод Н11, последовательно включенные блокировки контакторов 13-1, 213-1, 13-2, 213-2, провод К159, блок-контакт контактора 18-2, провод К5 и далее — по описанной ранее схеме.

Катушка контактора 76-1 получает питание от провода 31 через блокировки реле перегрузки 65-1, 66-1, 65-2, 66-2, реле повышенного напряжения 64-1 и через блокировки датчиков боксования 143-1, 144-1, 145-2, 146-2.

Дальнейшее перемещение тормозной рукоятки приводит к возбуждению вентилей следующих контакторов:

- ➔ на позиции ОПII по цепи провода 27 включаются контакторы 14-1, 214-1, 14-2, 214-2;
- ➔ на позиции ОПIII по цепи провода 29 включаются контакторы 15-1, 215-1, 15-2, 215-2;
- ➔ на позиции ОПIV по цепи провода 28 включаются контакторы 16-1, 216-1, 16-2, 216-2.

Чтобы обеспечить на позиции ОПIV расчетную допустимую глубину ослабления возбуждения тяговых двигателей 36 %, остается незашунтированной часть резистора ОВ (0,099 Ом). При срабатывании любого из реле перегрузки сначала отключается контактор 76-1, а затем — контакторы 13-1, 213-1, 13-2, 213-2, отсоединяющие шунтирующие цепи. Для дальнейшего перемещения рукоятки контроллера машиниста необходимо вернуть тормозную рукоятку на нулевую позицию.

До внедрения УПБЗ контакторы 13-1, 213-1, 3-2, 213-2 получали питание следующим образом: контакторный элемент тормозного барабана контроллера машиниста, блокировка ТКII-М тормозного переключателя, провод К5. После включения контактора 13-1 через его блокировку создается цепь питания катушек вышеуказанных контакторов от провода 31 через блокировку контактора 76-1, провод Н11, блокировку электропневматического контактора 13-1, провод 46 и далее — по схеме, рассмотренной ранее.

После установки главной рукоятки на 17-ю позицию теряют «землю» провода 12, 15, 16, 19 — 22, что приводит к отключению контакторов 6-2, 12-2, 12-1, 7-2, 7-1. При этом в цепь тяговых двигателей вводится часть пускового резистора. Одновременно получает питание провод 7, возбуждающий вентили группового переключателя КСП0, вал которого поворачивается в положение «СП-П».

Контакты 10-1 и 10-2 отключаются в конце переходной ступени ХЗ, вводя дополнительно часть пускового резистора в цепь тяговых двигателей 1-й и 2-й секций электровоза. Это предусмотрено для того, чтобы избежать резкого увеличения силы тяги на 17-й позиции последовательно-параллельного соединения.

Элемент контроллера 5 включается после отключения элемента А, и наоборот. Такая зависимость необходима для включения реостатных контакторов только после того, как вал группового переключателя КСП0 развернется в соответствующее положение. Питание контакторов 6-1, 11-1, 11-2, остающихся во время перехода включенными, осуществляется от проводов 11, 13 и 14.

Уравнительный контактор 20-2 включается по следующей цепи: провод 8, параллельные замыкающие блок-контакты реостатных контакторов 10-1 и 11-1, провод К29, блок-контакты группового переключателя КСП0-СП-П, провод К28, катушка

вентиля уравнильного контактора 20-2, провод Н70, блок-контакт ТКII-М тормозного переключателя, корпус кузова. На этом переход с последовательного соединения на последовательно-параллельное заканчивается.

На позиции 17 — 26 происходит реостатный пуск электровоза при последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей. На 27-й позиции от провода 10 через размыкающий блок-контакт контактора 19-2 возбуждаются вентили контакторов 8-1 и 8-2. На этой же позиции отключается уравнильный контактор 20-2, цепь которого размыкается блокировкой контактора 11-1. Контактор 11-1 получает питание от провода 14-1, а контактор 11-2 — от провода 13.

После включения данных аппаратов на 27-й позиции пусковой резистор полностью выводится из цепи тяговых двигателей. На 27-й позиции, как и на 16-й, могут быть получены все четыре ступени ослабления возбуждения. При переводе главной рукоятки контроллера на 28-ю позицию теряют питание катушки вентиля контакторов 6-2, 6-1, 7-2, 7-1, 10-1, 10-2, 11-2, 12-2, 12-1, отключение которых приводит к вводу в цепь тяговых двигателей пускового резистора.

На позиции 27 получают питание провода 4, 7, 8, 10. Включенными до начала переходной ступени ХЗ остаются контакторы 5-1 и 5-2, которые запитываются по цепи: провод 8, блокировка КСП-С-СП, провод К4, катушки вентиля контакторов 5-1, 5-2 (для контактора 5-2 — провод Н406, размыкающий контакт промежуточного реле 102-2), провода, соответственно, 17 и 18, блокировки КСП-С-СП, замыкающие блок-контакты контактора 8-2, провод 9, контакторные элементы контроллера, корпус кузова.

Вентили групповых переключателей КСП и КСПИ получают питание от провода 4 через замыкающие блокировки уравнильных контакторов 8-1, 8-2, провод 24, параллельно включенные размыкающие блокировки ОД1-2 и ОД3-4, провод К92. Их валы поворачиваются в положения, соответствующие параллельному соединению.

При этом к проводам К27, К31 подводится напряжение по цепи: провод 24, блокировка КСП-П, провод К25, блокировка КСП-П, провод Н68, блокировка КСП-СП-П, провод К27, замыкающие блокировки КСП-П, КСП-П. Переключается также питание цепи проводов К4, К34, К45.

По проводам 7, 8, 10 получают питание те же цепи, что и на 27-й позиции. На позициях с 28-й по 36-ю включительно происходит реостатный пуск электровоза при параллельном соединении тяговых двигателей.

На 37-й позиции все секции пусковых резисторов выведены, тяговые двигатели работают с номинальным напряжением. На этой позиции включаются уравнильные контакторы 8-1, 8-2 и 20-2, так как отключается контакторный элемент 10 контроллера. Провод 10 теряет питание, размыкающие блокировки контакторов 10-1, 11-1 в цепи проводов 8, К29 разомкнуты (контакторы 10-1 и 11-1 включены).

После размыкания замыкающих блокировок контакторов 8-1 и 8-2 питание катушек вентиля групповых переключателей КСП и КСПИ будет поступать от провода 4 через замыкающую блокировку 4 — 24 контактора 10-1, который включается на 36-й позиции. На 37-й позиции возможны все четыре ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей.

### ОБРАТНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГЛАВНОЙ РУКОЯТКИ КОНТРОЛЛЕРА

Чтобы снизить скорость движения электровоза, необходимо соблюдать последовательность работы всех аппаратов при обратном движении главной рукоятки контроллера.

Так, при переводе рукоятки контроллера машиниста с 37-й ходовой позиции на реостатную катушки вентиля реостатных контакторов отсоединяются от корпуса кузова, и они выключаются. В цепи тяговых двигателей вводятся пусковые резисторы.

После перевода рукоятки контроллера машиниста с позиции параллельного соединения на позиции последовательно-параллельного соединения обесточивается провод 4. Провода 5 и 23 оказываются под напряжением. Теперь от них катушки вентиля реостатных контакторов и групповых переключателей КСП, КСПИ питание не получают, так как в цепи проводов 5 и 23 разомкнуты блокировки КСП-С-СП.

Реостатные контакторы отключаются, чем обеспечивается введение пусковых резисторов в цепь тяговых двигателей перед переходом с П-соединения на СП-соединение. Реостатные контакторы включаются в соответствии с разверткой контроллера только после перехода валов групповых переключателей КСП-С-СП и КСПИ в положение «С-СП», что обеспечивается замыканием блокировок КСП-С-СП и КСПИ-С-СП между проводами 5, К31.

Если главную рукоятку быстро переводят с позиций параллельного соединения на позиции последовательного соединения, то групповые переключатели работают следующим образом. Поскольку провод 4 теряет питание, вентили групповых переключателей КСП, КСПИ теряют возбуждение, отключаются реостатные контакторы. Валы обоих переключателей начинают поворачиваться в положение «С-СП».

При этом вал группового переключателя КСПО остается в положении, соответствующем последовательно-параллельному соединению тяговых двигателей, несмотря на то, что провод 7 обесточен. Дело в том, что катушки вентиля переключателя КСПО получают питание по цепи: контакторный элемент контроллера, провод 8, блокировка контактора 8-1, провод 7. Катушка вентиля контактора 8-1 теряет питание только после поворота валов переключателей КСП и КСПИ, так как их блокировки включены в цепь проводов К29, 10. После отключения контактора 8-1 провод 7 теряет питание, и вал переключателя КСПО поворачивается в положение, соответствующее последовательному соединению.

### ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ЧАСТИЧНО ОТКЛЮЧЕННЫХ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

При отключении двух тяговых двигателей в 1-й секции электровоза работа цепей управления протекает так же, как и при полном числе двигателей. В случае вывода из схемы двух тяговых двигателей во 2-й секции электровоза изменяется работа цепей управления линейными контакторами 2-2 и 17-2 на последовательно-параллельном и параллельном соединениях тяговых двигателей.

При отключении тяговых двигателей V и VI блокировочные контакты ОДII размыкаются. Однако из-за наличия в цепи питания катушек контакторов 2-2 и 17-2 блокировок КСП-С цепи управления на последовательном соединении работают штатно.

Во время перехода на последовательно-параллельное соединение блокировки КСП-С прерывают питание катушек вентиля контакторов 2-2 и 17-2. Последние отключаются, образуя двойной разрыв цепи тяговых двигателей 2-й секции электровоза. Соответствующая развертка блокировочного барабана группового переключателя КСПО обеспечивает отключение контакторов 2-2 и 17-2 только после включения контакторного элемента 33-0 переключателя, что препятствует размыканию силовой цепи электровоза.

При переходе на параллельное соединение блокировками КСП-П (цепи проводов К11, К21, К22) включаются контакторы 2-2 и 17-2, подавая напряжение контактной сети на тяговые двигатели VII и VIII.

Когда выводят из схемы тяговые двигатели VII, VIII, размыкаются блокировки ОДII и ОД7-8. Переход на последовательно-параллельное соединение протекает так же, как и при отключении двигателей V, VI. Переход на параллельное соединение завершается включением только контактора 2-2, вентиль которого получает питание от проводов К11, К21 через блокировку КСП-П.

При отключении четырех двигателей 1-й секции размыкаются блокировки ОД1-2 и ОД3-4 между проводами 24 и К92 в цепи катушек групповых переключателей КСП и КСПИ. Тем самым предотвращается глухое короткое замыкание в случае перевода главной рукоятки контроллера на позиции параллельного соединения тяговых двигателей.

Следует помнить, что если отключена любая группа двигателей, то применять рекуперативное торможение невозможно, поскольку цепь питания вентиля ТК-I-T и ТК-II-T будет разомкнута блокировкой ОД-I или ОД-II.

Инж. Н. В. САВИЧЕВ,  
преподаватель Санкт-Петербургского подразделения  
Учебного центра повышения квалификации Октябрьской дороги

# ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ЧС7

**В** связи с тем, что электровозы серии ЧС7 имеют различное исполнение (серии Е1 — Е10), их электрические цепи имеют много конструктивных особенностей. В первую очередь это касается цепей управления локомотивом. Одни из ранних изменений были призваны улучшить работу распределительного щита (РЩ) и схему заряда батареи.

Питание всех цепей управления электровозом осуществляется от аккумуляторной батареи 5061(2) через автоматический защитный выключатель (АЗВ) 5661(2) и РЩ (рис. 1) или от генераторов тока управления 502 и 503. На пульте управления в кабине машиниста установлен вольтметр 8401(2), который показывает напряжение батареи. Питание данного вольтметра осуществляется от проводов 5040 (5050) (991 для серий Е7, Е8) через кнопку 8421(2) по проводу 5061(2). Для проверки напряжения второй (задней) секции необходимо нажать кнопку 842 на пульте управления.

При включении АЗВ 566 (или пакетного выключателя) напряжение подается на зажим 3 РЩ 5001(2) и далее через него — в цепи управления. Аккумуляторная батарея подключается к электрическим цепям со стороны «плюса» проводами 512 и 514, а со стороны «минуса» — через провода 199 и 513. Провод 514 дает питание блоку управления, преобразователю электропневматического тормоза и радиостанции, а в режиме электродинамического торможения — импульсному преобразователю.

После запуска мотор-вентиляторов РЩ выполняет две функции:

- ① заряжает батарею от вывода А1 обмотки якоря генераторов 502 и 503 по цепи — зажим 1 (4) РЩ, предохранители F1(2), резистор R3(4), диод V4(5), шунт амперметра, зажим 3 РЩ, цепи батареи, зажим 7 РЩ, провод 199, вывод В2 обмотки якоря;
- ② питает цепи управления через предохранители F1(2), резистор R1(2), диод V1(2), дроссель L1, зажим 2 РЩ, провод 503.

Напряжение, выдаваемое РЩ, определяется напряжением в обмотках возбуждения генераторов 502 и 503, которым управляют платы А1 и А2 РЩ (рис. 2). Исправное состояние РЩ и генераторов тока управления контролируют реле К1 и К2, подключенные к плате сигнализации А3. В этом случае напряжение от зажима 15 (16) через блок-контакт реле К1 (К2) подается на зажим 12 (14) и далее — на реле сигнализации 5121(2), 5131(2), обратные блокировки которых включены в цепь реле 4251(2).

В зависимости от номера и серии электровоза цепи общего питающего провода 5000 различны. Так, на электровозах до № 76 (рис. 3) напряжение от зажима 2 РЩ по проводу 5031(2) подается на контакты 1 — 2 и 3 — 4 аварийного переключателя 5782 и далее через секционные провода 5001 и 5002, разделительные диоды 5841(2), провод 5011 (5021) — на общий резистор 5762, провод 5000. При выходе из строя батареи или РЩ переключатель 5782 устанавливается в положение «Авар. АБ1» или «Авар. АБ2». Через его контакты 1 — 2 (или 3 — 4) и 5 — 6 создается цепь питания от исправной секции. Конструктивно все элементы данных цепей расположены на задней торцевой стенке второго кузова и закреплены на изоляционной плите (рис. 4).

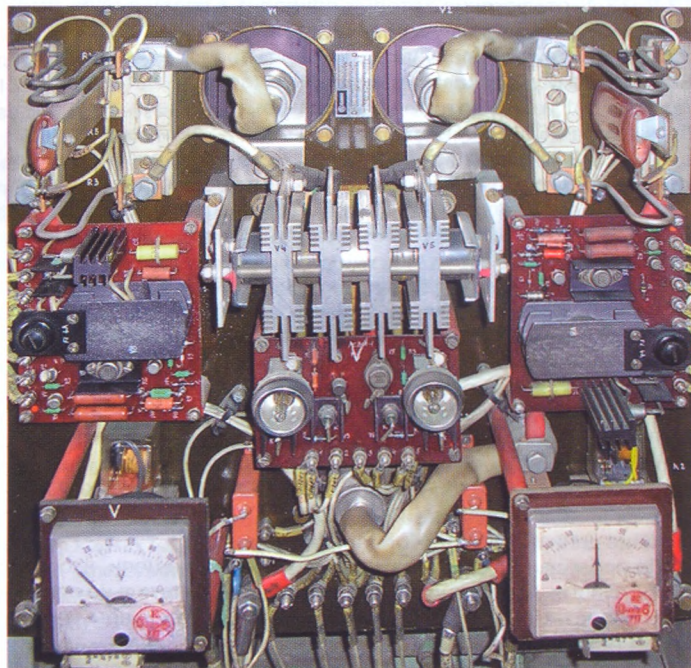


Рис. 1. Общий вид распределительного щита

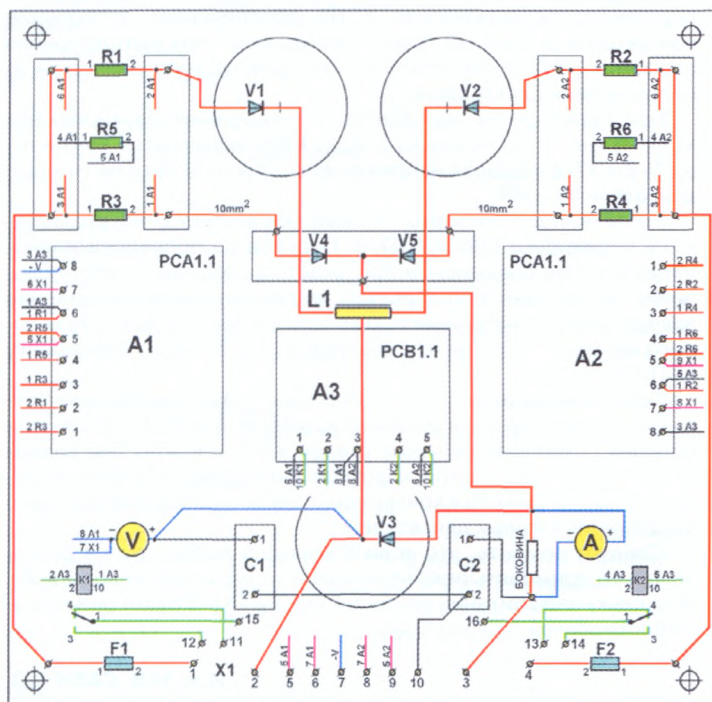
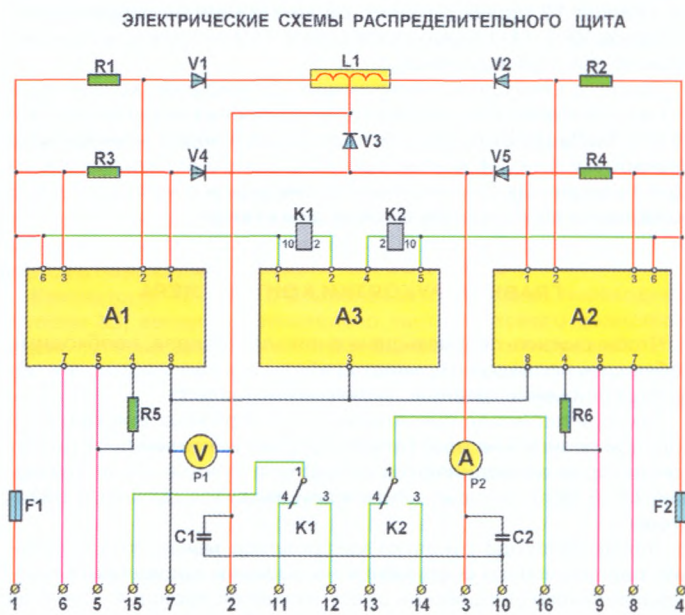


Рис. 2. Монтажные и электрические схемы распределительного щита



## ЭЛЕКТРОВОЗЫ ЧС7 до № 76

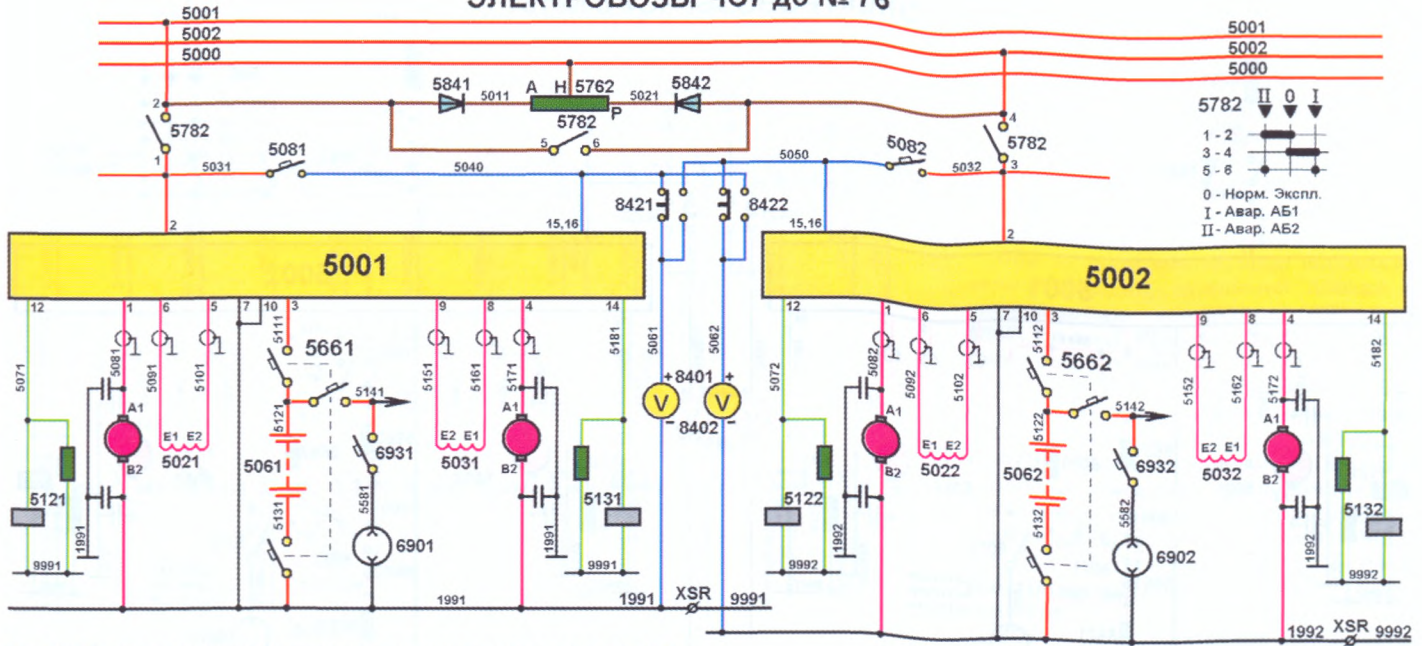


Рис. 3. Схема подключения источников питания электровозов до № 76

От провода 5031(2) получает также питание двигатель кондиционера. На электровозах с № 76 (рис. 5) питание общего провода 5000 осуществляется от зажима 2 РЩ через выключатель АЗВ 5661(2), провод 5011(2) и ограничивающий резистор 5761(2).

На электровозах с № 151 (рис. 6) установлены дополнительная аккумуляторная батарея 5071(2), контактор 571 и резистор 569 для ее заряда. При этом в цепь батареи введены переключатель 5661(2) и предохранители: 568 — со стороны «плюса», 567 — со стороны «минуса». В зависимости от положения переключателя 566 цепи управления будут соединяться с минусовым выводом батареи разными путями:

- в положении «I» — провод 1991(2), предохранитель 5671(2), провод 8501(2), контакты W2 — W1 переключателя 5661(2), провод 5131(2), «минус» АБ 5061(2);
- в положении «II» — провод 1991(2), предохранитель 5671(2), провод 8501(2), дополнительная батарея 5071(2), контакты W3 — W1 переключателя 5661(2), провод 5131(2), «минус» АБ 5061(2).

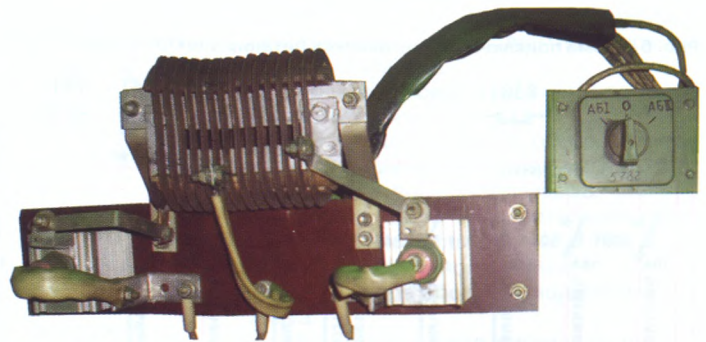


Рис. 4. Общий вид панели с резистором и аварийным переключателем 5782

Установленные в цепях РЩ резисторы 576 и 569 предназначены для ограничения тока при коротких замыканиях в цепи провода 5000 или тока заряда дополнительной батареи.

## ЭЛЕКТРОВОЗЫ ЧС7 с № 76

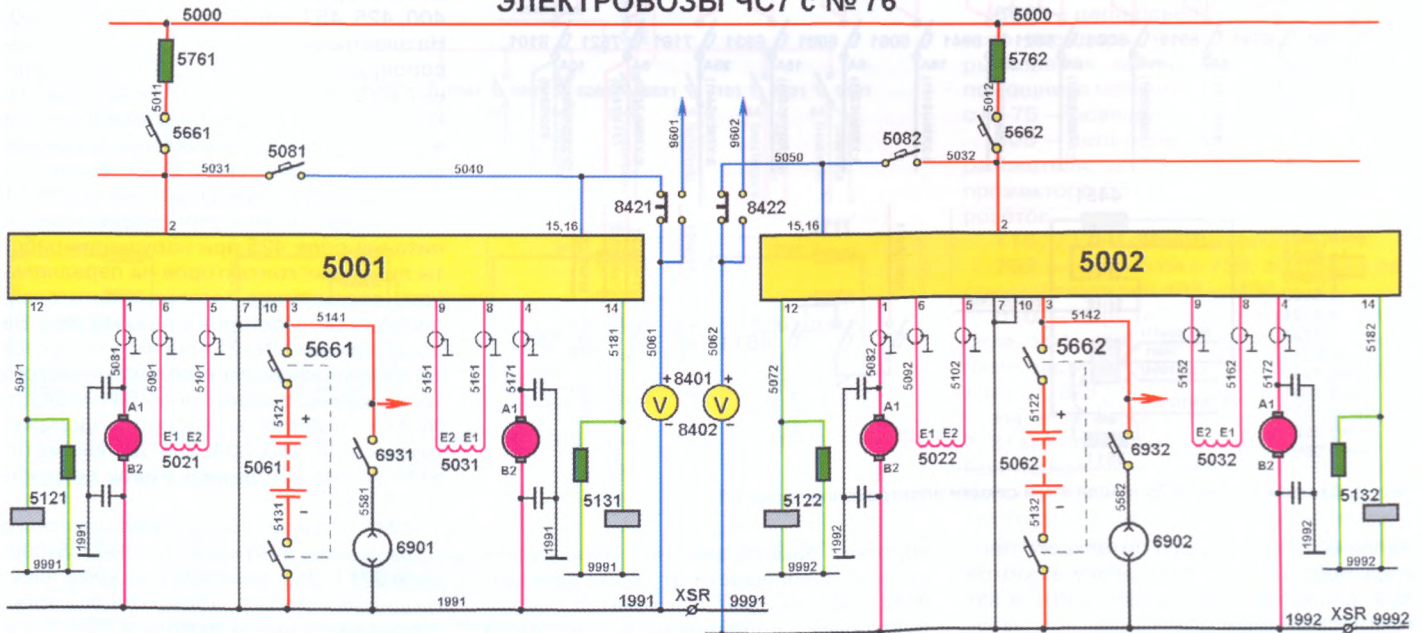


Рис. 5. Схема подключения источников питания электровозов с № 76

# ЭЛЕКТРОВОЗЫ ЧС7 с №151

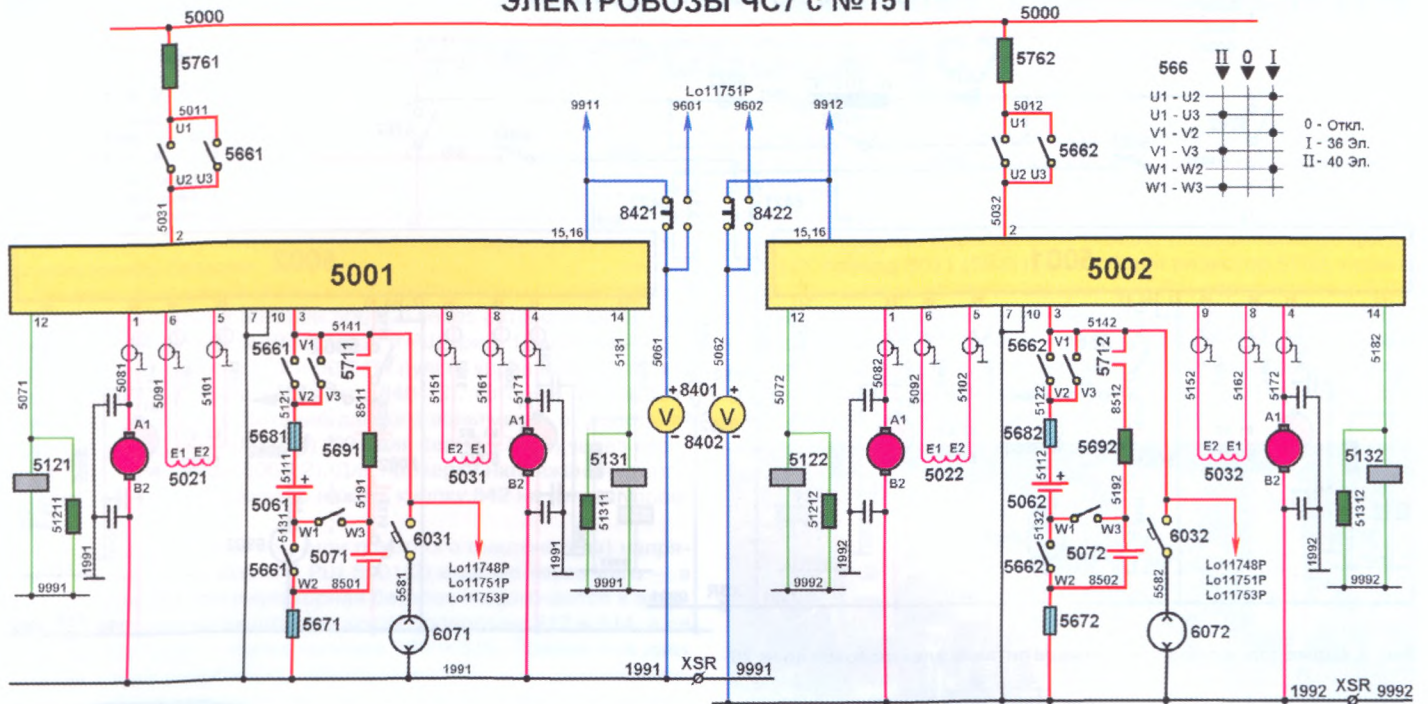


Рис. 6. Схема подключения источников питания электровозов с № 151

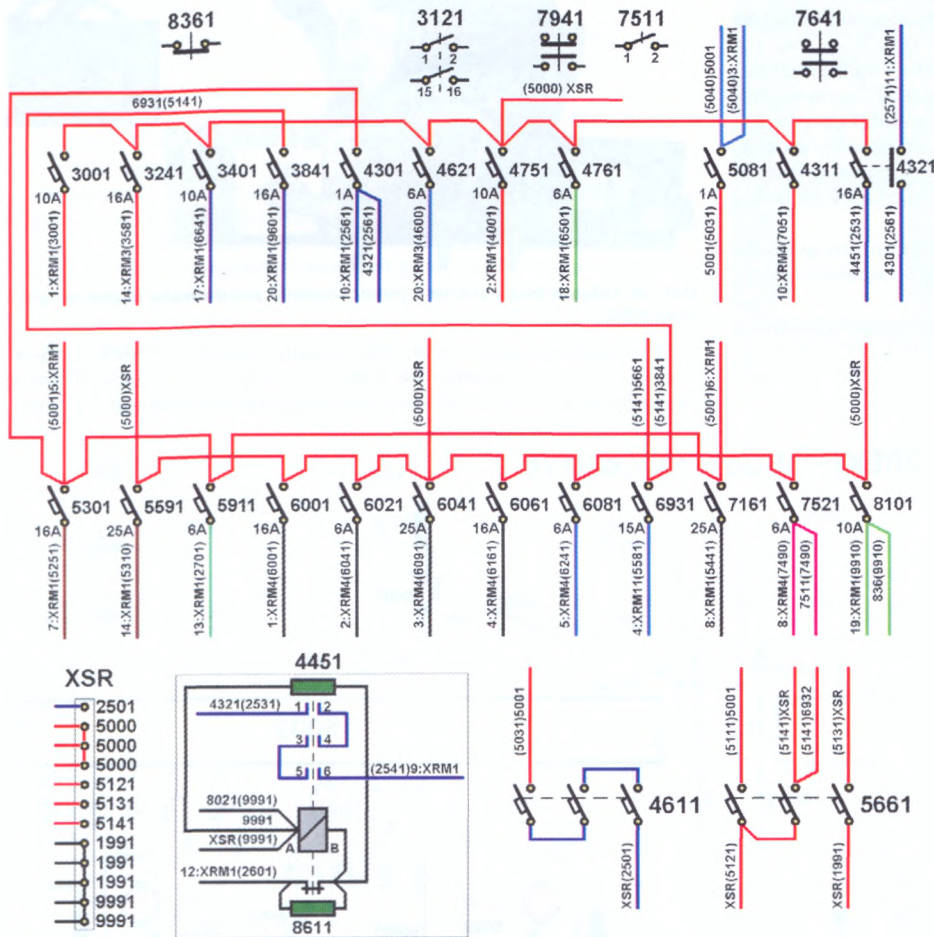


Рис. 7. Схема монтажа АЗВ и реле в 1-й секции электровозов серии ЕЗ

Напряжение от общего питающего провода 5000 подается на рейку зажимов XSR, расположенную рядом с РЩ, а затем несколькими проводами — к автоматическим защитным выключателям. АЗВ отключают цепи управления при

коротких замыканиях или перегрузках цепи. В зависимости от серии электровоза ЧС7 каждый выключатель, установленный в определенной цепи, имеет свой номинальный ток и два вида уставок:

- токовую отсечку — срабатывает мгновенно при токе к.з.;
- тепловую отсечку — отключение происходит при нагреве биметаллической пластины за определенное время, в зависимости от протекающего тока.

Конструктивно все выключатели расположены в два ряда: один над другим. Каждый выключатель, в зависимости от серии электровоза ЧС7, включен в определенные цепи управления.

## НАЗНАЧЕНИЕ АЗВ В ШКАФУ ПОПЕРЕЧНОГО КОРИДРА

**300** — цепи контроллера машиниста и управления промежуточным контроллером, переключателей «Ход — Тормоз» 071 и 072, промежуточных реле 323, 395, 400, 425, 457, вентилей «Т» ЭВР305-000. На электровозах до № 41 — цепи реверсоров, реле 333, 334, 335. С № 76 данный АЗВ введен в цепь догрузателей, до № 211 защитные выключатели работали в цепи линейных контакторов в режиме электродинамического торможения.

**324 (302)** — на локомотивах до № 211 установлены в цепи управления жалюзи, питания реле 425 при нарушении работы линейных контакторов на параллельном соединении тяговых двигателей, линейных контакторов в режиме тяги. На электровозах с № 211 они используются также в режиме электродинамического торможения, в цепях реле 341 и 342; с № 41 — в цепях реверсоров, промежуточных реле 333, 334, 335; до локомотива № 76 они находились в цепи догрузателей.

**340** — цепи электродинамического торможения, вентилей «0» ЭВР305-000, реле 3711, 350, реле 425 в режиме электродинамического торможения, электропневматических вентилей 351, 391 и 364, линейных контакторов 0291 и 0592 при срабатывании реле 360.

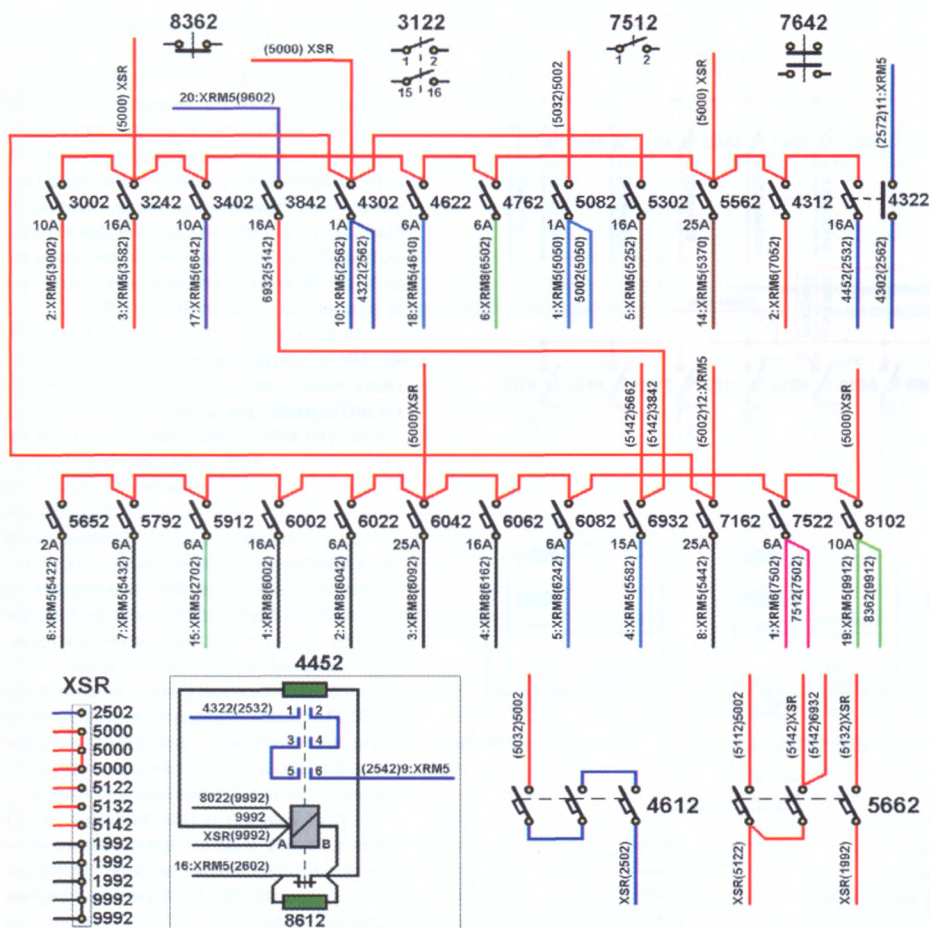


Рис. 8. Схема монтажа АЗВ и реле во 2-й секции электровозов серии ЕЗ

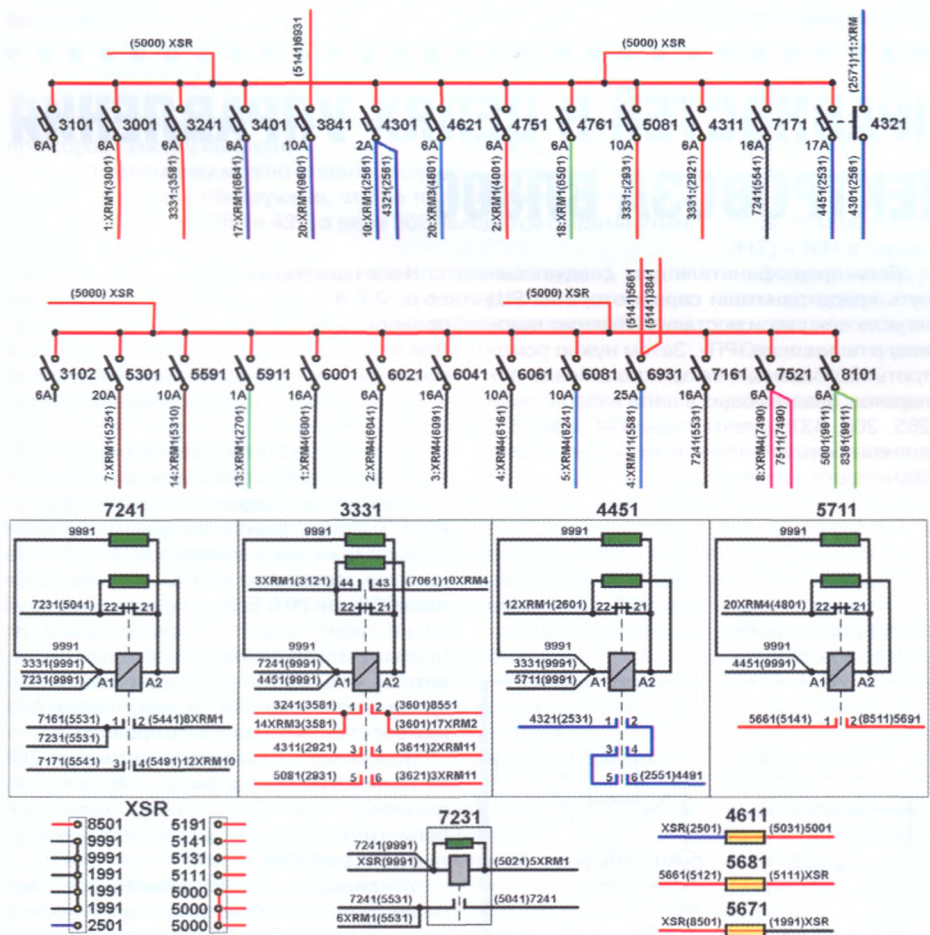


Рис. 9. Схема монтажа АЗВ и реле в 1-й секции электровозов серии Е6

384 — цепи регулятора 363, измерительного и питающего комплекта 366.

430 — цепи контакторов двигателя кондиционера, вентилятора и элементов отопления кабины машиниста.

431 — цепи реостатных контакторов и контакторов ослабления поля на электровозах до № 111 и с № 151.

432 — цепь двигателя вентилятора кондиционера.

462 — цепи контакторов вспомогательных машин, отопления поезда и сигнализатора, контактора 518, реле 4852. На электровозах с № 211 — цепь тифонов.

4751 — цепи токоприемников, БВ, разъединителей и заземлителей, реле 4851, защелок высоковольтной камеры.

476 — цепи сигнализации ПБК, БВ, отопления поезда, разъединителей, сигнальных ламп регулятора электродинамического тормоза, реле 414, 422, 425. На электровозах с № 151 — цепи всех реле времени, с № 211 — цепь свистков.

508 — цепи реостатных контакторов и контакторов ослабления поля тяговых двигателей.

530 — цепи обогрева ног, масла в картере компрессора, вентиляторов кабины машиниста.

556 — цепи свистка, электроплитки и обогревателя воды.

5591 — цепи тифона, обогревателей влагосборников тормозной магистрали, продувки главных резервуаров.

5592 — цепи нагревательных элементов крана влагосборников ГР.

565 — цепь холодильника.

579 — цепь обогрева воды бачка туалета.

591 — цепи реле сигнализации нагрева подшипников редукторов, сигнальных ламп открытия двери между секциями.

600 — цепь прожектора.

602 — цепь буферных фонарей.

604 — цепь освещения машинного отделения.

606 — цепи освещения промежуточного коридора, высоковольтной камеры, тележек, кабины машиниста, пульта помощника машиниста. На локомотивах с № 76 — освещение тележек.

608 — цепь освещения шкафа преобразователя; до № 41 цепь контакторов прожектора 651 и 652; с № 76 — цепь розеток.

716, 717 — цепь стеклообогрева.

752 — цепи блока 750, вентиля пещочниц, вентиля 493 — 496.

810 — цепь табло сигнализации 802, реле 804, 806, 808, 829, сигнальных ламп защиты «Ход», «Тормоз» на панелях 827, 828.

На электровозах ЧС7 серии Е3 (рис. 7, 8) выключатели соединены между собой перемычками. На серии Е6 общий провод 5000 подключается в нескольких местах к медной шине, а она, в свою очередь, через отпайки — к отдельным выключателям. С серии Е4 в цепь стеклообогрева включен второй АЗВ 717, с серии Е5 в цепь управления линейными контакторами дополнительно введен АЗВ 508. С серии Е6 в ряду выключателей

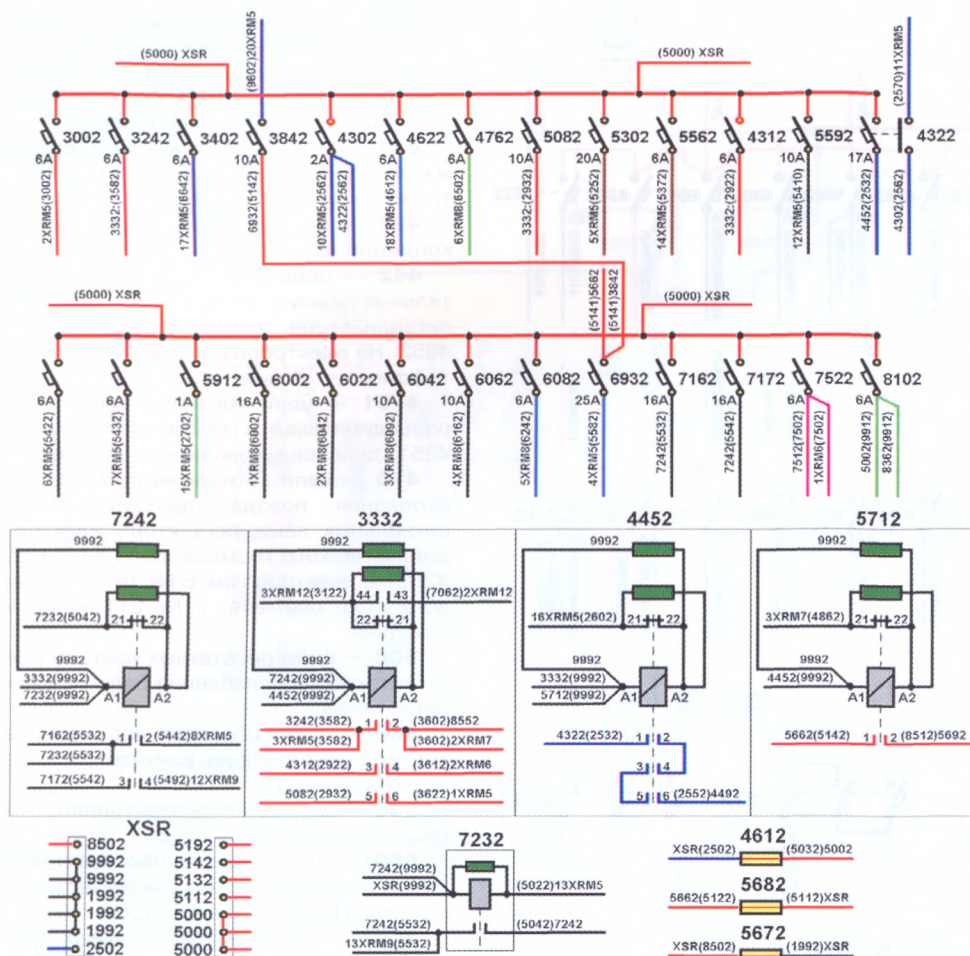


Рис. 10. Схема монтажа АЗВ и реле во 2-й секции электровозов серии Е6

Инж. И.А. ЕРМИШКИН,  
г. Ожерелье

## НЕСКОЛЬКО НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЦЕПЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ80С

Рассмотрим способы отыскания обрывов на примере цепи управления главного контроллера ЭКГ-8Ж. В качестве проверочной лампы рекомендуется применять двухпроводный индикатор напряжения (требования Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок).

При переводе главной рукоятки контроллера машиниста из положения «ФП» в «РП» на одной из секций не набираются позиции. Необходимо поставить рукоятку в положение «0», проверить целостность предохранителя Пр12 (F3) в цепи сервомотора и при перегорании — заменить его.

Если предохранитель цел, следует вынуть предохранители сервомотора на РЦ на всех секциях и поставить главную рукоятку в положение «РП». Затем нужно осмотреть на «больной» секции положение аппаратов, участвующих в цепи набора: реле 265, 266, 437 и контакторы 194, 206, 208 должны быть с притянутыми якорями, реле 202 — с отпавшим якорем.

Все аппараты находятся в рабочем положении, значит, неисправность в цепи сервомотора от провода Н49. Необходимо проверить замыкающие контакты 206, 208, крепление проводов в коробке зажимов сервомотора и его щетки.

Не подключился один контактор 208 — на панели № 3 необходимо проверить контрольной лампой его цепь. Для этого присоединяем один провод контрольной лампы к раме панели (Ж), другой — в положение 1 (провод Н42, «плюс» катушки 208, рис. 1).

Допустим, в положении 1 лампа загорается. Тогда переставляем ее в положение 2 (соединяем «плюс» и «минус» катушки 208). Горение лампы указывает на неисправность катушки контактора 208. Вместо данного аппарата можно использовать реле 268 или 267. Если в положении 2 лампа не горит, значит, оборван провод Ж. Чтобы выйти из положения, следует поставить перемычку от минусового вывода катушки контактора 208 на раму панели № 3 или восстановить контакт в проводе Ж.

Напомним, когда кроме контактора 208 не подключился еще какой-либо аппарат, например, реле 266, то неисправность в цепи второго аппарата (в нашем примере — в цепи реле 266).

Убедившись, что в положении 1 лампа не горит, переставляют второй провод лампы в положение 3 (провод Н34 на блокировочных контактах реле 266 или 265).

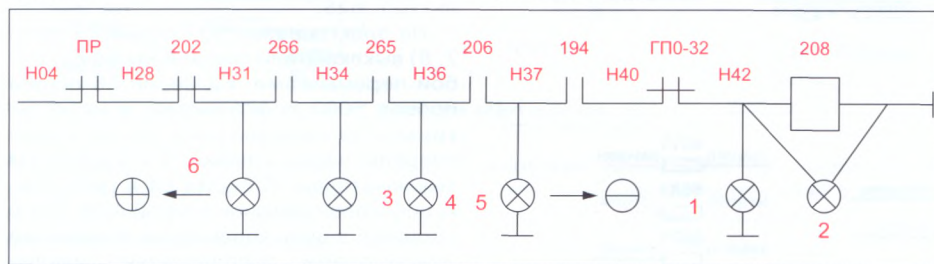


Рис. 1. Схема отыскания обрыва цепи контрольной лампой



Лампа загорается — переставляют ее второй провод в сторону «минуса» (положения 4, 5). Если в положении 5 лампа горит, то цепь нарушена в блокировочных контактах ГПО — 32 или контактора 194. Рекомендуется на панели № 3 поставить перемычку между проводами Н37 (контакты контактора 206) и Н42 («плюс» катушки контактора 208).

Если в положении 3 лампа не горит, смещаются в сторону «плюса», т.е. в положение 6. Допустим, лампа загорается. В этом случае цепь тока прервана в замыкающем контакте реле 266. Необходимо зачистить контакты. Когда в положении 6 (провод Н31) лампа не горит, целесообразно поставить перемычку от провода Э50 (блокировки реле 269) на провод Н31 (блокировки реле 266).

**Примечание.** На практике встречались случаи, когда между сердечником и якорем электрического аппарата оказывались посторонние предметы (шайбы). При этом контакты оставались незамкнутыми, и аппарат не включался.

В описанных ситуациях может выключиться также ГВ с участием реле времени 204 при обрыве цепи контактора 208 в блокировках ЭКГ ГПП1 — 32 или ГПпр. При этом не будет дутья воздухом в вентилях 221, 222 и шума предельной муфты, предохранитель Пр12 (F3) на РЩ остается целым.

**На одной из секций не набираются позиции.** Прежде всего, надо осмотреть аппараты «больной» секции. Возможны следующие ситуации.

Контактор 208 и реле 266 не включились. Можно расклинить реле 266 во включенном состоянии на всех секциях, а реле 202, если оно находится на специальной панели в проходном коридоре, — в отключенном положении. Набор производить постановкой рукоятки КМЭ в положение «ФП» с кратковременным переводом в положение «РП». В положении «РП» будет в этом случае автоматический набор.

Контактор 208 и реле 265 не включились. Можно расклинить реле 265 во включенном состоянии на всех секциях, а 202 — если оно находится на специальной панели в проходном коридоре — в отключенном. Набор производить постановкой рукоятки КМЭ в положение «РП» с кратковременным переводом в положение «АП». В положении «ФП» будет в этом случае автоматический набор.

Контакторы 206 и 208 не включились. Можно поставить перемычку на «плюс» катушки 206 контактора — провод Н20 от провода Э50 (на блокировках реле 269). Набор производить при включенной кнопке «Автоматическая подсыпка песка», а при сбросе кнопку выключить.

Такую перемычку можно ставить, если при осмотре аппаратов «больной» секции обнаружено, что не подключились контакторы 208, 206, 194, реле 266 и 437, а реле 202 находится с притянутым якорем.

Если контактор 206 вышел из строя (сгорела катушка), то для набора необходимо включить вручную контактор 206 на панели № 3 «больной» секции. После окончания набора контактор 206 отключить, сброс будет идти обычным порядком.

Контакторы 208 и 194 не включились. Можно поставить перемычку от провода Н37 (контакты контактора 206) на «плюс» катушки контактора 208 (провод Н42). Позиции набирают обычным порядком. Эту перемычку можно использовать, если нарушен контакт в блокировочном контакте ГПО — 32 ЭКГ.

**При осмотре аппаратов «больной» секции обнаружена неисправность контактора 208.** Следует задействовать реле 268. Для этого необходимо вынуть предохранитель Пр12 (F3) «Сервомотор» на РЩ, отсоединить все провода от катушки реле 268, кроме провода Ж, снять дугогасительные камеры с контактора 208.

Затем надо соединить «плюсы» катушек контактора 208 и реле 268, размыкающие контакты контактора 208 с размыкающими контактами реле 268, замыкающие контакты контактора 208 с замыкающими контактами реле 268 (используют ближние контакты). Затем снимают тягу с контактора 208, возвращают предохранитель на РЩ и продолжают движение.

**Примечание.** С левой стороны реле 268 стоит тройная перемычка, поэтому задействуют дальние контакты.

**Обнаружена порча (обрыв) изоляционной тяги на контакторе 208 или 206.** Чтобы выйти из положения, нужно снять исправную изоляционную тягу, например, с контактора 206 и поставить ее на контактор 208. На контактор 206 надо поставить две перемычки: одна замыкает размыкающие контакты, другая —

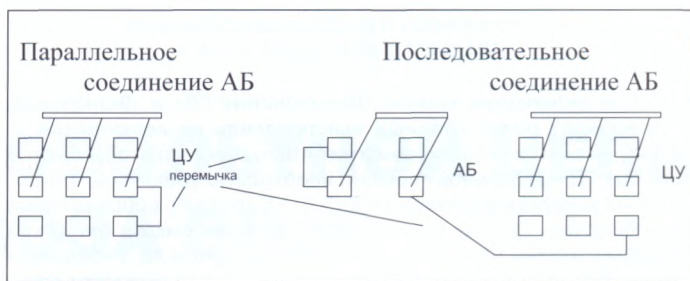


Рис. 2. Схемы соединения аккумуляторных батарей

замыкающие, которые не смогут сами замыкаться из-за снятой изоляционной тяги. Набирают и сбрасывают позиции обычным порядком.

**При постановке главной рукоятки в положение ручного набора (ФП-РП) или ручного сброса (ФВ-РВ) ЭКГ набирает или сбрасывает позиции автоматом. При этом ЭКГ заходит на упор за положение «0» или «33».** Как правило, это происходит из-за неисправности контактора 208. В приведенной ситуации могут подгореть размыкающие контакты контактора 208 — их следует зачистить, может отпасть немагнитная пластина на якоре — между якорем и сердечником можно проложить кусок скоростемерной ленты, сложенный в два-три раза, и закрепить его, чтобы не выскочил.

**Во время осмотра аппаратов «больной» секции обнаружено, что контактор 208 и реле 266 не включились, а в реле 202 притянут якорь.** Это указывает на рассинхронизацию валов ЭКГ. Чтобы хотя бы на одной секции можно было набирать позиции, надо поставить перемычки от блокировок реле 266 (провод Н33) на «плюс» катушки реле 266 (провод Н25) и от провода Н33 на провод Н31 на блокировках реле.

## НЕИСПРАВНОСТИ В ЦЕПЯХ ПОДЪЕМА ТОКОПРИЕМНИКА

**При включении кнопок пульта «Токоприемники» и «Токоприемник задний» («Токоприемник передний») токоприемник не поднимается.** Необходимо нажать на клапан токоприемника 245 и убедиться, что воздух подходит к клапану 245.

**Воздух не проходит** — проверяют правильность закрытия штор и дверей высоковольтной камеры на всех секциях. Если не включился вентиль защиты 104, то его включают вручную.

**Воздух подходит к клапану 245** — необходимо проверить включение реле 248 (панель № 9). Если реле 248 не включилось, то можно поставить перемычку между проводами Э15 (Э16, Э17) и Э37 в торце секции на рейках зажимов № 631, 635.

**Воздух подходит к клапану 245, реле 248 включено, но токоприемник не поднимается** — можно поставить перемычку от автоматического выключателя ВА35 «Освещение кузова» (провод Н035) или ВА34 «Освещение ВВК» (провод Н034) на «плюс» катушки вентиля 245 (провод Н125) и поднимать токоприемник включением соответствующего выключателя.

**После включения кнопок слышно дутье воздуха на крыше, но токоприемник не поднимается** — лопнул гибкий шланг или неисправен пневмопривод токоприемника. Следует перекрыть кран перед клапаном 245 на «больной» секции и поднять токоприемник на другой.

**При подъеме токоприемника и включении главного выключателя нет давления воздуха в пневматической системе или оно недостаточно.** На той секции, где лучше производительность компрессора токоприемника, нужно перекрыть краны КН16, КН17, КН19 в конце секции электровоза. Затем накачивают компрессором токоприемника воздух до давления не менее 3,5 кгс/см<sup>2</sup>. При необходимости можно соединить аккумуляторные батареи обеих секций параллельно или последовательно (рис. 2).

Для улучшения производительности компрессора можно плеснуть во всасывающее отверстие компрессора немного масла или воды. На секции, где нет воздуха, надо закрыть и заблокировать двери ВВК, замкнуть их двумя ключами (при этом ключи можно вынуть). Вставляют ключи в реле блокирования 235, поворачивают их и переводят рычаг в положение «Реле давления зашунтировано». Затем поднимают токоприемник на исправной секции.

## НЕИСПРАВНОСТИ В ЦЕПЯХ ВКЛЮЧЕНИЯ ГЛАВНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

После включения кнопок «Выключение ГВ» и «Включение ГВ и возврат реле» главный выключатель не включается — не получает питание электромагнит 4Вкл. Для того чтобы быстро включить ГВ на «больной» секции, необходимо убедиться, что достаточно воздуха в резервуаре ГВ (5,8 — 6 кгс/см<sup>2</sup>), собрана схема тяги. Включить ГВ можно, кратковременно перемкнув отверткой с правой стороны блокировки реле 207 на панели № 3 «больной» секции. После этого кратковременно (на 1 — 2 с) включают ручную реле 207. На станции надо проверить цепь электромагнита 4Вкл. контрольной лампой. При этом кнопка «Включение ГВ и возврат реле» должна быть включена.

**При включенных кнопках «Выключение ГВ» и «Включение ГВ и возврат реле» главный выключатель включается и сразу выключается (звонковая работа)** — не получает питания электромагнит 4Уд. Если нет времени для устранения неисправности, то поступают следующим образом. Устанавливают перемычку на панели № 3 «больной» секции: провод Н74 (блокировочные контакты реле времени 204) — провод Н403 или Э50 (блокировочные контакты реле 269). Вместо кнопки «Выключение ГВ» на «больной» секции нужно использовать кнопку «Сигнализация» или «Автоматическая подсыпка песка» соответственно.

**Во время осмотра оборудования обнаружено дутьё воздуха в главном выключателе** — можно предположить, что дутьё воздуха происходит из-за попадания грязи под клапаны главного выключателя. Необходимо несколько раз включить и выключить ГВ, чтобы продуть клапаны.

**Во время движения под нагрузкой с поездом повышенной массы и длины на одной секции выключается ГВ, после осмотра «больной» секции повреждение не выявлено.** Можно продолжить езду на одной секции в тяге, а на «больной» включить ГВ, запустить вспомогательные машины и поставить секцию под нагрузку. Для этого необходимо перевести главную рукоятку КМЭ в положение «ФВ». При этом на «больной» секции позиции будут сбрасываться в положение «0».

После того как на пульте машиниста начнет постоянно гореть зеленая лампа «0-ХП» «больной» секции, следует передернуть кнопку «Включение ГВ и возврат реле». При этом включится ГВ. Затем надо вновь включить кнопки «ФР», «МВ1» — «МВ4», чтобы запустить вспомогательные машины «больной» секции. Одновременно включатся линейные контакторы 51 — 54. Главную рукоятку КМЭ нужно поставить в положение «ФП», отправить помощника машиниста на «больную» секцию, чтобы он кратковременно включал контактор 208 на панели № 3 столько раз, сколько надо набрать позиции.

**При наборе первой позиции на одной из секций выключается ГВ** — на «больной» секции нарушена цепь электромагнита 4Уд в блокировке реле 264 или контактах блока дифференциальных реле БРД 21, 22. Чтобы выйти из положения, рекомендуется поставить перемычку на панели № 3 «больной» секции от провода Н72 (блокировки реле 264) на провод Н73 (блокировки реле времени 204).

## НЕИСПРАВНОСТИ В ЦЕПЯХ УПРАВЛЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

**После включения кнопок «Вспомогательные машины» и «Фазорасщепитель» не запускается фазорасщепитель на одной из секций.** На «больной» секции можно перейти на работу без фазорасщепителя. Для этого на щите параллельной работы 227 «больной» секции нужно выключить кнопку «Фазорасщепитель», перевести механическую блокировку, включить кнопку «Без фазорасщепителя».

**Примечание.** Если необходимо проверить электрическую схему электровоза без контактного провода, и есть возможность подключиться к источнику сжатого воздуха, то можно перейти на работу «Без фазорасщепителя» на всех секциях. Это позволит, не поднимая токоприемник и не включая ГВ, проверить включение контакторов вспомогательных машин, линейных контакторов, цепи управления ЭКГ всеми положениями главной рукоятки КМЭ.

Если по каким-либо причинам после включения кнопки «Без фазорасщепителя» результатов нет, то можно перейти на работу от одного фазорасщепителя. Для этого необходимо на «больной» секции отключить рубильник 111 (панель № 1), а на обеих включить

рубильники 126. Следует помнить, что если электровоз оборудован системой САУВ, то в этом случае она работать не будет.

**Примечание.** При отключении секции в зимнее время необходимо перейти на работу от одного фазорасщепителя. Это позволит на «больной» секции включить мотор-вентиляторы обдува тяговых двигателей, компрессор, печи отопления кабины.

**При включении кнопок «Вентилятор 1» — «Вентилятор 4» один из аппаратов не запускается.** Соблюдая все требования техники безопасности, перейти на работу по одной из аварийных схем согласно распоряжению ОАО «РЖД» от 31.03.2010 № 671р.

**При включении кнопок «Вентилятор 1» — «Вентилятор 4» на одной из секций вентиляторы не запускаются.** Следует проверить включение автоматического выключателя ВА10 на щитке 215 и реле 259 на панели № 8 «больной» секции и при необходимости включить.

**По каким-либо причинам на одной из секций не включается маслосос МН.** На щите параллельной работы 227 ведущей секции необходимо выключить кнопку «Масляный насос», перевести механическую блокировку, включить кнопку «Низкая температура масла». При этом на всех секциях МН работать не будут. В этом режиме можно продолжать движение под нагрузкой до достижения температуры масла в трансформаторе 90 — 95 °С, контролируя ее по термометру трансформатора первой секции.

**При неисправности регулятора давления АК-11Б на ведущей секции не работают компрессоры на всех секциях.** На ведущей секции можно подложить изоляцию под контакты АК-11Б, а на второй секции поставить перемычку от провода Н010 в пульте машиниста на провод Н102 регулятора АК-11Б. При этом изменять давление в главных резервуарах будет регулятор давления второй секции.

## НЕИСПРАВНОСТИ В ЦЕПЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫМИ КОНТАКТОРАМИ

Если при включении кнопки «Цепи управления» на пульте машиниста и переводе главной рукоятки контроллера в положение «АВ» линейные контакторы 51 — 54 не включились, то на стоянке можно сделать следующее. Вначале главную рукоятку КМЭ устанавливают в положение «0», реверсивную — в «ПП назад», затем главную — вновь в «АВ». Убеждаются, что реверсоры на блоке силовых аппаратов развернулись. После этого надо перевести реверсоры в положение «ПП вперед».

Реверсоры на блоке аппаратов не развернулись — неисправность в цепи от кнопки «Цепи управления» (провод Н02) до провода Э2. Можно поставить перемычку в пульте машиниста Н2 — Н306 и при отправлении включить ЭПК. Данную перемычку можно применять при езде двойной тягой вторым электровозом, не включая ЭПК. Если перемычка Н2 — Н306 не помогает, то можно соединить перемычкой провода Н03, Н306 в пульте и включить линейные контакторы ВА3 «Цепи торможения» на щите 215.

**Реверсоры развернулись — неисправность на участке от провода Э2 до катушек вентилей контакторов 51 — 54.** Можно воспользоваться одним из способов выхода из положения.

Предварительно убеждаются, что положение реверсоров соответствует направлению движения и включены мотор-вентиляторы. На каждой секции, где не включились ЛК 51 — 54, устанавливают перемычку на панели № 3 от блокировок реле 269 (провод Н403 или Э50) на блокировки реле 270 (провода Н9 — Н12). После этого линейные контакторы включают, соответственно, кнопками «Сигнализация» или «Автоматическая подсыпка песка».

Если линейные контакторы не подключаются, то на каждом блоке силовых аппаратов, где они не включились, можно поставить перемычку от блокировок ЛК 51 — 54 (провод Н171) на «плюс» катушки вентиля ЛК или от блокировок реле боксования 43 или 44 (провод Э50) на «плюс» катушки вентиля линейного контактора. Включают линейные контакторы кнопками, соответственно, «Сигнализация» или «Автоматическая подсыпка песка». Если в пути следования отключились ЛК на всех секциях, на пульте загорелись красные лампы «С», а при включении табло загорается лампа «ТД», то можно поставить перемычку в пульте Н2 — Н306 или Н03 — Н306.

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



# АППАРАТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЦЕПИ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20

(Окончание. Начало см. «Локомотив» №6, 2014 г.)

## ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ LTHMD 800-3P CO

Данный аппарат (рис. 13) предназначен для перевода цепей питания тягового двигателя от тягового преобразователя к подкузовным розеткам питания при вводе электровоза в депо. Устройство LTHMD 800-3P CO состоит из двигателя с валом, трех главных контактов с выводами 7, установленными между изоляционными боковинами 6 и монтажным основанием 5. На валу привода 3 расположены две кулачковые шайбы 2, переключающие четыре блокировочных контакта 1. На перегородке закреплен разъем цепи управления 4.

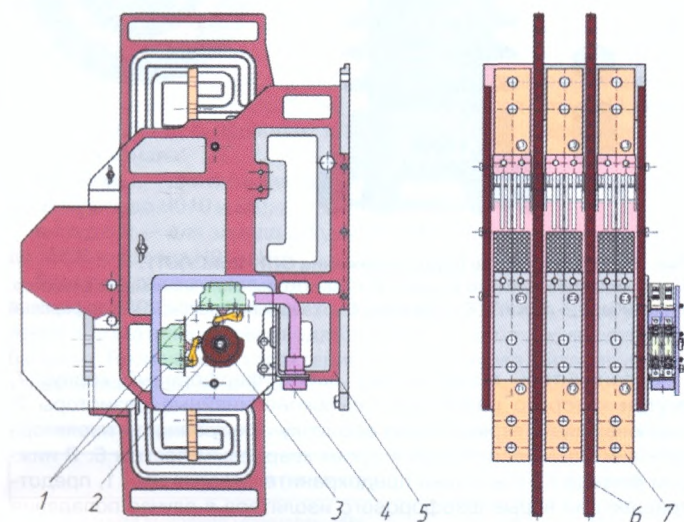


Рис. 13. Переключатель LTHMD 800-3P CO:

1 — вспомогательные контакты; 2 — кулачковые шайбы; 3 — вал привода; 4 — разъем цепи управления; 5 — монтажное основание; 6 — изоляционные боковины; 7 — выводы главных контактов

Замыкание и размыкание главных контактов с одновременным переключением блокировочных обеспечивается вращением вала двигателя постоянного тока. Направление переключения главной цепи (замыкание или размыкание) определяется полярностью питающего напряжения, подводимого к двигателю через разъем 4. Технические характеристики переключателя приведены в табл. 6.

Таблица 6

### Технические характеристики переключателя

Наименование параметра	Значение
Род тока	переменный, 50 Гц; постоянный
Номинальное напряжение, В	3000
Максимальное напряжение на контактах, В	4000
Номинальный ток, А	800
Число замыкающих контактов, шт.	3
Управление	электродвигатель

**Электромагнитные контакторы C163C/110 EV-R1, C164C/110 EV-R1, C163H/110 EV-R1.** Контактры C163C, C164C предназначены для включения катушки быстродействующего выключателя, кондиционера, источника питания электропневматического тормоза. Контактр C163H служит для включе-

Таблица 7

### Технические характеристики контакторов

Наименование параметра	Значение для контакторов типа		
	C163C	C163H	C164C
Род тока	постоянный		
Номинальный ток, А	80	140	
Номинальное напряжение, В	110		
Число контактов: замыкающих размыкающих	1	1 1	1
Механическая износостойкость, циклов	3 млн.		

ния разъединителя токоприемника и переключателя рода тока. Технические характеристики контакторов приведены в табл. 7.

Контакторы C164C, C163C (рис. 14) имеют одну пару силовых контактов, а C163H две пары: одну — размыкающую без системы дугогашения, вторую — замыкающую с системой дугогашения. Контактр состоит из пластмассового корпуса 4, катушки 2, намотанной на сердечник, скобы магнитопровода 6, якоря, контактной системы, крышки 10 и отключающей пружины, размещенной внутри сердечника катушки. В верхней части корпуса с двух сторон расположены два магнита 9 системы дугогашения.

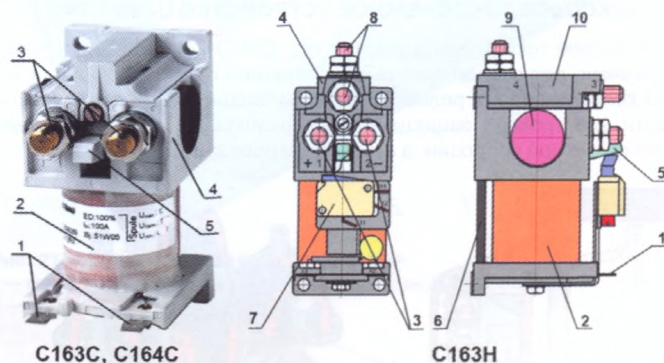


Рис. 14. Контактры C163C, C164C и C163H:

1 — выводы катушки; 2 — катушка; 3 — выводы замыкающих контактов; 4 — корпус; 5 — траверса; 6 — скоба; 7 — блокировочные контакты; 8 — выводы размыкающих контактов; 9 — магнит; 10 — крышка

Контактная система состоит из траверсы 5, подвижного контактного мостикового типа и контактной пружины, установленных на траверсе, неподвижных контактов — вывода 3 (замыкающих контактов) и вывода 8 (размыкающих контактов). В нижней части корпуса имеются два вывода 1 катушки, которые шунтируются защитной цепочкой для снижения перенапряжений. Контактры оборудованы блокировочными контактами 7.

**Электромагнитные контакторы LC1-D386FD, LC1-D50A6FD, LC1-F150.** Аппараты LC1-D386FD предназначены для включения:

- вентиляторов тяговых двигателей;
- вентиляторов блоков тормозных резисторов;
- вентиляторов блоков охлаждения;
- маслососов тягового трансформатора;
- жидкостных насосов блоков охлаждения;
- вентиляторов надува кузова.

Контактр LC1-D50A6FD служит для включения блока питания цепей управления (БПЦУ). Контактр LC1-F150 предназначен для

## Технические характеристики контакторов

Наименование параметра	Значение для контакторов типа		
	LC1-D386 FD	LC1-D50A6FD	LC1-F150
Род тока	переменный		
Номинальное напряжение, В	380		
Номинальный ток, А	38	50	150
Питание цепей управления, В	110 постоянного тока		

включения компрессора. Технические характеристики контакторов приведены в табл. 8.

Контакторы LC1-D386FD, LC1-D50A6FD и LC1-F150 (рис. 15) представляют собой трехполюсные контакторы переменного тока. Выводы 2 главной цепи используют для непосредственного подключения проводов внешнего монтажа. Провода фиксируются при помощи винтов. Управление контакторами осуществляется подачей питания на выводы 3 катушек А1 («плюс»), А2 («минус»).

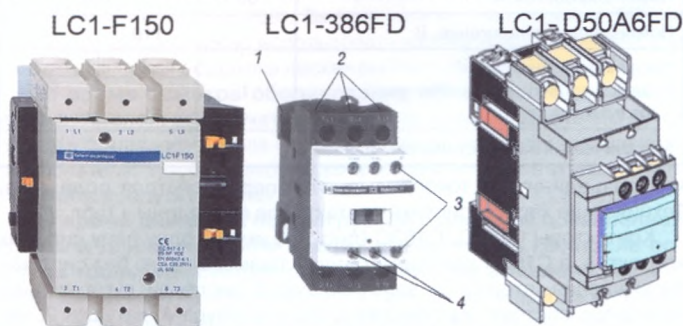


Рис. 15. Контакторы LC1-D386FD, LC1-D50A6FD, LC1-F150:

1 — места крепления; 2 — выводы главной цепи; 3 — выводы катушки; 4 — выводы блокировочных контактов

## БУКВОВОЕ ТОКОСЪЕМНОЕ УСТРОЙСТВО UZB90-24U1

Буксовое токосъемное устройство UZB90-24U1 (рис. 16) предназначено для отвода тока высоковольтной цепи электровоза через колесную пару в рельс. Тем самым подшипники механической части электровоза защищаются от разрушающего воздействия электрической коррозии, а кузов электровоза заземляется.

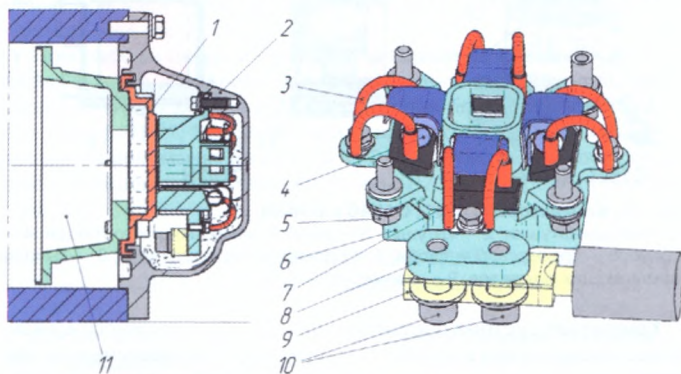


Рис. 16. Буксовое токосъемное устройство UZB90-24U1:

1 — контактный диск; 2 — корпус; 3 — медный шунт; 4 — спиральные пружины; 5 — болт; 6 — щеткодержатель; 7 — щетки; 8 — выступ щеткодержателя; 9 — наконечник кабеля; 10 — болт; 11 — фиксатор диска

Оно состоит из корпуса 2 с расположенным в нем щеткодержателем 6 и контактного диска 1 с фиксатором 11. В щеткодержателе 6 установлены четыре электрические щетки 7 размерами 40×20 мм, подпружиненные спиральными пружинами 4, подсоединенные к щеткодержателю гибкими медными проводниками 3.

Внешнее электрическое соединение достигается закреплением наконечника кабеля 9 двумя болтами 10 на выступе 8 щеткодержателя 6. Щеткодержатель прикреплен болтами 5 к корпусу 2. Контактный диск 1 выполнен из бронзы для уменьшения силы трения и износа электрических щеток 7. При движении электровоза он поворачивается вместе с осью колесной пары.

Буксовое токосъемное устройство создает устойчивый контакт между щетками 7 и контактным диском 1. Это предотвращает протекание по подшипнику буксы тока, способного вызвать электрическую коррозию. Потребляемый электровозом ток передается по цепи «кабель — щетки 7 — контактный диск 1 — ось колесной пары — колесо — рельс». Номинальный ток, проходящий через токосъемное устройство при движении электровоза со скоростью не менее 80 км/ч, — 900 А.

## ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

На электровозе применены ограничители перенапряжения ОПН-25М УХЛ1, ОПН-3,3Э УХЛ1 и ОПН-II-3 УХЛ2.

**Нелинейный ограничитель перенапряжений ОПН-25М УХЛ1** (рис. 17) предназначен для защиты электрооборудования электровоза от атмосферных и коммутационных перенапряжений при работе на переменном токе частотой 50 Гц с номинальным напряжением 25 кВ.

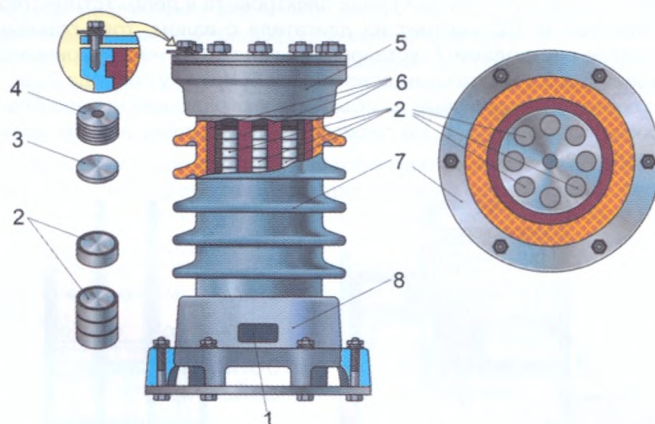


Рис. 17. Ограничитель перенапряжения ОПН-25М УХЛ1:

1 — предохранительный клапан; 2 — высокоомный нелинейный резистор; 3 — шайба; 4 — гайка; 5, 8 — фланцы; 6 — кварцевый песок; 7 — фарфоровый корпус

Ограничитель представляет собой фарфоровый корпус 7, внутри которого размещены высокоомные нелинейные резисторы 2, заключенные в герметичную оболочку. Внутренность изолятора дополнительно заполняется сухим кварцевым песком 6. В нижнем фланце 8 установлен предохранительный клапан 1, предотвращающий взрыв фарфорового изолятора в случае попадания влаги.

При появлении опасного для оборудования перенапряжения через ограничитель протекает значительный импульсный ток. В результате величина перенапряжения снижается до уровня, безопасного для изоляции защитного оборудования.

**Ограничители перенапряжений ОПН-3,3Э УХЛ1 и ОПН-II-3 УХЛ2.** Эти устройства имеют одинаковую конструкцию. Они предназначены для защиты от коммутационных и атмосферных перенапряжений следующего электрооборудования:

- ОПН-3,3Э УХЛ1 — электровоза постоянного тока;
- ОПН-II-3 УХЛ2 — пассажирских вагонов при подключении ОПН к отопительной обмотке тягового трансформатора электровозов переменного тока.

Ограничитель перенапряжения ОПН-1,28 УХЛ2 (рис. 18) выполнен в виде блока параллельно соединенных оксидно-цинковых резисторов с высокоомной вольтамперной характеристикой, заключенных в герметичную оболочку. Блок размещен в фарфоровом корпусе 2. Основание 1 корпуса имеет предохранительный клапан, который при повреждении внутри ограничителя исключает повышение давления до значений, вызывающих взрыв корпуса.

При появлении опасного для оборудования перенапряжения через ограничитель протекает значительный импульсный ток. В результате величина перенапряжения снижается до уровня, безопасного для изоляции защищаемого оборудования.

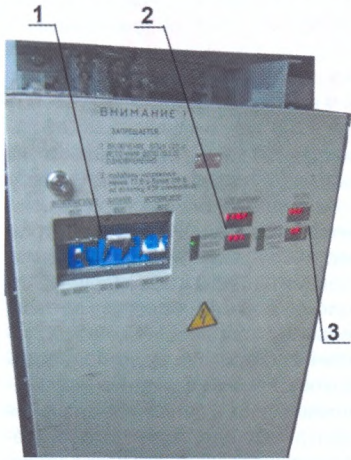


Рис. 18. Ограничитель перенапряжения ОПН-1,28 УХЛ2:

1 — основание; 2 — фарфоровый корпус; 3 — зажим

## ПИТАНИЕ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

Для питания цепей управления локомотивом установлено несколько источников питания цепей управления.



**Рис. 19. Блок питания цепей управления У5:**  
1 — выключатели блока; 2 — цепи управления (напряжение, ток); 3 — батарея (напряжение, ток)

В штатном режиме работы ИПЦУ У5 получает питание 380 В от первого канала вспомогательного блока У4 через контактор КМ11 по проводам С141, С241, С341. Блок имеет два выходных канала:

первый — для питания цепей управления напряжением  $110 \pm 5,5$  В (провода Н010 и Е0);

второй — для заряда аккумуляторной батареи напряжением до 155 В (провода Н01 и Н05).

В случае отключения контактора КМ11 или исчезновения напряжения 380 В, поступающего на ИПЦУ (БПЦУ) У5, цепи управления автоматически переводятся на питание от аккумуляторной батареи. Технические характеристики источника питания цепей управления приведены в табл. 9.

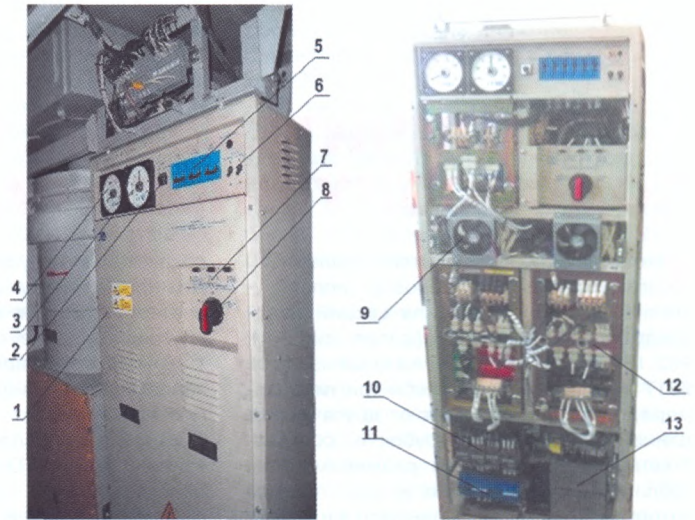
Таблица 9

### Технические характеристики источника питания цепей управления

Наименование параметра	Значение
Номинальная выходная мощность, кВт	21,6
Охлаждение	воздушное, принудительное
Линейное напряжение (вход 1), В	трехфазное, 380
Постоянное напряжение источника депо (вход 2), В	77 — 137,5
Выходное напряжение постоянного пульсирующего тока (выход 1, питание ЦУ, провода Н010 и Е0), В	$110 \pm 5,5$
Диапазон рабочего тока, А	2 — 140
Выходное напряжение постоянного пульсирующего тока (выход 2, зарядка АБ, провода Н01 и Н05), В:	
при температуре окружающего воздуха «плюс 50 °С;	133,4
при температуре 0 °С;	142,6
при температуре минус 50 °С;	156,4

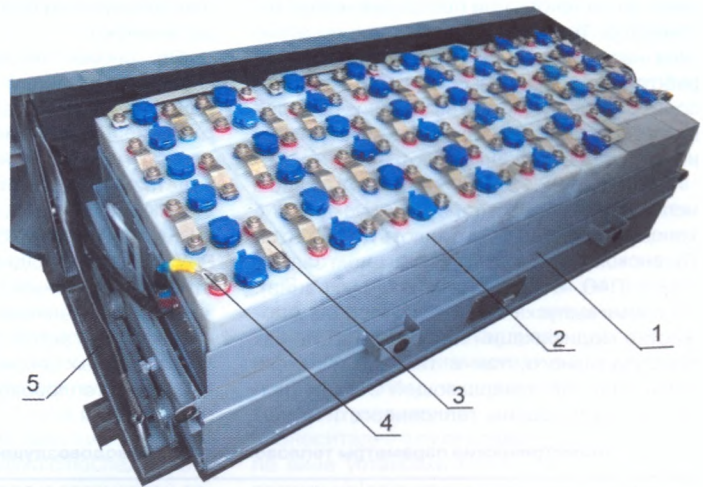
**Аккумуляторная батарея G1 + G2 (рис. 21).** Она состоит из 92 щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов KL-125P, установленных в двух металлических ящиках 1. В каждом из них размещены 46 аккумуляторов 2. На дне тележки уложены прокладки из щелочестойкой резины.

При техническом обслуживании батареи тележку выкатывают на открытую горизонтально крышку 5. Чтобы отводить образующиеся при работе газы, в верхней части ящика вварены трубки с грибками. Для забора вентилярующего воздуха на торцевых стенках ящика имеются отверстия, которые в зимнее время закрывают крышками во избежание попадания снега. Тележка и внутренняя поверхность ящика окрашены химически стойкой эмалью. Каждый аккумулятор изготовлен в пластмассовом баке. Технические характеристики аккумуляторной батареи приведены в табл. 10.



**Рис. 20. Источник питания цепей управления:**

1 — щит; 2 — переключатель отображаемых параметров; 3 — амперметр; 4 — вольтметр; 5 — автоматические выключатели цепей постоянного тока; 6 — автоматические выключатели вспомогательных источников питания; 7 — светодиодные индикаторы; 8 — рубильник выбора режима работы; 9 — вентиляторы; 10 — контакторы КМ3 — КМ6; 11 — автоматические выключатели QF1 — QF4; 12 — модуль А9; 13 — конвертеры А1, А2



**Рис. 21. Аккумуляторная батарея KL-125P:**

1 — ящик; 2 — элемент аккумуляторной батареи; 3 — перемычка; 4 — вывод; 5 — крышка

Таблица 10

### Технические характеристики аккумуляторной батареи

Наименование параметра	Значение
Номинальная емкость, А·ч	125
Номинальное напряжение, В	110
Масса, кг	577
Применяемый электролит при температуре от +35 до -20 °С: Водный раствор гидрата окиси калия с добавкой 20 г/л гидроокиси лития	Плотность 1,19 — 1,21

Кроме того, на локомотиве имеются источники питания А27 и А28 для снабжения потребителей электроэнергии напряжением 12 В, А43 и А44 — для питания оборудования напряжением  $24 \pm 1,2$  В в кабинах машиниста, а также источники А109 и А110, питающие блоки системы управления напряжением  $50 \pm 2,5$  В.

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



# ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ СЕКЦИЙ ВОДОВОЗДУШНОГО РАДИАТОРА ТЕПЛОВЗОВ

**В** охлаждающих устройствах (далее ОУ) отечественных тепловозов используются в основном три типа секций водовоздушного радиатора (далее секций): Р62.131.000, 9717 и 7317. Каждый из типов 7317 и 9717 включает в себя три типоразмера, отличающихся друг от друга только длиной охлаждающих трубок и, соответственно, установочными размерами (см. таблицу). В охлаждающих устройствах некоторых тепловозов используются и другие типы секций, однако доля таких тепловозов в общем объеме незначительна, и нет необходимости заострять на них внимание.

Типы отличаются друг от друга формой сечения трубки и шагом расположения пластин. Типы Р62.131.000 и 9717 (их называют еще «водяные» секции) используются, в основном, при постройке новых тепловозов. Тип 7317 (нередко секции этого типа называют «унифицированными») разработан как ремонтный, и чаще всего используется для замены вышедших из строя штатных секций при проведении капитально-восстановительных работ.

Секция Р62.131.000 в оригинальном исполнении разработана и выпускалась с конца 60-х годов XX века вплоть до 2012 г. на Луганском тепловозостроительном заводе (ныне ПАО «Лугансктепловоз», Украина). За время выпуска секция претерпела множество модификаций и модернизаций как конструктивного, так и технологического характера. На завершающей стадии развития она по своим теплоэнергетическим

показателям не уступала и даже во многом превосходила известные зарубежные аналоги. С 2012 г. выпуск секций на ПАО «Лугансктепловоз» прекращен.

В настоящее время под этим обозначением изготавливаются секции на других предприятиях и, прежде всего, на ООО «Завод теплообменного оборудования» (далее ЗТО), г. Минск, Республика Беларусь; ООО «Ижевский радиаторный завод» (далее ИРЗ), г. Ижевск; ОАО «Шадринский автоагрегатный завод» (далее ШААЗ), г. Шадринск и др. И если по основным параметрам секция Р62.131.000 производства ЗТО близка к оригиналу, то одноименные секции производства ИРЗ и ШААЗ ничего общего, за исключением габаритных и присоединительных размеров, с используемым брендом секций радиатора не имеют.

По своим теплоэнергетическим показателям секции последних производителей значительно уступают оригиналу. Справедливости ради следует признать, что секции Р62.131.000 производства ИРЗ имеют второе обозначение — СРКР.387581.012, а производства ШААЗ — дополнительную букву в обозначении — Р62.131.000Ш. Однако для потребителя эти отличительные уловки зачастую остаются незамеченными. В настоящей работе не предполагается обсуждение недостатков указанных секций, так как их применение в ОУ тепловозов требует отдельного обоснования.

Секции типа 9717 изготавливаются на ОАО «Ишимский механический завод» (ИМЗ), г. Ишим. По своим геометрическим и теплоэнергетическим параметрам типоразмер 9717.000 близок к оригинальной секции Р62.131.000. Отличается от нее только формой боковых щитков. Незначительное, казалось бы, конструктивное отличие на самом деле привело к заметным отклонениям основных параметров и, прежде всего, к снижению значения коэффициента теплопередачи и повышению аэродинамического сопротивления. Таким образом, секцию 9717.000 нельзя признать полным эквивалентом секции Р62.131.000.

Следует отметить, что секция Р62.131.000 производства ЗТО по главному отличительному признаку — по форме боковых щитков — более приближена к типоразмеру 9717.000 ВП-1,2 производства ИМЗ, чем к принятому обозначению. На этом же заводе выпускается типоразмер секции с наименованием ДГ36.00.000 с характеристиками, практически повторяющими секцию 9717.100 ВП-0,8 производства ИМЗ. Поэтому в дальнейшем изложении, во избежание путаницы при сравнении, условно принято секцию Р62.131.000 производства ЗТО называть секцией 9717.000, а секцию ДГ36.00.000 — секцией 9717.100.

Геометрические параметры каждого типоразмера обоих производителей полностью идентичны. Отличия заключаются в способе соединения охлаждающих пластин с трубками: на ИМЗ используется технология окунания собранного остова в расплавленный припой с последующим встряхиванием для удаления излишек припоя, а на ЗТО используется более прогрессивная технология спекания пластин с трубками в печи, на которых предварительно была нанесена полуда. Секции типа 7317 всех типоразмеров выпускаются на ИМЗ и ЗТО. Они отличаются также способом соединения охлаждающих пластин с трубками.

Как уже отмечалось выше, каждый из типов 9717 и 7317 имеет три типоразмера: ВП-1,2, ВП-0,8 и ВП-0,5. Одинаковые типоразмеры каждого типа полностью взаимозаменяемы. Геометрические параметры типоразмеров приведены в таблице.

Обозначение ВП буквально расшифровывается как «секция водяная, изготовленная методом погружения (или окунания)», в отличие от ВС — «секция водяная, изготовленная методом спекания». Цифрами обозначены приближенные значения длин рабочей части в метрах. Такие обозначения были приняты согласно ГОСТ 20556—75 «Тепловозы. Секции водовоздушного радиатора». В указанном стандарте любому буквенному обозначению каждого типоразмера строго соответствовали геоме-

Геометрические параметры тепловозных секций водовоздушного радиатора

Наименование параметра	Значение параметра					
	9717			7317		
Тип секции	9717			7317		
Нормативный документ	ТУ 32-ЦТВР-9717-2002			ТУ 32-ЦТВР-315ф-2000		
Типоразмер	ВП-1,2 ВС-1,2	ВП-0,8 ВС-0,8	ВП-0,5 ВС-0,5	ВП-1,2 ВС-1,2	ВП-0,8 ВС-0,8	ВП-0,5 ВС-0,5
Обозначение по чертежу	9717.000	9717.100	9717.200	7317.000	7317.100	731.200
Ширина секции, мм	154					
Глубина секции, мм	186					
Рабочая длина трубок, мм	1204	850	535	1204	850	535
Установочный размер, мм	1356 ± 1	1000 ± 1	686 ± 1	1356 ± 1	1000 ± 1	686 ± 1
Количество трубок	68					
Шаг пластин, мм	2,3			2,83		
Количество пластин	520 ± 10			420 ± 10		
Толщина пластины, мм	0,1*					
Сечение фронта для прохода воздуха, м <sup>2</sup>	0,1854	0,1309	0,0824	0,1854	0,1309	0,0824
Форма сечения трубки	плоско-овальная					
Длина овала, мм	19			17,5		
Ширина овала, мм	2,2			4		
Толщина стенки трубки, мм	0,55*					
Живое сечение трубок для прохода воды, м <sup>2</sup>	0,00132*			0,00310*		
Поверхность охлаждения со стороны воздуха, м <sup>2</sup>	29	20	13	21	14	9

Звездочкой в таблице отмечены значения параметров, установленных первичной конструкторской документацией на соответствующие типы и типоразмеры

трические и технические характеристики изделий. Это позволяло проектировщику осмысленно выбирать как продукцию, так и производителя.

После отмены документа в 1987 г. производителями тепловозных секций (ЗТО и ИМЗ) был проведен ряд модернизаций и модификаций. В настоящее время с формальной точки зрения ни один из типоразмеров, выпускаемых как ЗТО, так и ИМЗ, не соответствует ранее принятым в ГОСТе обозначениям. Да и практическая сторона вопроса также вызывает определенные затруднения. Так, сегодня пользоваться техническими характеристиками секций типов ВП и ВС, приведенными в справочниках и каталогах, нужно весьма и весьма аккуратно. Тем не менее, авторы статьи будут придерживаться установившихся традиций в обозначении секций. Таким образом, в обозначении секции производства ИМЗ по праву введена приставка ВП, а в обозначение секции производства ЗТО должна быть введена приставка ВС.

**В** последние годы на ИМЗ и ЗТО наметилась тенденция модернизации указанных типоразмеров с целью снижения веса и себестоимости изделий за счет утончения пластин и охлаждающих трубок секций. Например, извещениями № 7317.4 от 10.02.2010 г., № 7317.6 от 20.10.2010 г. и № 9717.6 от 20.10.2010 г. в технические условия на поставку были внесены изменения в конструкторские документации на соответствующие типоразмеры, допускающие изготовление секций с толщиной охлаждающей пластины 0,08 вместо 0,1 мм и толщиной стенки охлаждающей трубки 0,4 вместо 0,55 мм. Это позволило заметно снизить расход цветного металла при изготовлении радиаторов.

В то же время, указанные изменения конструктивных параметров неизбежно повлекли за собой изменение основных потребительских качеств секций. Утончение толщины охлаждающей пластины привело к снижению КПД ребра и снижению ее теплорассеивающей способности, а изменение размеров трубки при сохранении наружных параметров (это наименее затратный способ снижения веса секции) привело к увеличению живого сечения для воды (для секций типа 9717 — на 29 %, а секций типа 7317 — на 12 %). Последнее, в свою очередь, повлияло на снижение скорости воды в трубках и, как следствие, понизило теплорассеивающую способность радиатора, работающего в ОУ тепловозов.

При этом секции типоразмера 9717.000 с увеличенным сечением для воды, установленные, например, в ОУ тепловоза 2ТЭ116, теряют по расчетной оценке более 4 % своей теплорассеивающей способности. Этот факт обычно умалчивается при проведении модернизаций указанных типов секций, а признаки отличий у секций с разными толщинами стенок охлаждающих трубок отсутствуют.

Потеря теплорассеивающей способности в размере 4 % — много это или мало? Если сравнивать ее со значениями фактических потерь охлаждающих устройств тепловозов, наблюдаемые в эксплуатации, то они являются пренебрежимо малыми. Но при проектировании ОУ нового тепловоза учет пониженной теплорассеивающей

способности секций радиаторов на 4 % неизбежно приведет к завышению мощности привода вентиляторных установок (ВУ) более чем на 20 %. Неучет этого отклонения может привести к невозможности выполнения требований технического задания на тепловоз со всеми вытекающими последствиями.

Следует отметить, что повышение мощности привода ВУ на 20 % существенно увеличивает стоимость такого ОУ и не всегда возможно по массо-габаритным ограничениям в стесненных условиях компоновки ОУ тепловоза. Эта проблема особенно актуальна при проектировании ОУ с асинхронными электродвигателями для привода ВУ в сочетании с преобразователями частоты вращения для плавного регулирования их производительности.

Нельзя не учитывать и тот факт, что эксплуатационные расходы на функционирование ОУ, выражаемые в дополнительном расходе топлива дизель-генераторной установки тепловоза для компенсации затрат мощности на привод ВУ, в существенной степени зависят от уровня теплорассеивающих способностей радиаторных секций. Применительно к тепловозу 2ТЭ116 потеря 4 % теплорассеивающей способности равноценна перерасходу топлива от 2 до 6 т в год на тепловоз в зависимости от текущего технического состояния секций (загрязнения).

За время жизненного цикла секции (в среднем приблизительно 10 лет) только за счет утончения толщины трубки каждая из 80 радиаторных секций тепловоза 2ТЭ116 перерасходует приблизительно по 800 кг топлива, что сопоставимо с расходами на приобретение новой секции с прежней толщиной трубки. Кроме того, пониженная теплорассеивающая способность секций влечет за собой увеличение риска перегрева теплоносителей дизеля в пути следования тепловоза с составом в условиях экстремально высоких температур атмосферного воздуха с последующим сбросом нагрузки дизеля и остановкой тепловоза. И хотя степень увеличения риска относительно небольшая, экономические последствия от такого события очень существенны и должны учитываться при принятии решения о модернизации секции радиатора.

Оппоненты могут возразить авторам и привести аргумент, что увеличенное сечение трубок для прохода воды позволяет снизить скорость их загрязнения продуктами коррозии и накипи в водяных системах охлаждения дизелей в межремонтный период эксплуатации. Это, в свою очередь, не только не увеличивает, а наоборот, существенно снижает вероятность перегрева теплоносителей, а также сокращает среднеэксплуатационные затраты топлива на привод ВУ.

За примером далеко ходить не надо. Секции типа 7317 имеют существенно большее сечение для воды, чем модернизированная 9717, но это не мешает использовать такие секции в эксплуатации. Фактов перегрева теплоносителей из-за замены штатных секций типа Р62.131.000 на менее эффективные 7317.000 в эксплуатации не отмечено. В настоящее время ОУ эксплуатируемого парка тепловозов

всех типов укомплектованы секциями обоих наименований в соотношении приблизительно два к одному в пользу секций типа 7317.

С таким аргументом нельзя не согласиться. Действительно, в части потребительских свойств у эксплуатационных и ремонтных служб нареканий к секциям типа 7317 несоизмеримо меньше, чем к более эффективным секциям типа 9717. Объяснение этому лежит на поверхности — секции типа 7317 менее склонны к загрязнению в межремонтный период и легче поддаются промывке при проведении восстановительных работ.

Однако указанные преимущества не учитывают экономический фактор, связанный с особенностями эксплуатации тепловозов. А действительность заключается в том, что при использовании секций 7317 вместо 9717 в зависимости от технического состояния (загрязнения) обоих типов перерасход топлива на привод ВУ тепловоза 2ТЭ116 в денежном эквиваленте составит от 200 до 400 тыс. руб. в год, что соизмеримо со стоимостью целого комплекта секций радиатора.

Потери достаточно ощутимые, но они, как правило, зачастую остаются незамеченными и списываются на плохую топливную экономичность работы дизель-генераторной установки тепловоза. Другими словами, по комплексному показателю экономически целесообразнее раз в два года заменять загрязненные секции типа 9717 на новые такого же типа, чем устанавливать менее склонные к загрязнению секции типа 7317 и их обслуживать в течение последующего срока службы тепловоза.

Видимые разовые затраты не должны вводить в заблуждение — невидимые потери, постепенно накапливающиеся в течение года, несоизмеримо выше. А если добавить к этому ожидаемые потери, связанные с увеличением риска перегрева теплоносителей в пути следования тепловоза по вине установки менее эффективных и потому не расчетных секций водовоздушного радиатора, то целесообразность замены типа 9717, предусмотренного проектом на тепловоз 2ТЭ116, на секции типа 7317 очень и очень сомнительна.

Следует оговориться, что выводы, сделанные авторами на базе анализа широкого спектра результатов расчетных и экспериментальных исследований охлаждающего устройства тепловоза 2ТЭ116, могут быть диаметрально противоположны для других типов тепловозов. Например, для маневрового тепловоза ТЭМ18Д, у которого режимы загрузки силовой установки существенно отличаются от магистрального локомотива и у которого изначально при проектировании заложены избыточные запасы по теплорассеивающей способности охлаждающего устройства, применение секций типа 7317 вместо 9717 не только оправдано, но даже предпочтительно. Тем более, что для такого тепловоза будет лучше использовать секции типа 9717 с утонченной трубкой и увеличенным сечением для воды. Такая секция сочетает в себе преимущества обоих типов в части обеспечения высоких теплоаэродинамических параметров и пониженную склонность к засорению внутренних полостей трубок.



на дорогах СНГ

## ЭЛЕКТРОВОЗ KZ4A: 10 ЛЕТ УСПЕШНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

22 июля 2014 г. исполняется 10 лет со дня начала регулярной эксплуатации на Казахской железной дороге (Национальная компания «Қазақстан темір жолы») электровозов нового поколения с асинхронным приводом KZ4A. Поводом к их созданию стала необходимость иметь пассажирский локомотив для вождения скоростного испанского пассажирского поезда «Talgo 200» со скоростями до 200 км/ч между бывшей столицей Казахстана г. Алматы и нынешней столицей г. Астана.

Предварительно специалисты Департамента технической политики АО «Локомотив» (дочернее предприятие национальной компании — оператор локомотивной тяги) и Научно-исследовательского центра «Қазақстан темір жолы» в 2003 г. разработали технические требования к новому локомотиву. Проект получил рабочее название «KZ4A», где KZ по международной классификации означает «Казахстан», 4 — число осей, буква A указывает на асинхронный тяговый привод.

При выборе завода-изготовителя рабочая группа руководствовалась тремя основными требованиями: первое — необходимость реализации передовых технологий при проектировании, второе — степень соответствия предъявленных требований к локомотиву в процессе его проектирования и производства, третье — уровень подготовки производства к сервисному обслуживанию в течение всего жизненного цикла локомотивов.

По результатам конкурса в качестве поставщика пассажирских электровозов была выбрана Чжучжоуская электровозостроительная компания (ЧЧЭК) из Китая совместно с фирмой «Siemens AG».

В марте 2004 г. на станцию Алматы I прибыли три новых локомотива KZ4A № 0001 — 0003. После проведения пуско-наладочных работ новые машины были приняты в эксплуатацию. Для обслуживания участка Алматы — Астана отобраны опытные машинистов из депо Алматы, Астана, Караганда, Сары-Шаган, Чу, которые прошли обучение на заводе-производителе. В декабре 2006 г. поступили еще два электровоза KZ4A № 0004 и 0005.

За 10 лет эксплуатации электровозов серии KZ4A можно отметить несколько наиболее интересных случаев, повлекших неисправности. Так, на первых электровозах был обнаружен пробой ротора тяговых двигателей. Его причиной стал прогар в узких местах пайки соединения «беличьего колеса» с торцевым кольцом. Конструкционная недоработка была устранена при проведении планового технического обслуживания силами завода-изготовителя и ремонтного предприятия.

Статистика отказов электрического оборудования за 2004 — 2008 гг. свидетельствовала о довольно частых пробоях тиристоров типа GTO. Как показала практика, преобразователи данного типа имеют очень низкие показатели надежности. Также были выявлены случаи ложных срабатываний клапанов избыточного давления масла в тяговом трансформаторе.

Причиной срабатывания данного устройства стало влияние резко континентального климата Казахстана: в весенне-осенний период в г. Астана температура может достигать минус 25 °С, а в г. Алматы — плюс 30 °С. В результате перепадов температуры происходил резкий перегрев или переохлаждение трансформаторного масла, из-за которого образовывалось избыточное давление в насосе. Чтобы устранить этот недостаток, заменили клапан избыточного давления и отрегулировали его срабатывание на более низкую температуру.

В целом внедрение современных электровозов KZ4A потребовало от смежных департаментов «Қазақстан темір жолы» пересмотреть ряд требований к контактному

проводу, состоянию пути и стрелочным переводам. После этого в 2009 г. было решено приобрести дополнительно 20 электровозов серии KZ4A. Однако с учетом опыта эксплуатации обязательным требованием к новым локомотивам стало поосное регулирование силы тяги и использование преобразователей на транзисторах IGBT.

Готовые электровозы из новой партии получили серийное название KZ4A<sup>C</sup>, где индекс «С» был взят по аналогии с электровозом ВЛ80С. Отличительная маркировка говорила о том, что в электровозах имеются двухуровневые инверторы на транзисторах IGBT.

Локомотивы новой серии оснастили рядом новшеств. Так, на них установили «родные» асинхронные двигатели мощностью 1200 кВт компании «Siemens», характеристики которых схожи с аналогичными показателями электрических машин, которые установлены на локомотивах Группы «Синара». Замечания машинистов по эргономике приборов контроля и управления в кабине машиниста были также учтены при создании обновленных машин. Кроме того, были внесены изменения в пневматическую схему. Напомним, что механическую часть и все несущие конструкции корпуса изготавливали на ЧЧЭК, а остальная начинка была полностью заменена оборудованием фирмы «Siemens».

В качестве эксперимента летом 2010 г. на участке Караганда-Сортировочная — Астана электровоз KZ4A<sup>C</sup> провел 30-вагонный грузовой состав массой 2000 т. Технические характеристики электровоза приведены в таблице, тяговые, тормозные

Да и снижение веса секции — немаловажный фактор.

Следует признать, что вес секции типоразмера ВП 1,2 обоих типов очень высокий: секция 9717.000 весит 42 кг, а секция 7317.000 — 46 кг. Это обстоятельство в сочетании с длиной секции создают определенные трудности при монтаже или демонтаже из ОУ тепловоза. При проведении ремонтных работ с заменой единичных секций такие операции производятся, как правило, силами двух-трех человек. Снижение веса секции всего на 3... 5 кг позволит значительно сократить трудоемкость указанных и других видов ремонтных работ.

Таким образом, авторы ни в коем случае не считают мероприятия по снижению

веса секций, проводимые на ИМЗ и ЗТО, ошибочными. Наоборот, проведение таких мероприятий давно назрело и не осуществлялось ранее из-за ограниченных технологических возможностей указанных заводов. Однако авторы считают, что модернизированные секции должны иметь отличительные признаки, а их измененные основные параметры (зависимости коэффициента теплопередачи, аэродинамического и гидравлического сопротивлений от расходов теплоносителей) должны быть внесены во все справочники и руководящие материалы.

Из изложенного можно сделать три основных вывода. Во-первых, любая модернизация секций водовоздушного радиатора должна быть экономически обоснована

не только с учетом снижения себестоимости изделия, но и с учетом всего жизненного цикла секции в условиях эксплуатации того или иного типа тепловоза. Во-вторых, модернизируемые варианты должны иметь отличительный идентификационный признак. Третий вывод является зеркальным отражением первого: любая замена секций водовоздушного радиатора на существующем типе тепловоза должна быть экономически обоснована с учетом среднеэксплуатационных условий его работы.

**В.И. ГОРИН,**

старший научный сотрудник  
ОАО «ВНИИЖТ»

**А.В. ГОРИН,**

младший научный сотрудник



### Основные характеристики электровозов KZ4A и KZ4AC

Тип электровоза	KZ4A	KZ4AC
Серийные номера	0001 — 0005	0006 — 0027
Род службы	Пассажирское движение	
Номинальное напряжение	25 кВ, 50 Гц	
Формула ходовой части	$2_0-2_0$	
Передаточное отношение	107/17	89/23
Нагрузка на ось, кН (тс)	201,1 (20,5)	209,7 (21,375)
Масса электровоза с 2/3 запаса песка, т	82	85,5
Высота оси автосцепки от уровня головки рельса при новых цельнокатаных колесах, мм	1 040 — 1 080	
Высота от уровня головки рельса до рабочей поверхности полоза токоприемника, мм: в опущенном положении в рабочем положении	4 640 5 500 — 7 000	
Диаметр колеса по кругу катания, мм	1 250	
Мощность, кВт: часовой режим продолжительный режим	4 800 4 680	
Сила тяги, кН: часовой режим продолжительный режим	264 206	
Скорость, км/ч: часовой режим продолжительный режим	84 84	
Конструкционная скорость, км/ч	210	
Коэффициент мощности продолжительного режима на последней позиции	0,95	
Электрическое торможение	Рекуперативное	

и токовые характеристики локомотива — на рис. 1.

В кабине машиниста имеются два рабочих места для машиниста (рис. 2) и его помощника. За креслом помощника имеется откидное сидение для инструктора или дублера. Рабочий стол помощника машиниста практически пуст, основные приборы контроля и безопасности расположены со стороны машиниста.

Бортовая компьютерная система «Sibas 32» отражает все параметры электровоза, а также показывает состояние узлов и агрегатов с возможными причинами неисправностей (рис. 3). Силовой вольтметр отображает уровень напряжения в контактной сети. Два манометра с двойными стрелками отображают показания давления в уравнительном и главном резервуарах, тормозной магистрали и в тормозных цилиндрах. На панели управления имеются контроллеры тяги и скорости, группа тумблеров, включающих компрессор, главный выключатель, токоприемники.

На электровозе используется электропневматическая система управления тормозами. По сути, как такового крана машиниста в кабине нет: вместо него установлены рукоятки управления основным (красная рукоятка) и вспомогательным кранами машиниста. На панели группы

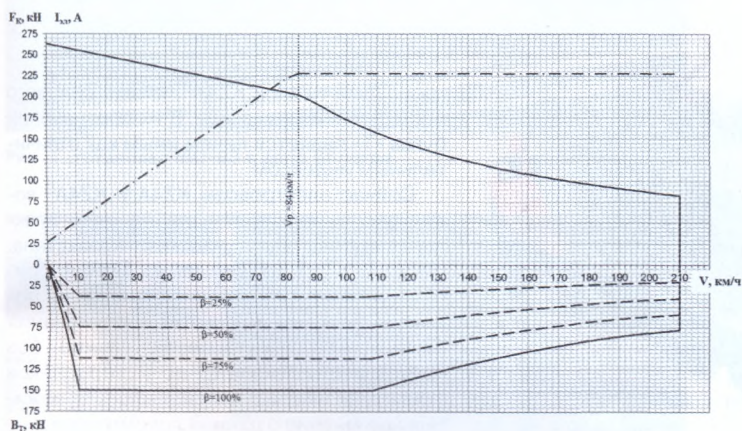


Рис. 1. Тяговые, тормозные и токовые характеристики KZ4AC:

$F_k$  — касательная сила тяги;  $I_{эл}$  — ток электровоза;  $B_T$  — сила электрического торможения (кН);  $\beta$  — процент тормозного усилия



Рис. 2. Рабочее место машиниста в кабине электровоза KZ4AC

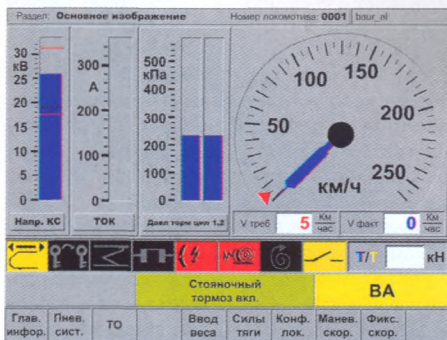


Рис. 3. Рабочие показания системы «Sibas 32»

тумблеров справа (рис. 4) имеется замок. После того как машинист вставит в него ключ, электровоз можно запустить. Ключ и съемные рукоятки всех контроллеров бригада получает от дежурного по депо перед поездкой.

За безопасность движения отвечает система КЛУБ-У. За систему учета потребления

электрической энергии отвечает система АСУЭДТ (автоматизированная система учета энергодиспетчерская — тяга). С недавних пор в кабине стали монтировать еще один монитор для отслеживания показаний энергозатрат. Также в кабине установлены электроплитка и холодильник для хранения пищи.

Вдоль всего машинного отделения имеется широкий проход (рис. 5), под полом которого уложены трубы пневматической системы и силовые кабели питания асинхронных тяговых двигателей. В центре находится раздвижная лестница, позволяющая подняться на крышу локомотива.

Тележка электровоза создана по принципу системы «Flex coil», где масса локомотива передается на раму через пружины, а тяговое усилие — через наклонную тягу, которая крепится возле трансформатора под рамой локомотива. Тормозные блоки тележки состоят из клещевого механизма, реализующего тормозное усилие о тормозной диск на колесе.

С фронтальной стороны установлены рукава пескоподачи, с центральной части возле крепления буга расположен блок очистки поверхности катания колеса, напоминающий небольшую колодочную систему. Двигатели имеют опорно-осевое подвешивание.

В тормозных блоках нет рычажных передач. Через систему труб небольшого диаметра каждый клещевой механизм имеет отдельный путь питания сжатым воздухом. Клещевой механизм имеет два режима — главный и ступенчатый.

По прогнозам специалистов «Қазақстан темір жолы», в пассажирском движении необходимы еще 90 локомотивов. Однако приобрести электровозы серий KZ4A и KZ4AC разработки «Siemens AG» больше не планируется. На смену им приходят новые электровозы KZ4AT производства компании «Alstom Transport» совместно с ОАО «Трансмашхолдинг». Конструктивно новые машины не имеют ничего общего с электровозом KZ4A.

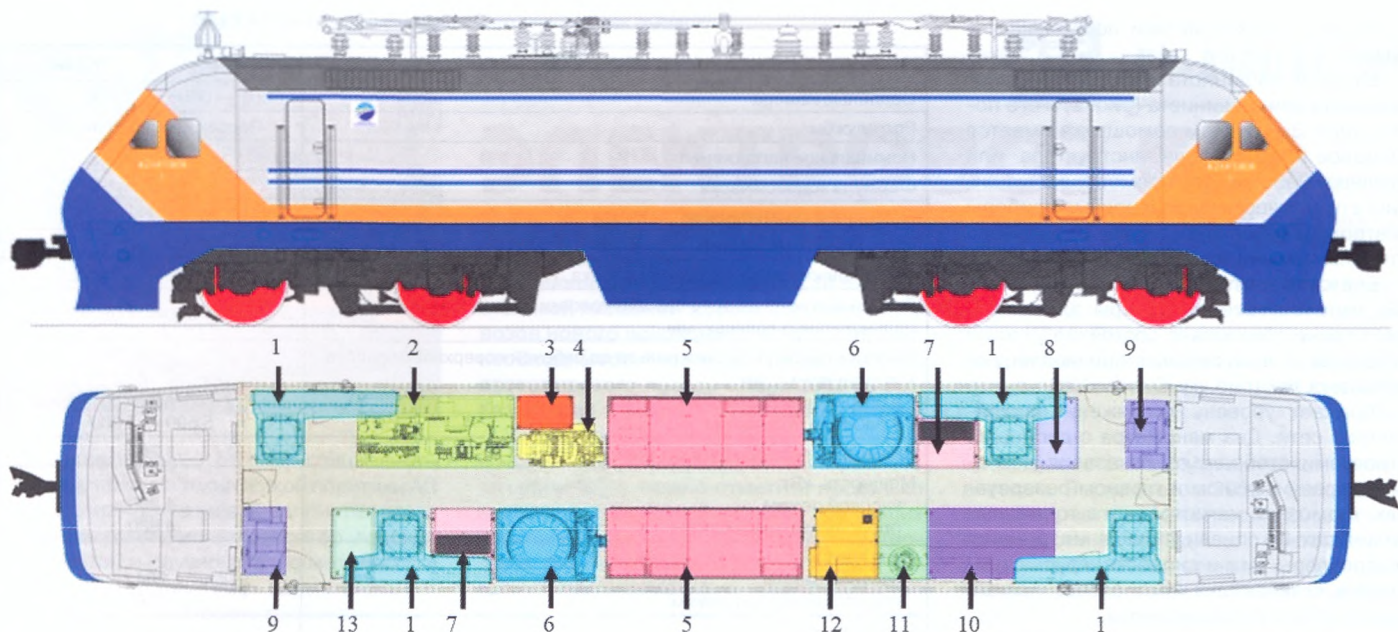


Рис. 4. Расположение оборудования на электровозе KZ4A<sup>C</sup>:

1 — тяговый вентилятор для охлаждения асинхронных тяговых двигателей; 2 — пневматическая панель системы dk-1; 3 — шкаф питания электровоза; 4 — второй компрессор; 5 — тяговый преобразователь; 6 — основной башенный охладитель (служит для воздушного и водного охлаждения узлов тяговых преобразователей); 7 — шкаф вспомогательного преобразователя; 8 — шкаф питания управления; 9 — кондиционер (контролирует микроклимат кабины машиниста); 10 — шкаф низковольтного аппарата; 11 — комплексный вентиляционный шкаф; 12 — санузел; 13 — шкаф сигналов безопасности (в нем расположен БУРТ системы КЛУБ-У и другие встроенные системы безопасности)

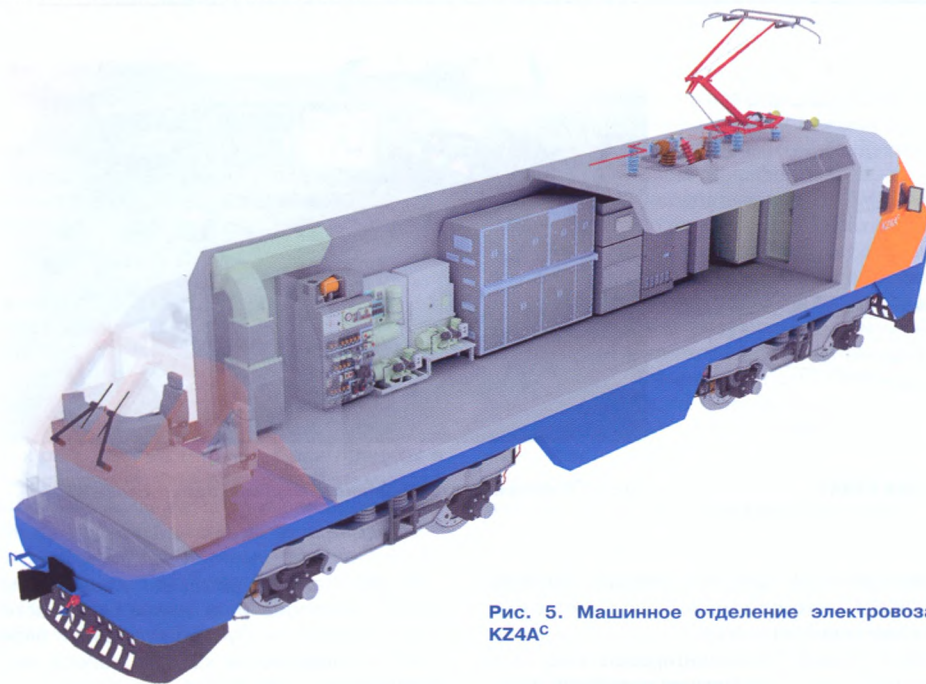


Рис. 5. Машинное отделение электровоза KZ4A<sup>C</sup>



Рис. 6. Тележка электровоза KZ4A<sup>C</sup>

тровозами KZ4A и KZ4A<sup>C</sup>, кроме силового оборудования на крыше. В их обозначении буква «Т» является ничем иным как отличительным индексом.

Сейчас электровозы KZ4A и KZ4A<sup>C</sup> водят пассажирские поезда на ряде электрифицированных участков Казахстана. Несколько поколений локомотивных бригад и ремонтного персонала овладели истинно бесценным опытом обслуживания современных электровозов. Можно без преувеличения сказать, что у сотрудников «Қазақстан темір жолы» сложилось положительное мнение о данных локомотивах.

Сегодня, когда в эксплуатацию приходят новые локомотивы, их сравнивают с электровозами KZ4A как своего рода эталоном. Электровоз KZ4A задал своего рода планку: он показал, в каких условиях должны работать локомотивные бригады, создал основу для внедрения системы сервисного обслуживания. Кроме того, внедрение нового принципа технического обслуживания способствовало отказу от планово-предупредительной системы ремонта, послужило основой улучшений в инфраструктуре, чтобы достичь среднетехнической скорости 140 км/ч.

В истории постсоветского периода развития Республики Казахстан электровоз KZ4A навсегда останется первым новым локомотивом, повлекшим кардинальные перемены на дорогах страны.

Канд. техн. наук **Б.Б. АЛЖАНОВ**,  
доцент кафедры «Локомотивы»,  
Казахская академия транспорта  
и коммуникаций им. М. Тынышпаева  
**А.М. БЕКМАГАМБЕТОВ**,  
главный инженер депо Астана,  
АО «Локомотив»

# УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**В** настоящее время при проведении ремонтных работ в локомотивном и вагонном хозяйствах железных дорог широко применяется ультразвуковое оборудование для очистки поверхностей деталей от разного рода загрязнений. Компания «Александра-Плюс» (г. Вологда) уже более 14 лет разрабатывает, изготавливает и поставляет ультразвуковые моечные установки.

Главным преимуществом поставляемого оборудования является мощное ультразвуковое воздействие. Способ удаления загрязнений основан на использовании явлений, возникающих в жидкой среде под действием интенсивных упругих колебаний высокой частоты. В результате такой очистки ответственные детали, имеющие слож-

ную геометрическую форму, а также детали с сильными загрязнениями очищаются в водных растворах технических мощных средств. Процесс очистки деталей происходит быстро, качественно, без участия ручного труда и самое главное – без использования токсичных и огнеопасных жидкостей.

ООО «Александра-Плюс» является инновационным научно-производственным предприятием. Сотрудниками фирмы ведутся все необходимые технологические и конструкторские разработки. За годы работы компанией приобретен значительный опыт изготовления оборудования для очистки самых разных типов поверхностей. Габариты деталей не имеют значения. Опытное конструкторское бюро компании разрабатывает



Рис. 1. Установка МО-93 в депо Вологда



Рис. 2. Процесс загрузки рамы тележки электровоза ВЛ80



Рис. 3. Рабочее место для ультразвуковой очистки РМ-УЗВ-7-Н-Т

ультра звуковые установки для очистки как мелких, так и особо крупных деталей самых различных форм.

В качестве примера крупногабаритного оборудования можно привести установку типа МО-93 общим объемом 13 м<sup>3</sup> (рис. 1, 2), предназначенную для очистки рам тележек электровозов серии ВЛ80. Данная установка успешно работает в локомотивных депо Вологда и Хабаровск II. Эффективность работы установки подтверждается положительными отзывами, полученными от данных предприятий.

При участии специалистов ООО «Александра-Плюс» отработана технология процессов очистки, разработаны технологические карты на промывку деталей автоматного отделения (клапанов, элементов пневмосистем, деталей редукторов и др.). Ультразвуковые ванны, такие как РМ-УЗВ-4-Н-Т (ранняя модель – ДЛК-2), РМ-УЗВ-7-Н-Т (рис. 3), МО-12 (со струйной промывкой) и др. используются в автотормозных отделениях депо для промывки клапанов, кранов машиниста, деталей редукторов и т.п.

Потребность в подобных установках растет с каждым годом. Соответствие главному требованию – качеству очистки – не вызывает сомнения. В этом уже убедились работники депо Сольвычегорск, Данилов, Череповец, Аткарск, Исакогорка, Иваново, Дно, Лунинец и др.

Компанией разработана технология очистки деталей цеха топливной аппаратуры (распылителей, фильтров и др.). Проведены работы по очистке различных типов подшипников: от 1205, 1206 до крупногабаритных типа 42428, 32424 и буксовых.

Высокая квалификация и большой опыт сотрудников предприятия позволяют разрабатывать оборудование, отвечающее всем требованиям заказчика.

Более подробную информацию о продукции компании ООО «Александра-Плюс» можно получить на сайте компании <http://www.alexplus.ru> или по телефону: (8172) 72-90-19, 72-40-88.

**Н.М. ЛЕБЕДЕВ, А.Н. АРЕФЬЕВА,  
Т.И. ЖИРНОВА, А.А. КОЛМОГОРОВ,  
ООО «Александра-Плюс», г. Вологда,  
Д.В. ЛАРИОНОВ, С.В. КРАСИЛЬНИКОВ,  
депо Вологда**



## УЧИТЫВАТЬ ТЕМПЕРАТУРУ ЭЛЕМЕНТОВ ТЯГОВОЙ СЕТИ

Протекание значительных тяговых токов по обратной рельсовой цепи постоянно вызывает необходимость учитывать при эксплуатации термическую стойкость каждого из ее элементов. Только при соответствии предельно возможных токов в рельсовой линии и допустимых токовых нагрузок на каждый из элементов можно обеспечить эффективное использование электрической тяги поездов. Это требование становится очень важным при организации движения поездов повышенной массы.

Как известно, к элементам обратной тяговой сети относятся рельсы с между-рельсовыми стыковыми и междупутными электротяговыми соединителями, путевые и дополнительные дроссель-трансформаторы с дроссельными и междудроссельными перемычками, отсасывающие линии для подключения тяговых подстанций к рельсовой сети.

Поскольку перечисленные элементы имеют различные параметры токовых нагрузок, полезно оценить их нагрузочную способность. Ее знание необходимо также при проектировании конструкций тяговой рельсовой сети с учетом реальных тяговых токов. Они предполагают сопоставление ожидаемых и допустимых токовых нагрузок в этих элементах при различной интенсивности движения поездов в широком диапазоне их весовых норм.

Практика показывает, что из всех элементов цепи обратного тока наибольшее внимание должно быть уделено путевым и дополнительным дроссель-трансформаторам, выполняющим, кроме того, функции основного элемента рельсовой цепи СЦБ.

Рассмотрим особенности теплового режима работы путевого дроссель-трансформатора как наиболее важного звена в цепи обратной тяговой сети. Примем во внимание, что нагрев обмотки дроссель-трансформатора и стального сердечника от протекания сигнального тока мал, и им можно пренебречь. В расчетах будем учитывать лишь нагрев, вызванный главным образом, протеканием тягового тока.

Особенность обратной сети заключается в непостоянстве тягового тока, проходящего через путевые дроссель-трансформаторы и другие элементы цепи. Он изменяется в зависимости от режима работы тяговых двигателей электроподвижного состава, в частности, электропоездов. Естественно, что из-за колебаний тока варьируется нагрев частей дроссель-трансформатора. Однако эти изменения протекают более медленно и зависят от условий охлаждения.

Местом наибольшего выделения тепла в дроссель-трансформаторе является обмотка, от которой оно передается маслу, а от масла — стенкам корпуса, окружающему воздушному пространству путем конвекции и излучения. Сердечник дроссель-трансформатора в теплопередаче не

участвует. Получая тепло от окружающего масла, он как бы аккумулирует тепло. При резком увеличении тока в обмотке температура дроссель-трансформатора возрастает значительно быстрее температуры масла. Поэтому между обмоткой и маслом создается разность температур.

Поскольку обмотка выполнена из неизолированной медной шины, эта разность температур незначительна, что позволяет контролировать только превышение температуры масла над температурой окружающей среды (воздуха). Данный параметр по техническим условиям должен быть не выше 75 °С.

Таким образом, каждый элемент рельсовой цепи характеризуется допустимым превышением его температуры нагрева  $\Delta Q_{\text{доп}}$  над температурой окружающей среды  $\Delta Q_{\text{нар}}$ . Оно определяется как разница допустимой температуры нагрева какой-либо части конструкции элемента  $Q_{\text{доп}}$  и нормируемой температуры воздуха для данной местности (как правило, 25 °С). Тяговый ток влияет только на значение  $\Delta Q_{\text{доп}}$ .

Для дроссель-трансформатора допустимое превышение температуры его нагрева над температурой окружающей среды определяют, исходя из следующих допустимых температур:

□ 100 °С — для верхних слоев трансформаторного масла с учетом исключения его воспламенения, которое возможно уже при температуре 150... 170 °С;

□ 115 °С — для проводов основной обмотки, соединителей, дроссельных и междудроссельных перемычек, контактов, исходя из требований техники безопасности;

□ 100 °С — для битумной изоляции на вводах шин с учетом возможной разгерметизации.

В целом для дроссель-трансформатора  $Q_{\text{доп}} = 100$  °С, а  $\Delta Q_{\text{доп}} = 100 - 25 = 75$  °С, что установлено техническими условиями.

Допустимая температура нагрева  $Q_{\text{доп}}$  всех типов соединителей (дроссельных, междупутных, стыковых) с учетом их свободной прокладки определяется техникой безопасности при обслуживании и составляет 100 °С. Их тепловое разрушение наступает при 1070 °С.

Известно, что при установившейся температуре нагрева мощность  $P$ , выделяющаяся при протекании тока через обмотку дроссель-трансформатора, равна мощности, рассеиваемой поверхностью охлаждения (первое условие):

$$P = K_p \cdot S_o \cdot Q_{\text{доп}},$$

где:  $K_p$  — коэффициент теплопередачи от масла;

$S_o$  — площадь поверхности охлаждения дроссель-трансформатора.

Тогда при заданной максимальной температуре перегрева сопротивление обмотки и площадь поверхности охлаждения должны удовлетворять второму условию:

$$I_o^2 \cdot R / S_o < K_p \cdot \Delta Q_{\text{доп}},$$

где:  $I_o$  — суммарный эффективный ток в рельсах;

$K_p$  — активное сопротивление обмотки дроссель-трансформатора или другого элемента тяговой сети.

Если второе условие соблюдено, то температура нагрева масла дроссель-трансформатора не может превысить максимально допустимую температуру  $Q_{\text{доп}}$  при длительном протекании номинального рабочего тока. Однако в реальных условиях такой режим работы дроссель-трансформатора не реализуется. Возможна длительная нагрузка обмотки током, близким к номинальному. Однако его продолжительность ограничена несколькими часами максимальной интенсивности движения. Поэтому в подобных случаях следует знать не только допустимую температуру нагрева, но и время, в течение которого она достигается. Если время составляет 2... 4 ч для дроссель-трансформаторов всех типов, то можно считать, что масло не нагреется до опасной температуры.

При длительном протекании тягового тока с данной неизменной нагрузкой и, следовательно, с неизменными потерями и количеством тепла, выделяемого в элементе цепи в единицу времени, температура нагрева дроссель-трансформатора будет оставаться неизменной. Если элемент цепи работает с какой-либо другой постоянной нагрузкой, то кривые нагрева будут подобны приведенной кривой (рис. 1), но расположены, соответственно, выше или ниже. Таким образом, установившиеся температуры элементов цепи при разных нагрузках будут различаться. Поэтому возможны следующие режимы работы элементов обратной тяговой сети:

□ **п р о д о л ж и т е л ь н ы й**, при котором рабочий период настолько велик, что достигается установившееся значение температуры нагрева;

□ **к р а т к о в р е м е н н ы й**, когда установившееся тепловое состояние не достигается, а за период пропадающего тягового тока элемент успевает охлаждаться до прежнего состояния. Очевидно, что в таком режиме можно заставить работать этот элемент цепи с большой нагрузочной способностью;

□ **п о в т о р н о - к р а т к о в р е м е н н ы й**, когда рабочий режим регулярно чередуется с периодами охлаждения и нагрева, причем элемент за этот период полностью не охлаждается.

Перечисленные режимы встречаются не только на магистральных электрифицированных линиях, но и в метрополитенах. Исходя из этого, рассматривают нагрузочную способность их элементов обратной тяговой сети. Под допустимой нагрузочной способностью по току понимается способность длительно выдерживать, не повреждаясь, воздействие тягового тока, эффек-

тивное значение которого обеспечивает непревышение максимально допустимых температур, гарантирующих устойчивую работу рельсовой сети.

Так, в метрополитене показатели термической стойкости элементов обратной тяговой сети требуют большего внимания, чем на железных дорогах. Это вызвано тем, что здесь значительно выше интенсивность движения поездов, применяется более низкое напряжение тяговой сети (825 В), что приводит к большому тяговому току в рельсах. Измерения токовых нагрузок на метрополитенах показали, что все закономерности распределения тягового тока имеют место и здесь (см. рис. 1).

На многих подземных участках абсолютная температура нагрева масла большинства дроссель-трансформаторов не превышает 30... 40 °С (температура нагрева — 10... 20 °С). Однако в ряде точек данный параметр приближается к предельному значению (75 °С).

На других элементах цепи датчиками температур на основе термокрасок были отмечены нагревы междроссельных шин дроссель-трансформаторов до 75 °С только в двух точках подключения отсасывающих линий наиболее нагруженных подстанций. Междупутные и дроссельные перемычки отсасывающих линий и стыковые соединители не нагревались выше 50 °С.

Проанализировав результаты замеров, можно отметить, что в часы пик в районах тяговых подстанций эффективные токи достигают (на один путь) 1000... 2500 А. Как видно на рис. 1, а, нагрев масла дроссель-трансформатора имеет два ярко выраженных максимума, совпадающие с учетом инерции нагрева масла с пиками парности движения поездов (рис. 1, б).

Второй (вечерний) пик нагрева (примерно 10 °С) имеет большое значение вследствие предварительного нагрева дроссель-трансформатора и более продолжительного действия максимальной нагрузки. Из регистрограмм тока (рис. 1, в, г) видно, что токи достигали наибольших значений 6... 8 кА. Причем с возрастанием парности движения, в основном, возрастает частота следования импульсов тока через дроссель (т.е. увеличивается  $I_{эф}$ ), а наибольшие значения остаются прежними.

Итак, даже на наиболее загруженной линии метрополитена элементы цепи обратного тока работают без превышения допустимых тепловых режимов и имеют определенные резервы. Около 70 % указанных элементов работают с температурой, не превышающей 20 °С, и лишь 1 % дроссель-трансформаторов имеют температуру 50... 60 °С (запас по  $\Delta Q_{доп}$  равен 15... 25 °С, или примерно 20 %).

Таким образом, даже при увеличении движения поездов до 48 пар в час (повышения уровня тяговых токов на 7 %) не следует ожидать превышения допустимых температур нагрева дроссель-трансформаторов. С запасом работают и остальные элементы цепи обратного тока. Усиление междроссельных перемычек (в случае необходимости) в пунктах подключения отсасывающих линий тяговых подстанций легко достигается установкой сдвоенных шин.

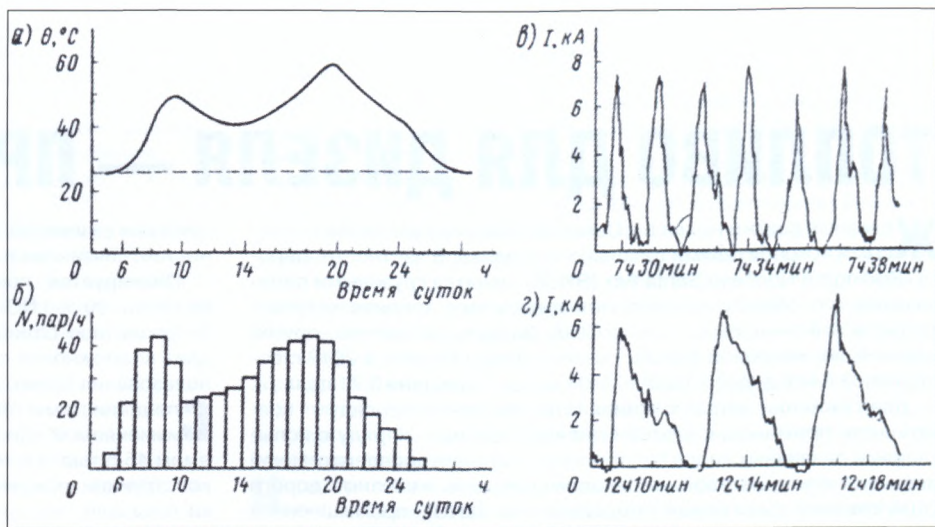


Рис. 1. Графики нагрева:

а — нагрев масла; б — интенсивности движения поездов; в, г — токи в дроссельном пункте при различной интенсивности движения

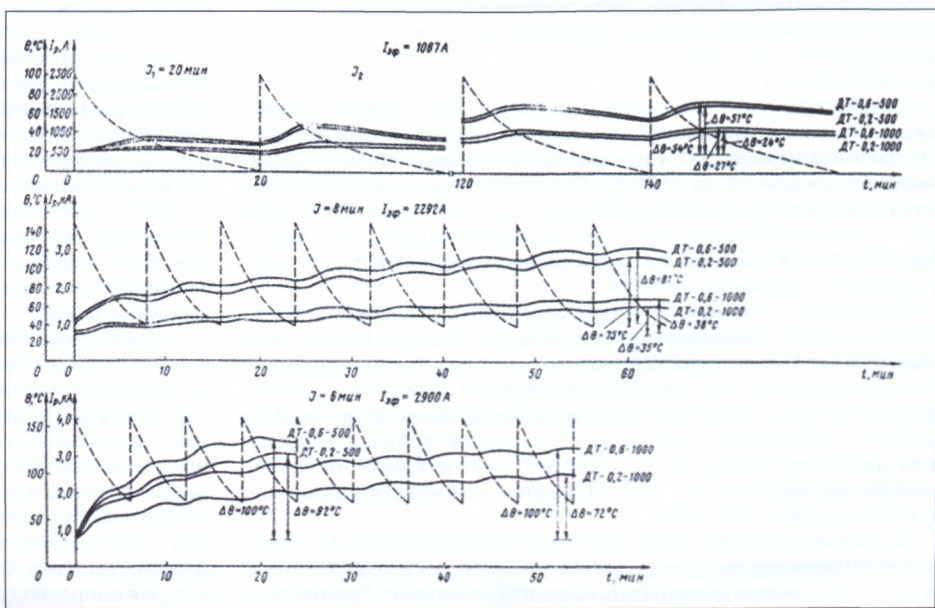


Рис. 2. Зависимости нагрева дроссель-трансформаторов при различных тяговых нагрузках

Для новых линий метрополитенов с децентрализованной системой тягового электроснабжения маловероятна возможность нарушения термической стойкости элементов цепи обратного тока. Очевидно, что это справедливо, когда все элементы цепи обратного тока содержатся в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Основываясь на допустимых нагрузочных способностях элементов обратной тяговой сети (как уже упоминалось, дроссель-трансформаторов) и используя разработанный математический аппарат, можно определить минимальные межпоездные интервалы в зависимости от массы поезда или поездных токов.

Очевидно, что чем выше интенсивность движения поездов (меньше интервал между поездами), тем выше значение  $I_{эф}$  в каждой точке межподстанционной зоны (при одном и том же токе поезда). Это наглядно подтверждается зависимостями нагрева дроссель-трансформаторов при различных тяговых нагрузках, имитирующих реальные режимы при  $I_n = 2500 А$ , и

различных межпоездных интервалах, приведенными на рис. 2.

Следовательно, элементы тяговой сети могут оказывать ограничивающее влияние на межпоездный интервал, если их термическая стойкость ниже реальной. Поэтому в каждом отдельном случае следует проверять соответствие допустимых токовых нагрузок на элементы рельсовой сети со значениями тяговых токов и, следовательно, с интенсивностью движения поездов.

В таких случаях проще пользоваться уже известными межпоездными интервалами, минимально допустимыми по термической стойкости дроссель-трансформаторов, и заданными токами поезда. Они позволяют, хотя и ориентировочно, но с достаточной точностью оценить ожидаемые интервалы движения поездов и запроектировать соответствующий вариант исполнения обратной тяговой сети.

Д-р техн. наук **З.В. АБУСЕРИДЗЕ**,  
главный научный сотрудник ОАО «ВНИИЖТ»  
инж. **Е.Ю. ШЕВЦОВА**,  
главный специалист ГСКБ «Алмаз-Антей»



# ТОПЛИВО ДЛЯ ДИЗЕЛЯ — ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

**Ж**елезные дороги I класса в Северной Америке являются основными потребителями дизельного топлива. В частности, дорога «Burlington Northern Santa Fe» (BNSF), занятая грузовыми перевозками, по объему потребления дизельного топлива уступает только военно-морскому флоту США. Затраты на топливо другой крупнейшей железной дороги I класса «Union Pacific» в 2012 г. составили 3,5 млрд. долл. США — 5,01 млрд. л при цене 0,71 долл./л.

Для снижения затрат специалисты постоянно исследуют возможность применения альтернативного топлива. Наряду с испытаниями различных видов биотоплива, наиболее привлекательной реальной альтернативой на сегодняшний день железные дороги США считают сжиженный природный газ (LNG), промышленная цена которого составляет 0,11 долл./л.

Такая низкая цена в настоящее время объясняется переизбытком природного газа на американском рынке вследствие резкого роста добычи нефти и газа сланцевого происхождения. Осуществляемая правительством политика стимулирования производства сланцевой нефти и газа на территории США позволяет железнодорожным компаниям рассчитывать на сохранение низкого уровня цен на данный продукт в долгосрочной перспективе.

Существует несколько способов подготовки топлива в виде сжиженного газа для тепловозного дизеля. В любом случае требуется выпаривание LNG, который содержит низкотемпературный метан, охлажденный до  $-162^{\circ}\text{C}$ . Последовательно из LNG удаляются компоненты, включающие воду, бутан и пропан. Этот процесс осуществляется в топливной цистерне-тендере, а процесс воспламенения природного газа в цилиндрах дизеля происходит с помощью дизельного топлива.

Пока еще нет технологии впрыска LNG непосредственно в цилиндры дизеля, работающего на двух видах топлива. В цилиндры подается не LNG, а газообразный метан. Такой метод обладает определенной эксплуатационной гибкостью в зависимости от соотношения LNG и дизельного топлива. В настоящее время анализируются методы непосредственного впрыска топлива под высоким давлением (HPDI)  $351,6 - 562,6 \text{ кгс/см}^2$  и подачи топлива с низким давлением  $8,7 \text{ кгс/см}^2$ . Ожидается, что экономия затрат на топливо составит 40 — 60 %.

В настоящее время не рассматриваются конструкции тепловозов, работающих полностью на сжиженном газе, поскольку для этого в цилиндрах дизеля должно быть искровое зажигание. Разумеется, чтобы его обеспечить, необходимо изготавливаемые в настоящее время дизели существенным образом модифицировать.

Компания «General Electric Transportation» (GE) на заводе в г. Эри, штат Пенсильвания, испытала дизели GEVO, работающие на смеси 80 % LNG и 20 % дизельного топлива. Такое соотношение газа и дизельного топлива позволяет двигателю внутреннего сгорания перейти в режим использования дизельного топлива при от-

сутствии сжиженного газа или при наличии каких-либо неисправностей, связанных с использованием сжиженного газа.

Планируется провести аналогичные испытания для состава смеси 90 % LNG и 10 % дизельного топлива. Отмечается, что 5-процентное содержание дизельного топлива в смеси пока не дает возможности осуществлять переход на работу в режим использования только дизельного топлива.

**С**пециалистами предлагаются два вида топливных емкостей с изменяемой конфигурацией: цистерна по стандарту ISO объемом 45,5 тыс. л и тендер объемом 90 — 136,5 тыс. л, которые по конструкции похожи на вагон-цистерну. Первоначальные оценки показали, что грузовой поезд с тепловозом, работающим на сжиженном газе с топливным тендером объемом 113,75 тыс. л, может пройти без остановки для дозаправки по маршруту Лос-Анджелес — Чикаго (примерно 3200 км).

Цистерна для сжиженного газа по стандарту ISO, хотя и располагает меньшим объемом, является более приспособленной к эксплуатации, а также экономичной. Она имеет длину 12,2 м, заключена в стальной корпус и может быть установлена на модифицированной двухъярусной железнодорожной платформе для интермодальных перевозок. Порожнюю цистерну легко демонтировать и заменять заполненной, которую к поезду может доставить автомобильный тягач. Тем самым можно решить проблемы, связанные с размещением пунктов заправки сжиженным газом.

Время заполнения специализированных топливных тендеров с помощью разработанного оборудования — 30 — 45 мин, производительность — порядка 1820 л/мин, что больше, чем время заправки дизельным топливом. Однако и заправка в этом случае требуется реже.

Первоочередной проблемой является обеспечение безопасности топливных тендеров. В целом LNG безопаснее дизельного топлива или бензина, так как в жидкой форме не воспламеняется, а в газообразной загорается только при температуре около  $537^{\circ}\text{C}$  и высокой концентрации кислорода. Кроме того, при утечке LNG мгновенно испаряется и рассеивается, хотя на эти процессы оказывают влияние влажность и ветер.

Криогенные цистерны для LNG, которые изготавливают компании «Chart Industries» и «Westport Innovations», обладают высокой ударопрочностью. Они имеют двойные стенки. Внутренняя стенка, которая выполнена из нержавеющей стали и, что реже, из алюминия, заключена в оболочку из эластичного материала и находится внутри внешней цистерны из углеродистой или нержавеющей стали. В разделяющем их пространстве создается вакуум.

Дооборудование тепловоза вагоном-цистерной увеличивает его цену на 50 %, а возможная экономия на топливе составляет до 200 тыс. долл. в год на тепловоз, что означает хорошие перспективы применения данной технологии.



Рис. 1. Тепловозы SD40-2 с тендером на испытаниях



Рис. 2. Тепловоз серии «Evolution» на два вида топлива

**Ж**елезнодорожная компания BNSF в настоящее время работает с машиностроительными компаниями «Electro Motive Diesel» (EMD) и GE над пилотным проектом переоборудования тепловозов для работы на LNG. Проект рассчитан на один-два года. В случае положительных результатов железнодородная компания планирует в течение пяти лет переоборудовать весь парк тепловозов.

Машиностроительная компания EMD также работает с железной дорогой «Canadian National» (CN), которая с 2012 г. проводит испытания по переоборудованию тепловозов для работы на LNG. Испытания проводили с двумя тепловозами серии SD40-2, оснащенными модифицированными компанией «Energy Conversions» (ECI) дизелями 16-645E3 мощностью 2240 кВт каждый, которые работают на смеси 90 % сжиженного газа и 10 % дизельного топлива.

Сжиженный природный газ хранится в тендере объемом 122,85 тыс. л, который был изготовлен в 1992 г. и модифицирован специально под программу испытаний (рис. 1). Изначально в 2012 г. испытания проводились на участке длиной 483 км в провинции Альберта, а в 2014 г. должны быть продолжены на магистральных линиях CN.

В целях создания нового дизеля, работающего на сжиженном газе, железная дорога CN также сотрудничает с производителем топливных тендеров «Westport» и крупнейшим в Канаде поставщиком природного газа «Gaz Metro Transport Solutions» (GMTS). Машиностроительная компания EMD предоставляет два тепловоза серии SD70M-2 мощностью 3200 кВт каждый.

Эта же компания проводит экспертизу возможности установки на них дизелей с компонентами, включающими в себя систему HPDI компании «Westport». Компания-поставщик газа GMTS разрабатывает требования к сжижению природного газа и системе распределения. Совместно разрабатывается новый тендер для природного газа, который будет испытан в опытной эксплуатации.

**В** 2014 г. железная дорога CSX планирует запустить пилотную программу по использованию LNG. Машиностроительная компания GE поставит усовершенствованную аппаратуру «NextFuel», которая позволит использовать тепловозы серии «Evolution» на два вида топлива (рис. 2) в соответствии с нормами выбросов вредных веществ уровня 3 Агентства по защите окружающей среды США (EPA). Эксплуатационные испытания запланированы на 2014 г.

На железной дороге «Norfolk Southern» (NS) также изучают возможность использования сжиженного газа в качестве моторного топлива, но конкретных планов покупки тепловозов, работающих на LNG, пока нет. При этом исследуется возможность применения сжатого природного газа (CNG) и запущен проект по созданию тепловоза, работающего на CNG.

Такой локомотив предусматривается построить на базе тепловоза серии GP38-2 производства машиностроительной компании EMD. Существующий дизель планируется модифицировать с использованием устройства преобразования энергии так, чтобы в нем сгорал только природный газ, а не смесь из двух видов топлива.

Одновременно идет разработка промышленного стандарта на топливный тендер. Эта работа проводится технической консультативной группой по тендерам для газового топлива (NGFT TAG) Ассоциации американских железных дорог (AAR). Группа решает нормативно-правовые вопросы и вопросы безопасности внедрения сжиженного природного газа в качестве альтернативного топлива для тепловозов.

**Н**есмотря на проводимые испытания и попытки урегулировать использование LNG, внедрение этого вида топлива осложняется существенными проблемами. Основные проблемы — это большие капитальные вложения, высокие затраты на техническое обслуживание, обеспечение доставки сжиженного природного газа на заправочные пункты и к тендерам.

Безусловно, для железных дорог I класса существенную роль играют первоначальные расходы и потому маловероятно, что когда-либо будет возможен полный переход на сжиженный природный газ. Кроме того, невозможно спрогнозировать на длительный период эксплуатации тепловоза (более 30 лет), что цены на LNG сохранятся на низком уровне. Однако переход железных дорог I класса на альтернативные источники энергии является перспективным с точки зрения экологической безопасности и ресурсосбережения.

*По материалам журнала «International Railway Journal»*

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

## НОВОСТИ СТАЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ



### КИТАЙ

Железные дороги Беларуси заключили контракт с китайской компанией «CNR Datong Electric Locomotive» на поставку 18 односекционных электровозов переменного тока мощностью 7,2 МВт, предназначенных для вождения грузовых поездов среднего веса со скоростью 120 км/ч. Китайский национальный банк «Export-Import» согласовал кредит, составляющий 85 % стоимости локомотивов (116,9 млн. долл.).

Китайская компания «CNR Dalian» поставит на железные дороги Узбекистана 11 шестиосных современных электровозов переменного тока 25 кВ с мощностью 7,2 МВт и максимальной скоростью 120 км/ч. Локомотивы, имеющие японское тяговое оборудование компании «Toshiba», более эффективны в эксплуатации, чем существующий парк. Ожидаемый срок окупаемости — порядка 5 лет. Общая стоимость заказа 47,3 млн. долл., при этом кредит на сумму 42,2 млн. долл. обеспечивается китайским банком «Export-Import».



### ИСПАНИЯ

В Испании, в провинции Малага, заканчивается строительство железнодорожного испытательного кольца. Оно предназначено для проведения испытаний подвижного состава со скоростями движения до 520 км/ч. Стоимость строительства 50-километрового кольца и испытательной лаборатории оценивается в 386 млн. евро.



### ПОЛЬША

На железнодорожной выставке-ярмарке Trako в Польше компанией «TMD Friction» впервые были представлены новые тормозные накладки для железнодорожного подвижного состава. Благодаря инновационному интегрированному процессу прессования несущей пластины повышены надежность и срок службы тормозных накладок. Прочности соединения способствуют также привариваемые к несущей пластине латунные выступы, на которые надевается и затем запрессовывается тормозная накладка.



### ЧЕХИЯ

На железных дорогах Австрии проводятся испытания новых высокоскоростных поездов «Railjet» производства компании «Siemens». Эксплуатация поездов для линии Прага — Грац должна начаться с 14 декабря 2014 г. Время в пути на этом направлении сократится на 30 мин.



Высокоскоростной электропоезд «Railjet» на вокзале в Праге



## ГЕРМАНИЯ

На региональной сети железных дорог Германии (DB Regio) в течение восьми лет, начиная с 2015 г., будут проходить испытания пяти трехосных гибридных локомотивов H3 компании «Alstom». Локомотивы будут оборудованы дизельным двигателем мощностью 350 кВт с уровнем токсичности Евро IIIВ, при этом 80 % времени они будут работать на энергии от аккумуляторов.

Предстоит изучить эксплуатационные характеристики гибридного привода, а также потребление топлива, уровень вредных выбросов, расходы на техобслуживание. Компания «Alstom» намерена потратить более 10 млн. евро на модернизацию предприятия в Стендале для начала производства локомотивов H3 с ежегодным выпуском до 50 ед.



Трехосный гибридный локомотив H3 компании «Alstom»

Согласно данным проведенного исследования тенденций мирового рынка тепловозов спрос на них в мире после периода рецессии постепенно увеличивается, ожидаемый ежегодный рост до 2017 г. составит 17 %. Наиболее значительными рынками сбыта тепловозов остаются Северная Америка, Азия и страны СНГ, при этом более 60 % поставленных в последние 5 лет тепловозов приходится на США, Индию, Китай и Россию. Отмечаются хорошие перспективы для роста численности парка тепловозов в регионах Среднего Востока, Африки, Южной Америки и Австралии, что связано с увеличением добычи и перевозкой полезных ископаемых.

А вот в Европе увеличение количества заказов не прогнозируется, поскольку использование тепловозов в пассажирских перевозках сокращается, а в грузовых — усложняется из-за новых экологических стандартов и роста расходов на дизельную тягу. Текущий объем рынка тепловозов оценивается в 17 млрд. евро.



## ЮЖНАЯ АФРИКА

Южно-африканским железнодорожным агентством по пассажирским перевозкам PRASA (Passenger Rail Agency of South Africa) заключен контракт с компанией «Gibela», принадлежащей

компании «Alstom», на поставку в 2015 — 2025 г. 600 пассажирских поездов (3600 вагонов) на сумму 4 млрд. евро. Контрактом также предусмотрено строительство завода по производству вагонов.

Кроме того, компания «Gibela» будет осуществлять техническое обслуживание в течение 18 лет и обеспечение необходимыми запчастями. Это крупнейший контракт в истории компании «Alstom». Новые поезда «X'Trapolis Mega» на колею 1067 мм будут иметь алюминиевые кузова, скорость 120 и 160 км/ч.



Дизайн-проект поезда «X'Trapolis Mega» компании «Alstom»



## США

Компания «Electro-Motive Diesel» (США) выпускает пассажирский тепловоз F125 «Spirit» с максимальной скоростью 200 км/ч, мощностью 4700 л.с. Тепловоз отвечает нормам выбросов вредных веществ в атмосферу уровня 4 (Tier 4) Агентства по защите окружающей среды США (EPA).



Дизайн-проект пассажирского тепловоза F125 «Spirit» компании «Electro-Motive Diesel»

В связи с предстоящим развитием высокоскоростной железнодорожной сети в США пассажирская компания-оператор («Amtrak») обсуждает с Федеральным железнодорожным управлением США (FRA) и представителями штата Калифорния планы первых заказов в 2014 г. на поставки высокоскоростных поездов. Первоначально будет заказано 12 поездов HSR, а затем еще 20. Скорости движения предполагается увеличить до 350 км/ч.

Компания «Siemens» поставляет пассажирские электровозы «Cities Sprinter» для эксплуатации компанией «Amtrak». Четырехосный, 3-системный электровоз имеет мощность 6400 кВт и развивает максимальную скорость 200 км/ч.



Пассажирский электровоз «Cities Sprinter» компании «Siemens»



## ЯПОНИЯ

Пассажирской компанией «Central Japan Railway Co» (JR Central) представлен опытный образец 5-вагонного поезда на магнитном подвешивании («L0 Maglev»). В головном вагоне длиной 28 м на носовую часть приходится 15 м, а количество посадочных мест составляет 24. В промежуточном вагоне длиной 24,3 м имеется 68 посадочных мест. Планируется начать испытания нового поезда с максимальной скоростью 500 км/ч.

В 2017 г. компания JR Central намерена организовать перевозки новыми поездами («Maglev») на самом загруженном в стране направлении Токио — Нагоя. Время в пути на линии длиной 320 км составит примерно 40 мин. К 2045 г. сообщение на магнитном подвесе будет продлено до г. Осака.



Поезд на магнитном подвешивании («L0 Maglev»)

«Семь звезд» — самый роскошный туристический поезд, который недавно построен для пассажирской железнодорожной компании «JR Kyushu». Стоимость 7-вагонного поезда на ширину колеи 1067 мм составляет 3 млрд. йен. Первый рейс по живописным местам острова Кюсю состоялся 15 октября 2013 г. Оформление вагонов выполнено с использованием национальных японских мотивов, ценных пород дерева, позолоты, дорогих обивочных тканей и



керамики, изготовленных по старинным технологиям и с привлечением искусных мастеров.

Продолжительность рейса — от двух до четырех дней. Поезд вмещает всего 30 пассажиров. Несмотря на стоимость билетов (566 — 980 тыс. йен), поезд был полностью забронирован до середины 2014 г. Утверждается, что «Семь звезд» может затмить славу знаменитого «Восточного экспресса» и стать первым среди самых лучших туристических поездов в мире.



Японский туристический поезд «Семь звезд» и его интерьеры

Пассажирская железнодорожная компания «JR Central» планирует построить к 2027 г. линию на магнитном подвесе (технология Maglev) с максимальной скоростью 505 км/ч. Предполагается, что эта линия станет более надежной и эффективной альтернативой (особенно в случае землетрясений) существующему высокоскоростному железнодорожному сообщению (Токайдо Синкансен).

Протяженность новой линии «Chuo» — 286 км, поездка от железнодорожного вокзала Синагава в Токио до Нагои займет всего 40 мин. Ширина инфраструктуры — 10 м, причем 40 км будут проложены на уровне земли и на эстакадах,

остальная часть пройдет в тоннеле, частично под южным склоном Японских Альп. Затраты оцениваются в 5400 млрд. йен.



Дизайн-проект японской линии на магнитном подвесе «Chuo»



Правительство Франции приняло решение провести полное обновление парка электропоездов «Intercités». На эти цели выделен первый транш в размере 510 млн. евро, позднее выделят еще 100 млн. евро. Из этих средств 350 млн. евро предполагается израсходовать на приобретение 34 новейших электропоездов «Coradia Liner» у компании «Alstom». Затраты на полное обновление парка составят 3,5 млрд. евро.



Дизайн-проект электропоездов «Coradia Liner» компании «Alstom»

Разработка высокоскоростного электропоезда будущего является одним из 34 пунктов плана возвращения индустриального превосходства Франции. Такой поезд будет потреблять на 20 — 30 % меньше энергии, его скорость составит 320 — 350 км/ч. Модульная конструкция и

двухэтажное исполнение позволят перевозить до 640 пассажиров вместо 509 в настоящее время. Опытный образец поезда должен появиться в I квартале 2017 г. Начало эксплуатации ожидается уже в 2018 г. Разработчик — компания «Alstom».



Дизайн-проект высокоскоростного электропоезда компании «Alstom»

В числе 34 проектов в сфере индустриального возрождения, представленных президентом Франции Ф. Олландом и министром по делам оздоровления промышленности, упоминают программа разработки поезда «TGV du futur» («Поезд будущего»). Программа «Twin» компании «Alstom» предусматривает разработку поезда, адаптированного к условиям как традиционной, так и высокоскоростной сети.



Дизайн-проект поезда «TGV du futur» компании «Alstom»

Национальным обществом железных дорог Франции для шести регионов страны заказаны у компании «Bombardier» электропоезда «Regio 2N», в которые по выбору включаются одно- и двухэтажные вагоны. Поезда «Regio 2N» имеют современный дизайн и повышенный комфорт для пассажиров.

#### ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД «ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ», ОПУБЛИКОВАННЫЙ НА с. 48

Микроп. 34. Режим. 36. Жук. 33.  
Титан. 28. Жидкость. 32. «Ваток». 33.  
20. Житет. 25. Карандаш. 26. Каса. 27.  
Ломосов. 15. «Касисопея». 19. «Сокол».  
6. Подбойка. 10. Отпен. 11. Волыт. 14.  
Суфле. 3. Модель. 4. Призма. 5. Точка.  
**ПО ВЕРТИКАЛИ:** 1. Интервал. 2.  
Вариатор. 40. Мощност.  
35. Ваяскане. 37. Анкер. 38. «Гудок». 39.  
Жетон. 29. Катлон. 30. Радик. 31. Сервис.  
Заявка. 21. Ротор. 22. Минск. 23. Лоток. 24.  
Платформа. 16. Разбор. 17. Рельс. 18.  
8. Кривонос. 9. Пеля. 12. Соба. 13.  
**ПО ГОРИЗОНТАЛИ:** 7. Индуктор.

Компанией «Alstom» разработан новый подвижной состав «Citadis Comract» для г. Обани с населением менее 150 тыс. чел. Дизайн выполнен известным специалистом в этой сфере Эрве Ди Роса. Трамвай из трех секций имеет длину 22 — 24 м при ширине 2,4 м и вмещает 130 чел. Электродвигатель на постоянных магнитах сокращает потребление энергии на 10 %.



Трамвай «Citadis Comract» с электродвигателем на постоянных магнитах



В ноябре 2013 г. на тепловозостроительном предприятии в Варнаси был официально представлен первый на железных дорогах Индии грузовой локомотив с двумя кабинами машиниста. Опытный образец шестиосного односекционного тепловоза с электрической передачей WDG4D выполнен на основе существующего локомотива WDG4 с одной кабиной машиниста; по стоимости (147 млн. рупий) он незначительно выше базового локомотива (143,8 млн. рупий).

На тепловозе мощностью 4500 л.с. установлены дизельный двигатель 710 G3B, 3-фазный тяговый двигатель с IGBT-управлением и компьютеризированное управление торможением. Максимальная скорость 105 (100) км/ч. Новый локомотив на 2 м длиннее прежнего (21,7 м). Кабины управления оборудованы TET-дисплеями с выводением информации

по эксплуатации и диагностике. Имеются воздушное кондиционирование, эргономичные пульты управления, сиденья с регулируемой спинкой и специальной поддержкой для поясницы машиниста.



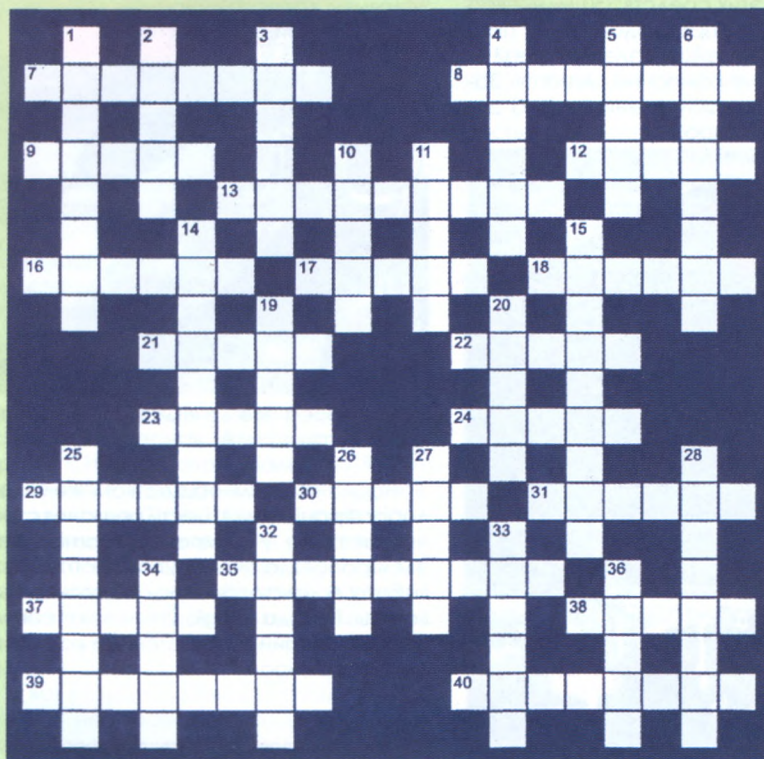
Индийский грузовой тепловоз WDG4D

По материалам журналов «Der Eisenbahningenieur», «Railway Gazette International», «Modern Railways», «ZEVrail», «La Vie du Rail», «Railway Age», «Elektrische Bahnen», «Der Eisenbahningenieur», «Chemins de Fer», «Revue Générale des Chemins de Fer»

## КРОССВОРД «ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ»



В часы досуга



**ПО ГОРИЗОНТАЛИ:** 7. Магнитоэлектрическая машина переменного тока. 8. Машинист паровоза, инициатор стахановского движения на железнодорожном транспорте. 9. Обходная железнодорожная линия. 12. Предохранительная деталь тормозной рычажной передачи. 13. Род грузового вагона. 16. Подробный анализ проезда запрещающего сигнала. 17. Стальная опора для колес. 18. Письменное заявление на погрузку вагона. 21. Вращающаяся часть электрической машины. 22. Административный центр Белорусской железной дороги. 23. Водоотвод вдоль железнодорожного пути. 24. Нагрудный знак носильщика. 29. Положительно заряженная частица электролита. 30. Основной вид связи на железнодорожном транспорте. 31. Услуги, оказываемые пассажиру в поездах. 35. Мера административного воздействия на работника. 37. Грузовой компенсатор в контактной сети. 38. Транспортная газета. 39. Механизм для передачи вращения от одного вала к другому. 40. Один из важнейших технических параметров локомотива.

**ПО ВЕРТИКАЛИ:** 1. Расстояние между двумя следующими друг за другом поездами. 2. Соединительная «гармошка» между секциями локомотива. 3. Уменьшенная копия локомотива. 4. Элемент верхнего строения пути. 5. Место перехода земляного полотна из выемки в насыпь. 6. Путьский инструмент. 10. Группа вагонов на сортировочной горке. 11. Единица измерения электродвижущей силы. 14. Выдающийся инженер и ученый, один из первых конструкторов отечественных тепловозов. 15. Японский двухэтажный ночной поезд. 19. Первый российский высокоскоростной электропоезд. 20. Атрибут одежды железнодорожника. 25. Стержень писца скоростемера. 26. Помещение для продажи проездных билетов. 27. Вагонный кипятильник. 28. Вещество в конденсированном состоянии. 32. Группа вагонов, собранная маневровым локомотивом на подъездном пути предприятия. 33. Мера длины. 34. Характер работы автоматического тормоза. 36. Самодельный предохранитель.

Кроссворд составил **Ш.Х. УСМАНОВ**, г. Саласпилс, Латвия

Читайте  
в ближайших  
номерах:

- Готовы ли локомотивы к вождению тяжеловесных поездов?
- Энергоэффективность локомотивов — на новый уровень
- С 8-й международной выставки информационных технологий и электроники для транспорта
- Аутогенная тренировка против стресса
- Результаты тягово-энергетических испытаний электровоза ЭЭС6
- Обслуживание системы МСУ-ТЭ тепловоза ТЭП70БС
- Определение неисправностей в электрических цепях электровоза ВЛ80С по сигнальным лампам
- Обслуживание резисторов на электровозах постоянного тока

# ИЗ ВМФ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКИ



Недавно в МГУПСе (МИИТе) группа вышедших в отставку капитанов ВМФ РФ 1-го, 2-го и 3-го рангов получила дипломы, свидетельствующие об освоении ими образовательной программы «Стратегия и приоритетные направления развития локомотиворемонтного комплекса» (профиль программы вуза — 190300 «Подвижной состав железных дорог»). Отслужив не один десяток лет на Балтийском, Северном и Тихоокеанском флотах моряки решили сменить профессию. Вот некоторые из будущих железнодорожников: Михаил Макаренко – капитан 1-го ранга, отслужил на флоте 12 лет, Сергей Жарко – капитан 2-го ранга, 23 года службы на флоте, Андрей Швиденко – капитан 3-го ранга, отдал ВМФ более 10 лет.

За 332 ч очного обучения все слушатели курсов получили знания, необходимые для выполнения профессиональной деятельности в сфере производства, технического обслуживания, ремонта и модернизации железнодорожного подвижного состава. Пилотный проект по подготовке управленцев для железных дорог из числа бывших офицеров ВМФ РФ стал возможен при содействии Управляющей компании ООО «Локомотивные технологии».

Программа переквалификации офицеров ВМФ включала в себя изучение организации движения и перевозок; типы подвижного состава и его узлов; основы правового регулирования деятельности железных дорог; методы расчёта организационно-технологической надёжности производства; расчёт продолжительности производственного цикла; методы оптимизации управления производством и повышение его эффективности; правила безопасности производственных процессов, применяемых на железнодорожном транспорте и др.

Теперь бывших офицеров ВМФ ждут предприятия ОАО «Желдорремаш».

Проект имеет ярко выраженную социальную направленность и отвечает последним трендам в области менеджмента персонала.

На снимках (слева направо, сверху вниз):

- ❖ инициатор проекта председатель Совета директоров ООО «ТМХ-Сервис» и ОАО «Желдорремаш» К.В. Липа;

- ❖ на встрече с выпускниками свои напутствия высказали руководители Управляющей компании ООО «Локомотивные технологии», ООО «ТМХ-Сервис» и ОАО «Желдорремаш»;

- ❖ проректор МИИТа по дополнительному профессиональному образованию — директор РАПС, профессор Л.А. Карпов рассказал о перспективах переподготовки новых специалистов;

- ❖ первые выпускники курсов переподготовки управленцев-железнодорожников;

- ❖ от имени РАПС Л.А. Карпов подарил инициаторам нового проекта сувенирный макет паровоза.



## ОСВОЕНО ПРОИЗВОДСТВО КОЛЕС ДЛЯ СКОРОСТНЫХ ПОЕЗДОВ

**Н**едавно на Выксунском металлургическом заводе (ОАО «ВМЗ», входит в состав Объединенной металлургической компании — ЗАО «ОМК», г. Выкса, Нижегородская обл.) введена в эксплуатацию первая в России линия по производству цельнокатаных железнодорожных колес для скоростных и высокоскоростных поездов. В торжественной церемонии открытия приняли участие старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович, заместитель министра промышленности и инноваций Нижегородской области Н.А. Никонов, президент ЗАО «ОМК» В.С. Маркин и другие специалисты.

Производственная мощность линии составляет 10 тыс. колес в год, что полностью обеспечит потребности отечественного рынка в колесах для скоростного движения. Инвестиции в данный проект составили около 580 млн. руб. Первыми поездами, для которых планируется использовать новые колеса выпуска ОАО «ВМЗ», станут скоростные электропоезда «Ласточка» (проекта Desiro RUS), производство которых налажено также в России.

Новая линия имеет возможности выполнять обточку колес диаметром от 700 до 1200 мм с различной конфигурацией колесного диска как для отечественных, так и для зарубежных поездов. По комплектации оборудования и уровню автоматизации линия не имеет аналогов в мире. Ее уникальность — в сочетании высокоточной финишной обработки колес с точностью до 0,01 мм и широкого набора средств контроля качества.

Гостям были продемонстрированы образцы перспективной колесной продукции: для пассажирских вагонов дальнего сообщения, грузовых магистральных тепловозов, рельсовых автобусов, вагонов метрополитена, инновационных грузовых вагонов, моторвагонных поездов реконструируемой сейчас Московской кольцевой железной дороги.

На снимках (сверху вниз, слева направо):

- управляющий директор ОАО «ВМЗ» С.В. Филиппов, президент ЗАО «ОМК» В.С. Маркин, старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович, заместитель министра промышленности и инноваций Нижегородской области Н.А. Никонов нажимают «кнопку запуска»;
- почетные гости за осмотром нового производства;
- общий вид линии;
- вертикальный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ «Pittler»;
- первое колесо «Ласточки» представлено специалистам;
- образцы перспективной колесной продукции.

