

№ 7

2013

# ОКОМОТИВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

**РЖД**

КРЦНТИВ



10079817

**ВСМ – прыжок в будущее**

**Знакомьтесь:**

**БУД**

**Рекуперация – основа энергосбережения**

**Назначение аппаратов электровозов ВЛ10(У)**

**Методика обучения машиниста на тренажере**

**Электрические схемы электровозов ЭП2К**



**Охлаждающее устройство для тепловозов: каким ему быть?**

**Схема защиты цепей на электровозе ВЛ11К**

**Как повысить точность электронных карт в кривых**

**НОВАЯ МОДИФИКАЦИЯ ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116**

(см. с. 37–41)

ISSN 0869-8147



9 770869 814001 >



## ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ МАГИСТРАЛЯМ В РОССИИ НЕТ АЛЬТЕРНАТИВЫ

В Москве в центральном офисе ОАО «РЖД» недавно прошло заседание Общественного совета по вопросам развития скоростного и высокоскоростного сообщения в Российской Федерации. В его работе приняли участие представители федеральных и региональных органов власти, научного и бизнес-сообществ, отечественных и иностранных железнодорожных, строительных и машиностроительных компаний. На заседании рассмотрены перспективные проекты строительства высокоскоростных железнодорожных магистралей (ВСМ) в России, а также возможности их финансирования.

Экономические расчеты показывают, что перспективными направлениями для ВСМ в России являются линии Москва — Санкт-Петербург, Москва — Нижний Новгород — Казань — Екатеринбург с подключением Перми, Уфы и Челябинска, а также Москва — Ростов-на-Дону — Адлер с подключением городов, входящих в этот регион.

По итогам совещания было принято протокольное решение, в котором изложены главные направления дальнейшей работы государственных и частных структур по внедрению этого важнейшего для России проекта. Сегодня ситуация с продвижением данного проекта значительно ускорилась. Состоялись совещание по развитию ВСМ при Президенте России и, впоследствии, специальные парламентские слушания в Государственной Думе. Их участники высказались за скорейшее внедрение пилотного проекта высокоскоростного пассажирского движения в России на линии Москва — Владимир — Нижний Новгород — Чебоксары — Казань.

— Мировой опыт говорит о том, что ВСМ — это не только улучшение транспортной доступности и повышение уровня жизни граждан, но и серьезный вклад в модернизацию экономики, привлечение современных технологий и создание новых высокотехнологичных рабочих мест, — отметил в своем выступлении первый за-

меститель председателя Государственной Думы А.Д. Жуков.

Подробнее о перспективах развития ВСМ в нашей стране рассказывается на с. 2 — 5 журнала. На снимках (сверху вниз, слева направо):

- на заседание общественного совета собрался широкий круг специалистов;
- А.Д. Жуков заявил о поддержке депутатами Государственной Думы планов строительства ВСМ;
- президент ОАО «РЖД» В.И. Якунин ответил на многочисленные вопросы журналистов;
- комплекс работ по развитию высокоскоростного сообщения в России координирует первый вице-президент ОАО «РЖД» А.С. Мишарин;
- первый вице-президент Компании В.Н. Морозов (справа) и старший вице-президент В.А. Гапанович активно участвуют в разработке планов строительства ВСМ;
- схема перспективных высокоскоростных магистралей России.



Ежемесячный  
производственно-  
технический и научно-  
популярный журнал

ИЮЛЬ 2013 г.  
№ 7 (679)

Издаётся с января 1957 г.  
г. Москва

**УЧРЕДИТЕЛЬ:**

ОАО «Российские железные дороги»

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

БЖИЦКИЙ В.Н.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

ВОРОТИЛКИН А.В.

ГАПАНОВИЧ В.А.

КАРЯНИН В.И.

(редактор отдела тепловозной тяги)

КОБЗЕВ С.А.

МАШТАЛЕР Ю.А.

ПОСЕВ 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)

КРАСНОЯРСКИЙ ЦЕНТР НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
И БИБЛИОТЕК

## В НОМЕРЕ:

ЖИТЕНЁВ Ю.А. Высокоскоростное движение — прыжок в будущее. . . . .	2
АННИН В.А. Рекуперация электроэнергии — основное направление энергосбережения (с сетевой школы) . . . . .	6

### НА КОНТРОЛЕ — БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

ГЛУШКО М.И. Белая Калитва меняет приоритеты . . . . .	10
---	----

### В ПОМОЩЬ МАШИНИСТУ И РЕМОНТНИКУ

ВАСИН Н.К. Методика обучения машиниста пассажирского поезда с приме- нением тренажеров . . . . .	12
САВИЧЕВ Н.В. Назначение электрических аппаратов электровозов ВЛ10 и ВЛ10У . . . . .	15
МОРОШКИН Б.Н., АКСЕНЮК А.А. и др. Электрические схемы электровоза ЭП2К . . . . .	19
КАСИМОВ Р.З. Тепловой контроль оборудования (опыт ПТОЛ Балезино) . . . . .	23
ГОРИН В.И. Охлаждающее устройство для современных тепловозов: каким ему быть? . . . . .	27
Схемы защиты силовых и вспомогательных цепей на электровозе ВЛ11К . . . . .	30
БАРАНОВ В.А. Управление жесткостью тяговых характеристик ЭПС постоянного тока . . . . .	32

### НОВАЯ ТЕХНИКА

ДОГАДИН В.А., АЛЕШЕВСКИЙ Ю.Г. и др. Знакомьтесь: тепловоз 2ТЭ116УД. . . . .	37
---	----

### НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕМЫ

БЕЛЯЕВ А.С. Как повысить точность электронных карт КЛУБ-У в кривых участках пути . . . . .	42
---	----

### ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

ЧЕКУЛАЕВ В.Е., БЕКРЕНЕВ В.Ю. Продольная компенсация повысит количество и качество электроэнергии на участках переменного тока . . . . .	44
--	----

### СТРАНИЧКИ ИСТОРИИ

ПОСМИТЮХА А.А. Человек-легенда (о П.Ф. Кривоносе) . . . . .	46
---	----

### В ЧАСЫ ДОСУГА

УСМАНОВ Ш.Х. Кроссворд «Электрический» . . . . .	47
ПЕСОЦКАЯ Н.А. Целое лето любимой работы . . . . .	48

На 1-й с. обложки: новый грузовой двухсекционный тепловоз 2ТЭ116УД  
Фото С.В. ПОСТНОВА

**РЕДАКЦИЯ:**

ЖИТЕНЁВ Ю.А.

(экономист)

ЗАХАРЬЕВ Ю.Д.

(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 1.07.13. Офсетная печать.  
Усл.-печ. л. 5,62. Усл. кр.-отт. 22,48. Уч.-изд. л. 10,3.  
Формат 64x90/8.

Тираж 2865 экз. Заказ № 1352.

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  
ПН № ФС77-21834 от 07.09.2005 г.

# ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ДВИЖЕНИЕ — ПРЫЖОК В БУДУЩЕЕ

**М**иссия государства в сфере транспорта — это создание условий для повышения качества жизни и удовлетворения потребностей человека и экономики через доступ к безопасным, экономичным и качественным транспортным услугам, обеспечение транспортной доступности всех регионов. Российский железнодорожный транспорт — составная часть единой транспортной системы страны и во взаимодействии с другими видами транспорта призван своевременно и качественно удовлетворять потребности физических и юридических лиц, а также государства. В условиях постоянно растущего спроса на качественные услуги железнодорожного транспорта следует не только преодолеть нарастающий износ основных фондов, но и обеспечить условия для создания новой для России инфраструктуры высокоскоростного сообщения.

В настоящее время в мире высокоскоростной железнодорожный транспорт при организации массовых перевозок уверенно занимает транспортную нишу в диапазоне расстояний 400 — 800 км, обеспечивая наименьшее суммарное время в пути, т.е. наибольшую общую скорость поездки пассажиров при самых высоких показателях безопасности, комфортабельности и экономичности. По данным Международного союза железных дорог (МСЖД), при времени в пути по магистральной части маршрута до 2,5 ч более 75 % пассажиропотока приходится на высокоскоростные магистрали (ВСМ). При времени 3,5 — 4 ч пассажиропоток между поездами и самолетами распределяется примерно поровну. Если же время в пути превышает 4,5 ч, более привлекательными для пассажиров становятся авиaperевозки.

В то же время, безопасность железнодорожного транспорта в целом и высокоскоростных магистралей в частности превосходит показатели всех других видов транспорта. Более чем за 40 лет эксплуатации ВСМ, по которым перевезено свыше 7 млрд. пассажиров, произошло наименьшее по сравнению с иными видами транспорта количество инцидентов, повлекших гибель пассажиров.

Проекты ВСМ характеризуются высокой стоимостью строительства и являются, как правило, одними из наиболее крупных инфраструктурных проектов в реализующих их странах. Такие проекты оказывают значительное долгосрочное влияние на национальную транспортную систему и ее развитие. Как показывает мировой опыт передовых в экономическом отношении стран, создание сети ВСМ может вызывать существенные социально-экономические эффекты, оправдывающие затраты на их строительство.

В инженерно-техническом и государственно-политическом сообществах общепризнаны следующие основные аргументы в пользу строительства ВСМ:

⇒ высокая скорость пассажирского сообщения улучшает транспортные связи

между столицей и регионами, стимулирует их экономическое и социальное развитие;

⇒ рост благосостояния регионов может снизить нагрузку на жилую, транспортную и иную инфраструктуру столичного центра, что способствует повышению эффективности экономики страны;

⇒ значительный размер капитальных затрат на строительство линий ВСМ сам по себе является существенным стимулом экономического роста и развития промышленности, в том числе высоких технологий (мультипликативный эффект);

⇒ ВСМ вызывают отток пассажиров с классических видов транспорта, снижая нагрузку на существующую сеть автомобильных и железных дорог и уменьшая загруженность воздушных коридоров;

⇒ строительство высокоскоростных линий с применением высоких технологий упрочивает международное признание уровня технического и финансового потенциала страны и создает возможности для роста объемов экспорта;

⇒ уровень негативного воздействия ВСМ на окружающую среду и изменение климата значительно меньше, чем у автомобильного или авиационного транспорта.

**В**ажно точно представлять себе, что такое высокоскоростной транспорт и чем он отличается от скоростного. На сегодняшний день в мире нет однозначного определения высокоскоростного железнодорожного транспорта, зачастую под одним и тем же термином понимают разное. В соответствии с Техническим регламентом «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (утвержден постановлением Правительства РФ от 15.07.2010 № 533) высокоскоростной железнодорожный подвижной состав и его составные части, выпускаемые для эксплуатации на территории Российской Федерации, предназначены для использования на железнодорожных путях общего пользования со скоростью более 200 км/ч.

Представление о высокоскоростном транспорте может различаться как по странам, так и по историческим периодам. В начале XXI в. к высокоскоростным относили поезда, способные развивать скорость выше 150 — 160 км/ч, и уже в 10-е годы столетия скорость высокоскоростных поездов составляет более 200 км/ч на обычных модернизированных линиях, а на специализированных — больше 250 — 300 км/ч. В дальнейшем скорость будет только увеличиваться, что неизбежно повлечет изменения в классификации скоростных и высокоскоростных поездов. Скорость поездов, относящихся к скоростным, как правило, не превышает 200 км/ч.

Одно из понятий «высокоскоростная линия» дается Евросоюзом в Директиве 96/48/ЕС. В соответствии с положениями Директивы к высокоскоростным относятся новые линии для движения с максимальной скоростью 250 км/ч и более, реконструированные действующие для движения с максимальной скоростью 200 км/ч и рекон-

струированные с ограничениями скорости по топографическим или иным условиям.

Высокоскоростные поезда должны быть построены таким образом, чтобы обеспечивать безопасное бесперебойное движение на скорости 250 км/ч и выше на специальных высокоскоростных линиях. При этом необходима способность поездов развить скорость до 300 км/ч при особых обстоятельствах, в том числе до скорости 200 км/ч на обычных линиях, специально модернизированных для высокоскоростного движения, и максимально возможные скорости на прочих линиях.

Высокоскоростное сообщение требует полной совместимости характеристик подвижного состава и инфраструктуры. Эффективность, безопасность и качество эксплуатации зависят от совместимости подвижного состава и инфраструктуры, поэтому данному параметру уделяется особое внимание в законодательстве ЕС.

Международный союз железных дорог выделяет четыре типа систем высокоскоростного сообщения.

**Первый тип:** классическая система высокоскоростного сообщения, к которой относятся линии и неэксплуатируемые на других линиях высокоскоростные поезда. Именно так устроена японская система «Синкансэн».

**Второй тип:** сеть высокоскоростных линий, на которых обращаются высокоскоростные поезда, они могут также эксплуатироваться и на обычных линиях. Пример — Франция, где высокоскоростные поезда эксплуатируются и на обычной сети железных дорог.

**Третий тип:** на высокоскоростных линиях эксплуатируются не только высокоскоростные поезда, скорость которых более 250 км/ч, но и обычные, оборудованные системой перехода с одной ширины колеи на другую. Из-за более низких скоростей движения обычных поездов пропускная способность высокоскоростных линий снижается. С другой стороны, высокоскоростные поезда не эксплуатируются на обычных линиях. Таким образом работает система высокоскоростного сообщения Испании AVE.

**Четвертый тип:** на высокоскоростных линиях могут эксплуатироваться в том числе и обычные поезда, а на обычных линиях — высокоскоростные поезда. Примеры: железнодорожные системы Италии и Германии.

В Российской Федерации в настоящее время высокоскоростное движение организовано на существующих линиях, которые были модернизированы для развития скорости до 250 км/ч. В ближайшей перспективе в России появятся выделенные высокоскоростные магистрали, на которых станет возможным развивать скорость свыше 400 км/ч. В планах — создание сети высокоскоростных магистралей, которая свяжет между собой крупные города, а также выйдет за пределы страны, организовав

международные высокоскоростные пассажирские транспортные коридоры.

Пока развитие высокоскоростного движения в Российской Федерации находится в начальной стадии, постепенно начинает формироваться правовая и организационно-техническая база для создания сети ВСМ. Активнее в этом вопросе становятся правительство, президент страны, железнодорожники и бизнес, тяготеющий к транспортной отрасли.

Перед любой страной, решившей строить ВСМ, в первую очередь встает вопрос о том, нужно ли создавать отдельную линию или достаточно просто ускорить движение по существующей дороге. Ответ зависит от численности населения связанных регионов, экономического развития и загруженности имеющейся линии. Например, в Финляндии, где расстояния достаточно большие, а численность населения мала, ускорение движения на существующих дорогах до 200 км/ч (как правило, эта скорость есть физический предел «ускорения») оказалось самым разумным шагом. Во Франции же, с ее перегруженными пригородными и грузовыми магистралями, построение отдельных линий было неизбежно, причем довольно скоро даже эти выделенные линии достигли предела насыщения. Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что при соединении городов с количеством жителей более 5 — 7 млн. человек на расстояниях порядка 500 — 700 км выделенная линия — почти неизбежное решение.

Что касается России, то первые эксперименты по созданию специализированных высокоскоростных железнодорожных линий относятся к концу 1960-х годов. Разработок было много (среди них — знаменитый ЭР200), однако до реализации промышленной системы дело так и не дошло. Новейшая история первой ВСМ Москва — Санкт-Петербург началась в 1991 г., когда президент РФ издал указ, в котором предписывалось создать Российское акционерное общество высокоскоростных магистралей. Перед обществом ставились две главные задачи: создать высокоскоростную железную дорогу Петербург — Москва и начать выпуск для нее электроподвижного состава, рассчитанного на движение со скоростью 350 км/ч.

Проект был остановлен во время кризиса 1998 г., и Минтранс РФ принял решение начать развивать высокоскоростное движение через «ускорение» существующей Октябрьской дороги. Так родился проект «Сапсан» — он существенно улучшил ситуацию с транспортной доступностью между Москвой и Санкт-Петербургом, однако в конечном итоге его следует считать лишь шагом на пути к полноценной выделенной ВСМ.

К возрождению проекта ВСМ ОАО «РЖД» вернулось в 2006 г., когда было создано ОАО «Скоростные магистрали». Задачей компании является подготовка и запуск проекта ВСМ под рабочим названием «ВСЖМ 1». На сегодняшний день выполнена трассировка и подготовлено обоснование инвестиций проекта. Результатом исследования международного опыта в реализации ВСМ стало решение строить ВСМ на основе контракта жизненного цикла (КЖЦ). Сейчас компания готовит международный тендер по схеме КЖЦ, разработа-



Полигон эксплуатации скоростных поездов в России — 1240 км

тая полноценную концепцию проекта, которую можно будет представить на международном рынке инфрапровайдеров и финансовых институтов.

На ВСЖМ 1 развитие высокоскоростного движения в России не закончится. Новый поворот в судьбе ВСМ в РФ произошел недавно. Сначала в ОАО «РЖД» под председательством вице-спикера Госдумы РФ А.Д. Жукова и президента Компании В.И. Якунина собрался общественный совет по вопросам ВСМ в России. На нем было принято решение выйти в правительство РФ с конкретными проектами развития ВСМ в стране. Через некоторое время предложения были обсуждены на встрече с президентом В.В. Путиным. И дело, как говорится, стало набирать ход.

В конце мая текущего года в Сочи президент России В.В. Путин провел совещание «О перспективах развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации». Глава государства, в частности, отметил, что развитие высокоскоростного сообщения должно сопровождаться серьезными инвестициями в безопасность перевозок, в том числе антитеррористическую защищенность, технологическую и пожарную безопасность. Кроме того, цена билетов на высокоскоростной железнодорожный транспорт должна быть для граждан доступной.

На совещании было отмечено, что высокоскоростные магистрали — это мировая тенденция. Техника, инфраструктура высокоскоростного движения — это, безусловно, все элементы XXI века. Строительство таких линий — само по себе уже свидетельство высокого технического, технологического и инвестиционного потенциала любой страны. И это хорошо понимают в таких странах как Япония, Китай, Франция, другие государства. Они активно развивают высокоскоростное движение, и это заметно помогает увеличить пропускную способность железных дорог, повысить мобильность населения, разгрузить аэропорты.

В России скорость перемещения пассажиров и особенно грузов по железной дороге пока остается скромной. Она у нас практически не отличается от того уровня, который был достигнут в конце 80-х годов еще в Советском Союзе. Поэтому необходимо расширять узкие места, строить новые железные дороги, наращивать скорость поездов, улучшать организацию движения на действующих магистралях, надо создавать по-настоящему эффективную железнодорожную сеть. Одна из главных ролей в решении этих вопросов отводится высокоскоростному сообщению.

Надо заметить, что в России уже сделаны определенные шаги в организации скоростного движения, имеется в виду направления Санкт-Петербург — Москва, Москва — Нижний Новгород и Санкт-Петербург — Хельсинки. Свою востребованность и эффективность эти линии уже доказали. Пассажиропоток растет, причем, растет очень быстрыми темпами. Но возник ряд проблем. Все-таки нужно адаптировать это движение к потребностям людей, причем, проживающих на всех территориях, в том числе и вдоль трасс. Не все было продумано должным образом. Теперь нужно двигаться, безусловно, дальше, учитывать все наработки и заранее предусмотреть все проблемные вопросы.

К развитию скоростного и высокоскоростного движения, как отметил президент России, надо подходить комплексно, поэтапно: нужно определять в каждом конкретном случае, исходя из экономической целесообразности, какой именно вид сообщения наиболее целесообразен в настоящее время на конкретном маршруте, какое решение будет наилучшим для транспортной системы страны в целом.

В настоящее время рассматривается несколько направлений строительства новых высокоскоростных магистралей. Одно из них — это Москва — Поволжье, и конкретно Москва — Казань. По предварительным данным, время в пути от Москвы до Казани с постройкой ВСМ сократится с 11,5 ч до



**Создание ВСМ - неизбежный этап в развитии скоростного железнодорожного движения в России.**

**Развитие скоростного и высокоскоростного движения в России**

3 ч 30 мин. Другое перспективное направление – Москва – Ростов-на-Дону – Адлер. В этом направлении время в пути сократится до 8 ч. Также очень востребованное направление, особенно если в первом случае это круглогодичная востребованность, то во втором она сезонная, но с учетом того, что Сочи становится круглогодичным курортом, то в целом и этот фактор имеет очень серьезное значение.

Однако в первую очередь пока нужно учитывать экономическую целесообразность, окупаемость этих проектов, на срок возврата вложенных средств. Должна быть сформулирована четкая, внятная финансовая и организационно-правовая схема внедрения всех этих проектов, просчитаны ожидаемые эффекты от запуска магистралей как для государства, так и для потенциальных инвесторов. Только при таких условиях будет обеспечено рациональное расходование ресурсов, привлечение к работе частного бизнеса и регионов. В обосновании этих проектов должны содержаться решения по тарифной политике и стоимости билетов. Цена на них должна быть приемлемой и доступной для подавляющего большинства граждан. И, конечно, не нужно забывать о том, как это отразится на скорости грузовых перевозок, как вообще реализация таких проектов косвенно или напрямую будет связана со скоростью грузовых перевозок.

Также необходимо определиться с тем, кто будет строить ВСМ. Базовое требование при заключении контрактов на строительство железнодорожных путей – безусловно, приоритет для российских подрядчиков. Это касается общестроительных работ и сферы высоких технологий. Конечно, не обойтись без зарубежных партнеров, особенно в высокотехнологичной сфере. Но работа должна идти так, чтобы в конечном счете дело велось как можно более глубокой локализации той или иной техники на территории Российской Федерации.

Просуммировав все эффекты от внедрения ВСЖМ 1, можно выделить следующие элементы воздействия данной магистрали на российскую экономику:

- стимулирование экономики страны путем создания эффективных транспортных коридоров и связывания городов в агломераты;

- повышение мобильности населения, способствующее активному вовлечению граждан в большее количество бизнесов и улучшению кооперации бизнеса;

- переключение основных пассажиропотоков на ВСЖМ 1, что обеспечит увеличение пропускных мощностей главного хода Октябрьской дороги для грузового, низкоскоростного пассажирского движения, а также улучшение пригородного сообщения;

- улучшение транспортной доступности удаленных от Москвы регионов путем комбинирования ВСЖМ 1 с пригородными поездами;

- повышение транспортной доступности и расширение обслуживаемой зоны аэропортов Шереметьево и Пулково благодаря комбинированию их с ВСЖМ 1;

- общее технологическое развитие российских железных дорог, обусловленное освоением инновационных технологий при строительстве ВСЖМ 1;

- повышение политического престижа страны за счет вступления России в клуб стран – обладателей ВСМ;

- создание новых рабочих мест для управленцев, обслуживающего персонала, рабочих, вовлеченных в проект ВСЖМ 1;

- переключение значительной части трафика с автомобильных дорог на ВСЖМ 1, что, в свою очередь, снизит остроту проблемы пробок, а также значительно уменьшит смертность на дорогах.

По предварительным подсчетам (выполненным по российским методикам), коэффициент бюджетной эффективности от строительства ВСЖМ 1 составляет 2:1, т.е. на один вложенный рубль бюджет получит в итоге два рубля дохода. При использовании инновационных методик КЖЦ и гармонизированных стандартов этот показатель может подняться до 3:1 или даже 4:1, как во Франции.

Выступая на совещании по ВСМ, президент ОАО «РЖД» В.И. Якунин отметил, что в России предусмотрено строительство 4253 км линий высокоскоростного сообщения и запуск 6942 км линий скоростного движения. Это все увязано в единую схему. Создание высокоскоростного сообщения позволяет повысить экономическую эффективность и трудовую миграцию, что приведет к увеличению заработной платы в районе агломерации. Например, если взять 200 км вокруг Москвы, то зарплата поднимется на уровень 30 – 50 % просто

за счет того, что люди смогут выбирать место для работы, трудиться и перемещаться значительно эффективнее.

Очень важное значение имеет то, что по данным Международного союза железных дорог, высокоскоростные магистрали являются наиболее энергоэффективными и экологичными видами транспорта. Энергозатраты на одного пассажира ВСМ в 4,3 раза ниже, чем на автомобиле, и в 8,5 раза – чем у авиаперевозчиков. Требования по землеотводу под инфраструктуру ВСМ при такой же пропускной способности в два-три раза ниже, чем для автомагистралей, а безопасность на два порядка выше. Гарантированная скорость поезда до четырех раз превышает скорость автомобиля. На расстояниях от 400 до 1000 км (это 1,5 – 3,5 ч пути) высокоскоростные железнодорожные перевозки имеют существенное преимущество перед автотранспортом, а также и перед авиацией.

Очень важно подчеркнуть, что создание высокоскоростных систем отвечает принятым в стране установкам на развитие транспортной системы России как моста между Дальним Востоком, Тихоокеанским регионом и Европой. Возникновение таких поездов, безусловно, повышает привлекательность нашей страны и для туристов, и для бизнесменов, которые предпочитают путешествовать наземным транспортом, а не летать самолетами. Принятие соответствующих решений обеспечит качественно новый уровень транспортной инфраструктуры Российской Федерации на ближайшие 50 – 70 лет.

Наиболее масштабные планы развития транспортных коридоров сегодня объявлены Китаем. Россия на настоящем этапе имеет возможность не только участвовать в их организации, но и быть ключевым игроком в их создании и эксплуатации. Здесь важно подчеркнуть, что необходимо развивать так называемую ВСМ-2 – это Москва, Владимир, Нижний Новгород, Казань, Екатеринбург с подключением Перми, Уфы, Челябинска и Самары за счет рокадных ходов и рокадного железнодорожного сообщения. Ну и, естественно, не забывая о ВСМ «Центр – Юг» – это Москва, Воронеж, Ростов-на-Дону, Адлер и, конечно, ВСЖМ 1 – «Москва – Санкт-Петербург», которая также очень хорошо просчитана и проработана. При этом проводится модернизация примыкающей инфраструктуры для максимального использования потенциала ВСМ путем подвоза пассажиров по скоростным линиям. Общая численность населения в зоне действия сети ВСМ – более 100 млн. человек – это 70 % нашего населения.

Сейчас в стране уже есть определенный опыт скоростного сообщения. За время эксплуатации поезда «Сапсан» (три года) перевезено 9 млн. пассажиров. Спрос на билеты зачастую превышает предложения. Поезд идет со скоростью до 250 км/ч. С 2010 по 2012 гг. суммарное увеличение пассажиропотока по железной дороге между Москвой и Санкт-Петербургом составило 860 тыс. человек – рост 15 %. Для сравнения: дальние пассажирские перевозки по всей территории России в этот период возросли всего на 1 %. На линии Санкт-Петербург – Хельсинки благодаря «Аллегро» за два года пассажиропоток в международном желез-

нодородном сообщении вырос на 43 %, в 2012 г. – до 495 тыс. человек.

В качестве первого этапа, безусловно, наиболее выгодно будет построить ВСМ на направление Москва – Владимир – Нижний Новгород – Казань. Протяженность этой линии 803 км. Она пройдет по шести субъектам Российской Федерации – это Москва, Московская, Владимирская, Нижегородская области, Татарстан и Удмуртия. Дальнейшее развитие линии предусматривает присоединение к ней Урала и Поволжья.

Запуск участка обеспечит сокращение времени следования между Москвой и Казанью в четыре раза – до 3,5 ч. При этом в часовой доступности будут находиться Владимир и Чебоксары. Подключение Набережных Челнов и прилегающих территорий также будет обеспечено. Время в пути между Нижним Новгородом и Казанью вообще сократится в семь раз – с 10 ч 32 мин до 1 ч 37 мин. Организация остановок на расстоянии в 40 – 60 км выравнивает транспортную доступность. Но при этом можно разработать схему так называемых прямых поездов и поездов, которые будут останавливаться на большем числе станций именно для того, чтобы обеспечить транспортную доступность для максимального количества населения.

На всех стадиях жизненного цикла ВСМ создается значительное число новых высокопроизводительных, высококвалифицированных рабочих мест. В частности, на участке Москва – Казань на стадии строительства создается 80 тыс. рабочих мест, в том числе 45 тыс. в сопутствующих отраслях. На стадии эксплуатации 30 тыс. рабочих мест, в том числе 15 тыс. в сопутствующих отраслях.

Очень важно подчеркнуть, что высокоскоростная магистраль – это принципиально новый высокотехнологичный объект, проектирование, строительство, оснащение и эксплуатация которого требуют весьма высококвалифицированных кадров и сложной техники. Для преодоления технологического разрыва с зарубежными партнерами необходимо быстрое приобретение отечественными научными и инженерными школами соответствующих компетенций.

Локализация, которая сегодня предусматривается по проекту «Ласточка», достигает 80 %. Была бы и больше, но только наши партнеры часть электроники сами покупают на стороне у японцев. То есть это практически полная локализация производства на территории России. И именно по такому же пути предполагается пойти в развитии высокоскоростного движения, приглашая партнеров с новейшими технологиями. Очень важно, что необходимо будет развивать производственную базу на территории Российской Федерации как для выпуска этого подвижного состава, так и для его обслуживания.

При создании линии Москва – Казань российский бизнес, по расчетам ОАО «РЖД», получит заказ только на поставку строительной продукции более чем на 270 млрд. руб., еще до 100 млрд. руб. — на технику и обустройство линии. Это машины, энергетика, системы автоматики и связи. С точки зрения и зарубежного опыта, и просчета математической модели, наиболее

В перспективе Китай запланировал строительство крупнейшей сети ВСМ «Шелковый путь», которая соединит Дальний Восток и Европу. В настоящий момент Китай проводит переговоры с 17 странами, через территорию которых должна пройти ВСМ.

Обсуждаются 2 варианта маршрута ВСМ:

1 вариант через Индию, Пакистан, Иран, Турцию и далее через Стамбул в Европу.

2 вариант через Казахстан и Россию. Таким образом, строительство ВСМ создает приоритетное преимущество России перед другими странами в борьбе за мировые транзитные товаропотоки



### Строительство ВСМ – стратегическая задача государства и гарантия интеграции транзитных потоков через территорию России

Зона тяготения перспективных железнодорожных магистралей и ВСМ

оптимальным является финансирование на принципах государственно-частного партнерства, где в развитие инфраструктуры государство вкладывает 70 % необходимых инвестиций, а 30 % вкладывает частный бизнес для развития того, что называется суперинфраструктурой — это поезда и все обустройство, которое там есть. Общая стоимость строительства – 928 млрд. руб., при этом государственный грант – 650 млрд. руб. На этапе эксплуатации необходима государственная субсидия в размере 315 млрд. руб.

И, наконец, надо рассмотреть организационно-правовую схему реализации проекта. На сегодняшний день существует Указ президента, который определяет дочернее предприятие ОАО «РЖД» «Скоростные магистрали» как проектировщика. В Компании считают, что необходимо изменить схему. Инициатором реализации проекта должен быть владелец инфраструктуры — это ОАО «РЖД», заказчиком должно выступать совместное предприятие, которое может быть создано на базе «Скоростных магистралей» с привлечением потенциальных инвесторов. И в такой схеме предложенная финансовая модель будет реализована.

Рассмотрев все аспекты, связанные с внедрением ВСМ в нашей стране, Общественный совет при президенте ОАО «РЖД» по вопросам развития скоростного и высокоскоростного сообщения в РФ сформировал следующие предложения для дальнейшего рассмотрения и утверждения их в правительственных и других государственных органах.

Первое. Разработать и внести на рассмотрение Государственной Думы проект федерального закона о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации в связи с созданием инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта в Российской Федерации, в том числе предусматривающего создание упрощенного порядка подготовки и изъятия земельных участков, создание в Федеральном казначействе лицевого счета ОАО «Скоростные магистрали», оптимизацию налоговой схемы проекта, установление ограничений в

отношении оборота инфраструктуры ВСМ и акций ОАО «Скоростные магистрали».

Второе. Разработать и внести на рассмотрение Государственной Думы проекты федерального закона о внесении изменений в Федеральный закон о федеральном бюджете на текущий финансовый год и плановый период в целях выделения субсидий в размере 16 млрд. 238 млн. руб. на проектирование головного участка высокоскоростной железнодорожной магистрали ВСМ-2 «Москва – Казань».

Третье. Поддержать осуществление финансирования проектов скоростного и высокоскоростного сообщения в Российской Федерации с привлечением бюджетных и внебюджетных источников финансирования проектов и внесение изменений в Федеральный закон от 03.12.2012 № 216-ФЗ «О Федеральном бюджете на 2013 г. и на плановый период 2014 – 2015 годов».

Четвертое. Для концентрирования усилий, достижения целей по созданию ВСМ организовать в регионах, тяготеющих к прохождению высокоскоростных трасс, общественно-информационные центры из представителей государственных органов власти, коммерческих организаций, научных и общественных объединений.

Пятое. Рекомендовать субъектам Российской Федерации оказать поддержку ОАО «Скоростные магистрали» в части подготовки обоснования инвестиций в строительство высокоскоростных магистралей. Создать рабочие группы для подготовки изменений в схемы территориального планирования.

Шестое. Разработать программу научных исследований и программу подготовки кадров в сфере высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Сегодня Россия находится в начале пути внедрения ВСМ и надо, чтобы деятельность всех частных к этому структур ускорилась с каждым днем, становилась эффективнее на благо нашей страны и народов, ее населяющих. Сделаем свой прыжок в будущее как можно скорее.

Инж. Ю.А. ЖИТЕНЁВ,  
г. Москва

# РЕКУПЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ — ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

## С сетевой школы

На сетевой школе, состоявшейся в начале июня текущего года в эксплуатационном локомотивном депо Туапсе, участники обсудили актуальные проблемы повышения уровня энергии рекуперации и эффективности ее использования. В совещании приняли участие руководители и специалисты локомотивного комплекса, Департамента технической политики и Управления планирования и нормирования матери-

ально-технических ресурсов ОАО «РЖД», Северо-Кавказской дороги, ведущие сотрудники научных организаций, машиностроительных и ремонтных предприятий.

С приветственным словом к ее участникам обратился заместитель главного инженера Северо-Кавказской дороги М.А. ЩЕРБАКОВ. Председательствовал на школе и.о. главного инженера Дирекции тяги ОАО «РЖД» Е.А. САМСОНОВ.

В своем выступлении Евгений Анатольевич отметил, что Дирекцией тяги, начиная с 2009 г., регулярно проводятся сетевые школы по вопросу повышения энергетической эффективности рекуперативного торможения. Одной из приоритетных задач Дирекции, наряду с обеспечением безопасности движения, является повышение эффективности ресурсосбережения в локомотивной тяге.

На этом направлении с 2004 г., когда образовалась Компания, в локомотивном хозяйстве накоплен значительный опыт и получены положительные результаты (рис. 1). Удельный расход электроэнергии снижен на 8,8 % (со 119,7 кВт·ч/изм. до 109,2), а в теплотяге — на 8,3 % (с 68,3 кг ут/изм. до 62,6).

За 5 мес. 2013 г. удельный расход электроэнергии на тягу поездов снижен на 0,4 % (со 111,3 кВт·ч/изм. до 111), а дизельного топлива — на 1,1 % (с 62,8 кг ут/изм. до 62,1). На рис. 2 представлено выполнение нормативов расхода электроэнергии на тягу поездов.

Докладчик особо отметил тот факт, что, локомотивное хозяйство Дирекции тяги является одним из крупнейших на сети потребителей электрической энергии рекуперации.

С 2003 по 2012 гг. удельная рекуперация возросла с 3,2 до 4,2 кВт·ч/изм. (31,3 %), а абсолютное значение — с 905,7 до 1404,7 млн. кВт·ч (55 %). Возврат электроэнергии в 2012 г. при плане 1,386 млрд. кВт·ч составил 1,404 на сумму 3,3 млрд. руб. и имеет тенденцию к росту. На рис. 3 показана динамика энергии рекуперации за 2003 — 2012 гг.

По итогам 5 мес. 2013 г. возвращено в контактную сеть 584 млн. кВт·ч электроэнергии на сумму 1,4 млрд. руб. В мае при плановом задании 7 кВт·ч/10 тыс. т·км брутто значение удельного показателя рекуперации выросло на 4,1 % и достигло 7,3 кВт·ч/10 тыс. т·км брутто.

В контактную сеть, при плане 86,1 млн. кВт·ч возвращено 89,7 на сумму 211,5 млн. руб.

Не выполнен план возврата электроэнергии Красноярской дирекцией тяги (в объеме 1,4 млн. кВт·ч на сумму 3,2 млн. руб.), Приволжской (0,52 млн. кВт·ч на 1,2 млн. руб.), Северной (0,22 млн. кВт·ч на 0,51 млн. руб.) и Западно-Сибирской (0,13 млн. кВт·ч на 0,31 млн. руб.). На рис. 4 представлено выполнение нормативов удельной рекуперации электроэнергии по территориальным дирекциям тяги за 5 мес. 2013 г.

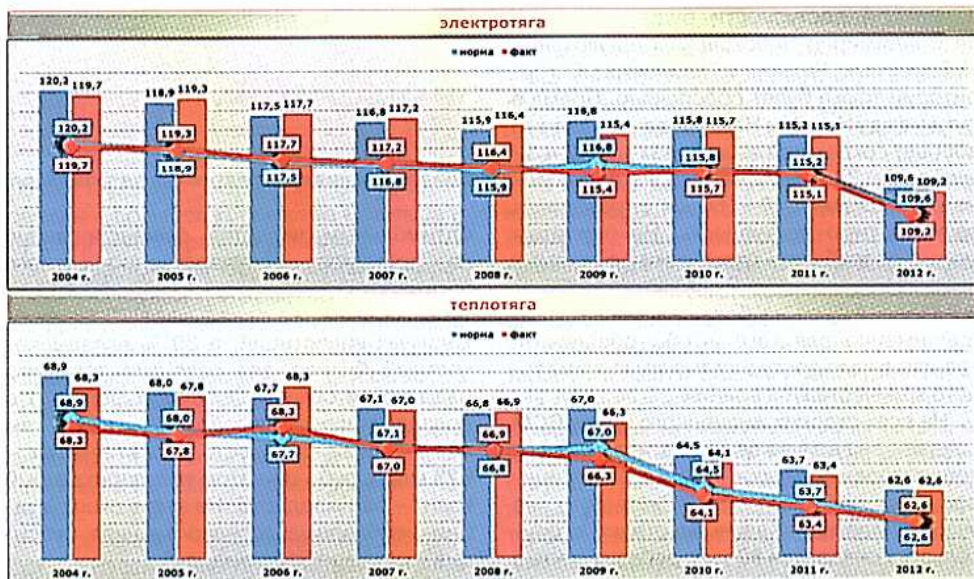


Рис. 1. Динамика удельных расходов электроэнергии и дизельного топлива в Дирекции тяги ОАО «РЖД» за 2004 — 2012 гг.

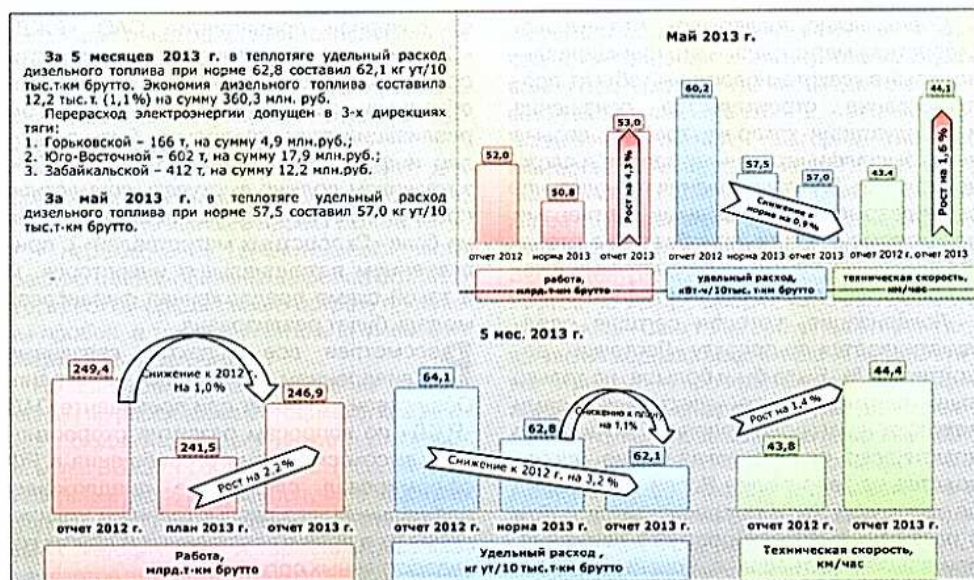


Рис. 2. Выполнение нормативов расхода электроэнергии на тягу поездов

Серьезным препятствием для широкого применения рекуперации, помимо конструктивных особенностей локомотивов (рода тока, схемы и конструктивные особенности системы рекуперации), является значительное разнообразие модификаций тягового электроснабжения и, как следствие, технологий рекуперации:

- на однопутных, двухпутных и трехпутных участках;
- в системах тягового электроснабжения 50 Гц, 25 кВ и 2×25 кВ;

- на горных, переменного профиля и равнинных участках;
- на участках, приближенных к мощным генераторам энергосистем и наоборот, работающих в условиях дефицита электроэнергии, наличия длинных линий электроснабжения и удаленных;
- на участках с кратной тягой с головы поезда, а также с тягой «голова — хвост толкание», имеющих свои особенности рекуперации;
- при ведении пассажирских поездов.



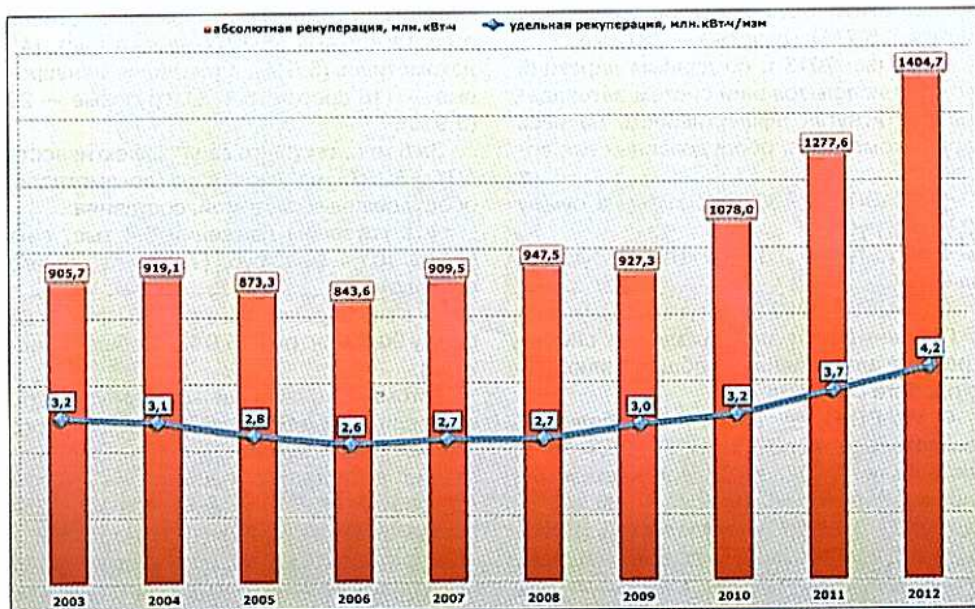


Рис. 3. Динамика энергии рекуперации за 2003 — 2012 гг.

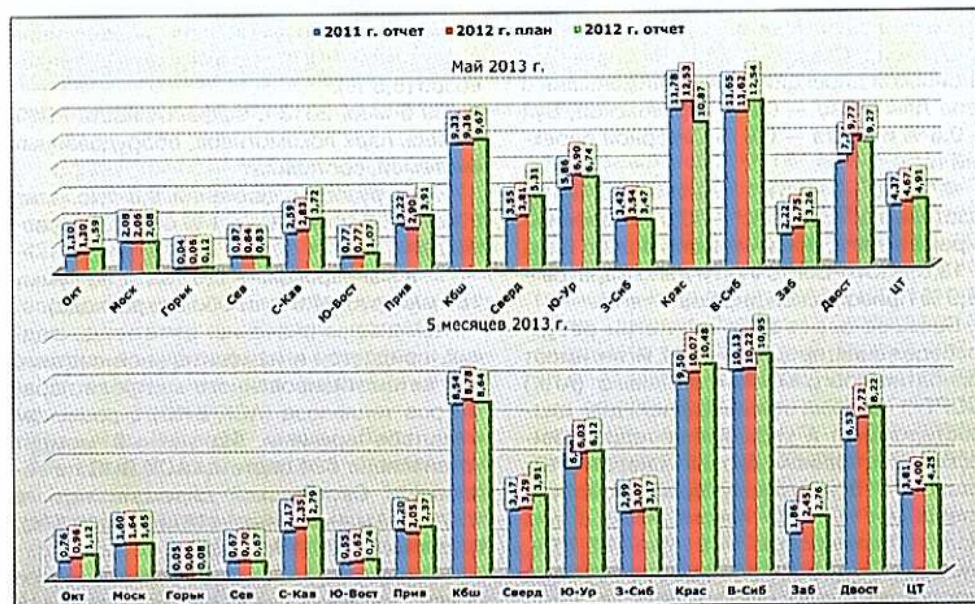


Рис. 4. Выполнение нормативов удельной рекуперации электроэнергии по территориальным дирекциям тяги за 5 мес. 2013 г.

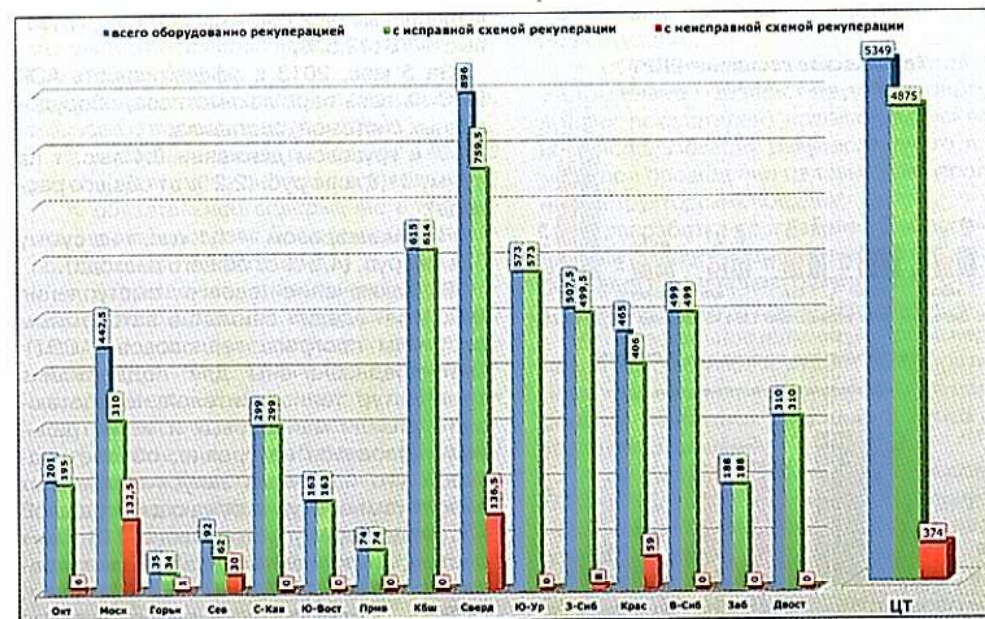


Рис. 5. Техническое состояние систем рекуперативного торможения по территориальным дирекциям тяги на 1.06.2013 г.

К специфическим особенностям применения рекуперации также следует отнести использование комбинированного торможения (рекуперативно-пневматического).

Учет многообразной специфики рекуперации электроэнергии требует для обеспечения безопасности движения создания серьезного руководящего документа. Его разработка, при участии присутствовавших на школе, станет ощутимым вкладом в повышение безопасности движения и энергоэффективности локомотивов.

Обеспечение устойчивости работы электровозов в режиме рекуперации является одной из основных задач в реализации его расчетных характеристик. При движении локомотива в режиме рекуперации могут происходить его срывы, броски токов, которые не только нарушают алгоритм ведения поезда, а с ним и планируемый баланс между затратами энергии на тягу и возврат ее за поездку, но и создает у машиниста психологическую неуверенность в применении рекуперативного торможения. Более того, у него возникает и негативное отношение к режиму в целом.

За 2012 г. Дирекцией тяги совместно с Дирекцией по ремонту тягового подвижного состава и ОАО «Желдорремаш» восстановлено около 350 схем рекуперативного торможения. На 1.06.2013 г. число неисправных электровозов насчитывается около 370 ед. На рис. 5 представлено техническое состояние систем рекуперативного торможения по территориальным дирекциям тяги.

Как уже ранее неоднократно отмечалось в соответствующих документах ОАО «РЖД», продолжил Е.А. Самсонов, рекуперативное торможение является не только энергосберегающим мероприятием, но и важнейшим элементом обеспечения безопасности движения поездов.

Наиболее актуальными мероприятиями, направленными на повышение эффективности рекуперативного торможения, как энергосберегающего мероприятия, так и средства обеспечения безопасности движения, являются:

- ☉ обучение и стимулирование локомотивных бригад на основе положения от 29.11.2012 № ЦТ-116р;
- ☉ восстановление разоборудованных систем рекуперации;
- ☉ настройка неисправных систем рекуперации;
- ☉ поставка новых рекуперирющих электровозов.

Решение организационных вопросов повышения эффективности рекуперации, так же как и вопросы ведения поездов в режиме рекуперации имеют свою специфику. Так, передислокация 18 электровозов серии ВЛ80Р с Красноярской дороги на другие и, как следствие, сокращение объема абсолютной рекуперации требует поисков дополнительных путей по выполнению плановых заданий. Похожие задачи стоят и по повышению эффективности рекуперации новых электровозов серии 2ЭС6 на Свердловской, Западно-Сибирской и Южно-Уральской дорогах.

Обучение локомотивных бригад остается приоритетной задачей Дирекции тяги. Однако данный вопрос возможно решать только в комплексе. Например,

на Московской дороге значительное число электровозов с неисправной схемой рекуперации не позволяет локомотивным бригадам поддерживать навыки управления режимом рекуперации на должном уровне.

В заключении своего выступления Е.А. Самсонов обратил особое внимание слушателей на новые разработки научных организаций, позволяющие значительно повысить эффективность рекуперации. В первую очередь к ним относятся:

- статический преобразователь для электровозов ВЛ10 и ВЛ11, разработанный ОАО «ВНИИЖТ» (г. Москва), и ООО «НПО „САУТ“» (г. Екатеринбург);

- электронный шунт взамен индуктивного ИШ-95 для грузовых электровозов переменного тока ВЛ80 всех индексов, разработанный ПКБ ЦТ совместно с ООО «НПО „Сатурн“» (г. Санкт-Петербург).

По результатам опытной эксплуатации данные устройства, установленные на локомотивах, позволяют значительно повысить эффективность использования рекуперативного торможения.

С подробным докладом по повышению энергетической эффективности перевозочного процесса перед участниками сетевого совещания выступил начальник топливно-энергетического отдела Дирекции тяги В.Н. Игин.

Эффективная работа и использование в полном объеме ресурсосберегающих технических средств, сказал Валерий Николаевич, — залог экономии топливно-энергетических ресурсов. На рис. 6 представлено состояние на 1.06.2013 г. ресурсосберегающих технических средств.

В настоящее время на локомотивах установлены 3422 системы автоведения, в том числе на пассажирских локомотивах 2326 (68 %), а на грузовых — 1096 (32 %). Однако не все они находятся в технически исправном состоянии. Система автоведения не действует на 91 локомотиве (2,6 %), в том числе на пассажирских локомотивах — 33 системы (1,4 %), грузовых — 58 (5,3 %).

Неэксплуатируемый парк локомотивов с системой автоведения составляет 156 ед.

(4,5 %), в том числе пассажирские — 134 системы (5,7 %), грузовые — 22 (2 %).

За 5 мес. 2013 г. по данным дирекций тяги при использовании систем автоведения достигнутая эффективность на весь парк локомотивов, оборудованных ею, составила:

- УСАВП-П — 35 млн. кВт·ч на сумму 82,5 млн. руб.;

- УСАВП-Г — 2,6 млн. кВт·ч на сумму 6 млн. руб.;

- УСАВП-Т — 109,2 т на сумму 3,2 млн. руб.

Процент использования данных систем в режиме автоведения от общего линейного пробега составил:

- УСАВП-П — 70,2 % (наибольший показатель в депо Лихая — 96,7 % и Кавказская — 92 % Северо-Кавказской дирекции тяги, Челябинск — 86,1% и Каргалы — 95,3% Южно-Уральской дирекции тяги, а наименьший процент — в депо Киров — 24,6 % и Красноуфимск — 27,5% Горьковской дирекции тяги, Вязьма — 10,1% и Рязань — 27,4 % Московской дирекции тяги);

- УСАВП-Г — 12,5 % (наибольший процент в депо Курган — 65,7 % Южно-Уральской, Омск — 33,2 % Западно-Сибирской дирекций тяги, а наименьший в депо Лянгасово — 0,2 % Горьковской, Буй — 0,8 % и Лоста — 0,6 % Северной дирекции тяги);

- УСАВП-Т — 31,1 % (наибольший показатель в депо Котлас — 50,0 % Северной дирекции тяги, а наименьший в депо Елец — 13,6 % Юго-Восточной и депо Саратов — 26,9 % Приволжской дирекций тяги).

Большое значение в стратегии ресурсосбережения, продолжил В.Н. Игин, имеет аппаратно-программный комплекс (АПК) «БОРТ», который предназначен для диагностирования и управления теплотехническим состоянием дизель-генераторных установок. В настоящее время комплекс установлен на 2655 локомотивах, в том числе на маневровых — 1914 ед. (72,1 %), грузовых — 741 (27,9 %). Эксплуатируемый парк локомотивов с неисправной системой составляет 180 локомотивов (6,8%), в том числе маневровые — 97 ед. (5,1 %), грузовые — 83 (11,2 %).

Неэксплуатируемый парк локомотивов с системой АПК «БОРТ» насчитывает 145 локомотивов (5,5 %), в том числе маневровые — 116 систем (6,1 %), грузовые — 29 (3,9 %).

За 5 мес. текущего года эффективность АПК «БОРТ» на весь парк локомотивов, оборудованных системой, составила:

- в грузовом движении 3,4 тыс. т на сумму 101,4 млн. руб. (7,9 % от общего расхода);

- в маневровом движении 3,1 тыс. т на сумму 90,5 млн. руб. (5,9 % от общего расхода).

Автоматизированная система учета, контроля и анализа расхода дизельного топлива тепловозами, получившая название регистратор параметров работы тепловоза (РПРТ), установлена на 1384 локомотивах, в том числе на маневровых — 1271 система (91,8 %), на грузовых — 113 (8,2%). Эксплуатируемый парк локомотивов с неисправной системой РПРТ составляет — 171,5 ед. (12,4 %), в том числе маневровые — 165 систем (13 %), грузовые — 6,5 (5,8 %).

Неэксплуатируемый парк локомотивов с системой РПРТ насчитывает 90 тепловозов (6,5 %).

За 5 мес. 2013 г. эффективность РПРТ на весь парк локомотивов, оборудованных системой, составила:

- в грузовом движении 0,8 тыс. т на сумму 22,8 млн. руб. (5,1 % от общего расхода);

- в маневровом — 5,6 тыс. т на сумму 167 млн. руб. (4,8 % от общего расхода).

Меньшее значение, отметил докладчик, придается и измерительной системе для автоматизированного контроля параметров тепловоза (АСК ВИС) в реальном масштабе времени. На данный момент установлено 624 системы АСК ВИС на тепловозах Октябрьской дирекции тяги, в том числе маневровых — 18 систем (2,8 %), грузовых — 606 (97,2 %).

Эксплуатируемый парк локомотивов с неисправной системой составляет — 116 ед. (18,6 %). Неэксплуатируемый парк локомотивов с системой АСК ВИС составляет 78 локомотивов (12,5 %), в том числе маневровые — 2 системы (11,1 %), грузовые — 76 (12,5 %).

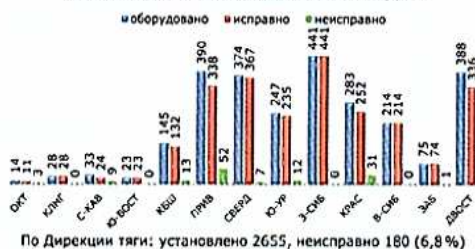
За 5 мес. 2013 г. эффективность АСК ВИС на весь парк локомотивов, оборудованных системой, составила:

- в грузовом движении 0,4 тыс. т на сумму 11,8 млн. руб. (2,2 % от общего расхода);

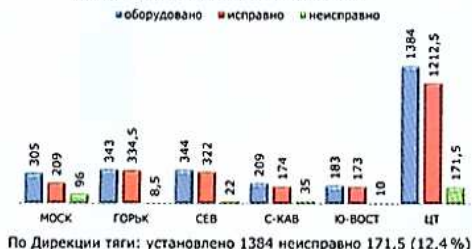
- в маневровом — 1,1 тыс. т на сумму 33 млн. руб. (4,2 % от общего расхода).

В заключение своего выступления В.Н. Игин уделил внимание автономным системам прогрева тепловозов (АСПТ). Они предназначены для поддержания температур теплоносителей неработающего дизеля маневровых и магистральных тепловозов на уровне, обеспечивающем его надежный запуск в условиях низких температур окружающей среды. В настоящее время установлено 216 таких систем, выполненных различными производителями (СПТМ — «Гольфстрим», АСПТ — «Транспортные энергетические системы», АСПТ — «ВНИКТИ», САПТ — «Рубин»).

Техническое состояние АПК «БОРТ»



Техническое состояние РПРТ



Техническое состояние УСАВП



Техническое состояние АСК-ВИС



Рис. 6. Состояние ресурсосберегающих технических средств



На сетевой школе были организованы «круглые столы» специалистов

Эффективность за 4 мес. 2013 г. на весь парк локомотивов, оборудованных системой АСПТ, составила 142,5 т на сумму 4226,5 тыс. руб. (2,1 % от общего расхода).

Приведение в исправное состояние всех вышеуказанных систем позволит более существенно снизить потребление топливно-энергетических ресурсов и позволит сэконоимить для Компании значительные средства.

В рамках сетевой школы были организованы пять «круглых столов», где высококлассные специалисты тяги разработали действенные и конкретные предложения по вопросам обеспечения безопасности движения при использовании рекуперативного торможения, повышения эффективности рекуперации торможения в пассажирском и грузовом движениях, применения рекуперативного торможения на новых электровозах, улучшения системы учета и нормирования, мотивации локомотивных бригад.

Итогом сетевой школы стало решение, в основе которого предусмотрено:

- ★ восстановление в полном объеме разоборудованных систем рекуперации;
- ★ обязательное содержание в эксплуатации электровозов с технически исправной системой рекуперации;
- ★ запрещение приемщикам локомотивов, локомотивным бригадам приемку электровозов после плановых видов ремонта (ТР-1, ТР-2, ТР-3 и СР) с неисправным рекуперативным тормозом, счетчиком электроэнергии режима «рекуперации»;
- ★ обеспечение необходимым технологическим запасом комплектующих для оперативного устранения замечаний по работе рекуперативного тормоза на ПТОЛ основных и оборотных депо;
- ★ разработка регламента взаимодействия Дирекций тяги, по ремонту тягового подвижного состава и «ТМХ-Сервис» (сервисное подразделение ЗАО

«Трансмашхолдинг») по вопросам укомплектования и поддержания схем рекуперации в технически исправном состоянии;

★ проведение мониторинга работоспособности, отказов схем рекуперативного торможения на электровозах и предоставления данных заводу-изготовителю для внесения в нее изменений и доработок;

★ разработка единой типовой инструкции по применению рекуперативного торможения и технологии использования рекуперативного торможения при следовании на запрещающий сигнал;

★ обучение локомотивных бригад на тренажерных комплексах режимам использования рекуперативного торможения и автоведения;

★ введение в программу технических занятий с локомотивными бригадами темы «Использование рекуперативного торможения» (электрическая схема, нестандартные ситуации);

★ обучение локомотивных бригад (с учетом опыта машинистов, добивающихся лучших показателей) навыкам эффективного использования рекуперативного тормоза при проведении целевых и контрольно-инструкторских поездок;

★ разработка программного обеспечения для существующих тренажеров в части обучения применению рекуперации с имитацией реальных условий эксплуатации;

★ обязательное наличие на тренажерах новых локомотивов функции рекуперативного торможения, автоведения и моделирования нештатных ситуаций, а также отказов оборудования;

★ составление перечня действующей в ОАО «РЖД» нормативной документации по нормированию энергоресурсов (распоряжения, методики);

★ разработка методики нормирования заданий по возврату электроэнергии и максимально возможному объему рекуперации;

★ стимулирование локомотивных бригад за эффективное использование рекуперативного торможения;

★ определение участков применения рекуперации и проведение обучения работников аппарата движения пропускам поездов с учетом максимальной эффективности;

★ проведение (ЦТ, ВНИИЖТ) опытных поездок с использованием тягово-энергетических лабораторий для определения продольно-динамических напряжений в составах разнородных грузовых поездов, исключающих риски выдавливания вагонов при следовании на всевозможных уклонах и различных усилиях электрического тормоза;

★ ООО «АВП Технология» на основании опытных поездок усовершенствовать управляющую программу в плане максимального использования рекуперативного торможения на обслуживаемых участках, а также при следовании к местам временного ограничения скорости, исключив совмещенное торможение;

★ замена электромашинных преобразователей НБ-436 на статические на грузовых электровозах постоянного тока;

★ оборудование электровозов ВЛ80С, ВЛ80Т индуктивными шунтами по проекту Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ);

★ установка на заводском ремонте на электровозах ВЛ11 комплекта электрооборудования рекуперативного торможения (КЭРТ) по проекту ПКБ ЦТ;

★ подготовка Дирекцией по ремонту тягового подвижного состава специалистов по обслуживанию и регулировке схем рекуперации.

Материалы совещания обобщил  
В.А. АННИН,  
спец. корр. журнала



# БЕЛАЯ КАЛИТВА МЕНЯЕТ ПРИОРИТЕТЫ

Сначала — некоторые факты и комментарии о потерпевшем крушение 9.05.2013 г. на станции Белая Калитва Северо-Кавказской дороги грузовом поезде. Обрывки скоростемерной ленты показали, что его скорость на момент схода составляла 94,5 км/ч. А это более чем в два раза выше того допустимого значения, которое предусмотрено для входных стрелок этой станции. Отсюда закономерный вывод: предотвратить столкновение трехсекционного тепловоза ЗТЭ116 со станционной платформой, а, значит, крушение поезда было невозможно.

Вслед за локомотивом сошел с рельсов 51 вагон. В некоторых из цистерн находились пропан, бензин, мазут, растительное масло. Начался пожар, произошел взрыв. Предстоит разбираться в причинах произошедшего: отчего не сработала система предрейсового контроля, как был допущен к поездке неотдохнувший машинист, почему никого не заинтересовали данные прибора контроля бдительности, который фиксировал его невнимательность.

Правоохранительные органы продолжают расследование причин ЧП. «По факту схода 51 вагона с опасными видами груза с последующим возгоранием и взрывом возбуждено уголовное дело по ч. 1 ст. 263 УК РФ», — сообщила прокуратура.

Действия и состояние локомотивной бригады поезда еще подлежат детальному разбору. Но при этом очевидно: ни один контролирующий бдительность машинистов прибор предотвратить беду не помог. Не сработала и система предрейсового контроля.

Да, прибор контроля бдительности фиксировал замедленную реакцию машиниста, его невнимательность. Но и только. Как выяснилось, в кабине локомотива машинист провел 10 ч, когда, наконец-то, приехал в Белую Калитву. Поэтому уже сегодня первостепенное внимание надо уделить подготовке локомотивных бригад, их состоянию в ходе поездки.

На прошедшем 22 мая заседании правления ОАО «РЖД» были рассмотрены причины и обстоятельства крушения поезда. Признано, что корень беды кроется

в безответственности, беспринципности, наплевательском отношении к своему долгу. Отмечены также недостатки профилактической работы, которая ведется, в основном, от крушения до крушения. Обнаружены признаки проявления вандализма и даже не актуализированы отдельные приказы МПС.

Пора отстрешиться от негативного восприятия роли человеческого фактора как источника всех бед. Поезд вел машинист (человеческий фактор); прибор бдительности машиниста отказал (разработчик — человеческий фактор); не сработала система предрейсового контроля (опять человеческий фактор). Устранить влияние человеческого фактора — задача бессмысленная. Надо, наоборот, привлекать творческий потенциал персонала для создания безопасных условий общечеловеческой деятельности.

При анализе транспортных происшествий следует исходить из общего представления поезда как человеко-машинной системы. Безопасность движения соблюдается в этой системе при использовании совершенной машины и квалифицированного оператора. Причиной перехода движения в опасное состояние являются отказы техники и ошибки человека-оператора. Подготовка квалифицированных кадров и совершенствование техники с учетом предотвращения ошибок оператора обусловлена требованиями экономической целесообразности и относится к обязанностям перевозчика.

Крушение на станции Белая Калитва вновь напоминает о необходимости проявления делового подхода при тщательном анализе причин трагического события. И не следует переходить к эмоциональным всплескам, называя происшедшее предательством и неготовностью руководителей работать без «кнута».

В результате предварительного разбора выявлено только превышение скорости движения и невнимательность машиниста (подсказал прибор бдительности). Не указаны причина нарастания скорости движения, вес и длина поезда, состояние автотормозов, тип и настройка приборов

безопасности, которые регистрируют «невнимательность» машиниста, но не принимают меры для принудительной остановки поезда.

Что касается локомотивной бригады, то она должна держать в памяти дорожную карту предстоящего следования и руководствоваться отметками сложного профиля, в особенности, содержащего кривые участки.

Машинисту следует помнить, что при движении в кривой всегда возникают условия перехода движения в опасное состояние от действия центробежной силы, которая пропорциональна квадрату скорости и увеличивается с уменьшением радиуса  $R$  кривой. Для некоторой компенсации центробежной силы в кривых устраивают возвышение  $h$  наружного рельса, принятая максимальная величина которого составляет 150 мм.

Наиболее благоприятные условия для безопасности движения возникают при полном уравнивании центробежной силы составляющей силы тяжести от возвышения наружного рельса. Скорость  $V_p$ , при которой происходит уравнивание поперечных сил, называется равновесной. Определить величину равновесной скорости можно по формуле:

$$V_p = 0,28\sqrt{R_h},$$

где  $R_h$  — параметр (или характеристика) кривой.

При движении с равновесной скоростью проявляется важное свойство взаимодействия между колесом и рельсом — отсутствие износа гребней колес и боковой поверхности головки рельсов. Поэтому при автоматизации управления движением поезда целесообразно ввести в программу системы параметр кривых участков пути.

Постоянное движение с равновесной скоростью практически невозможно, поэтому нормативы допускают действие поперечных сил, которые задаются величинами непогашенного ускорения  $a_{нр}$ . Общую картину движения поезда в кривых участках машинист может представлять по расчетным данным, приведенным в таблице.

Особую опасность представляет движение поезда по стрелочным переводам вследствие того, что переводная кривая не имеет возвышения. Применительно к событиям на станции Белая Калитва движение по переводной кривой ( $R = 300$  м;  $h = 0$ ) максимально допустимая скорость при  $a_{нр} = 0,7$  м/с<sup>2</sup> составляет 52 км/ч.

Бригада должна обязательно знать, что в случае превышения скорости возможна потеря устойчивости локомотива и, как следствие, опрокидывание локомотива. Критическая скорость для этого случая:

$$V_k = 10\sqrt{\frac{R}{H_{ит}}},$$

Скорость движения в зависимости от радиуса кривой  $R$  и возвышения наружного рельса  $h$

Возвышение наружного рельса, $h = 150$ мм							
$R$ , м	300	500	1000	1500	2000	2500	3000
$V_p$ ( $a_{нр} = 0$ )	60	77	108	133	153	188	203
$V_{д.}$ ( $a_{нр} = 0,4$ )	73	94	133	162	188	210	230
$V_{д.}$ ( $a_{нр} = 0,7$ )	80	103	145	178	206	230	252
Возвышение наружного рельса, $h = 0$ мм							
$V_{д.}$ ( $a_{нр} = 0,4$ )	40	51	72	88	102	114	124
$V_{д.}$ ( $a_{нр} = 0,7$ )	52	67	95	116	134	150	164

Примечания:  $V_p$  — равновесная скорость, км/ч;  $V_{д.}$  — допустимая скорость, км/ч;  $a_{нр}$  — поперечное наружное ускорение, м/с<sup>2</sup>

где  $H_{\text{ЦТ}}$  — высота центра тяжести экипажа относительно головки рельса, м;

$V_k$  — скорость движения, км/ч;

$R$  — радиус кривой, м.

Приблизительные расчеты по приведенной формуле показывают, что при скорости 100 км/ч опрокидывание возможно, если центр тяжести локомотива располагается на высоте  $H_{\text{ЦТ}} = 3$  м. Процесс опрокидывания представлен формулой в чистом виде, но если поезд набирал скорость 95,4 км/ч в режиме тяги, то ситуация движения существенно ухудшается. В этом случае, когда движение отклоняется от равновесной скорости, центробежная сила приводит к перераспределению

вертикальной нагрузки колес тележек на рельсы.

Тяговое усилие действует по продольной оси локомотива, но при разгрузке внутренних колес возникает момент вращения, действие которого вызывает перекок тележек, что способствует сходу локомотива. Опасность схода подстерегает локомотив при движении по S-образной кривой стрелочного перевода, когда центробежная сила меняет направление, и выход на закрестовинную кривую сопровождается дополнительным динамическим воздействием вследствие смещения тележек поперек рельсовой колеи.

Представление локомотивной бригады как единственного виновника происшествия нельзя признать логичным: превышение скорости движения свыше допустимой для грузовых поездов должно вызвать срабатывание приборов безопасности движения. Нельзя давать разрешение на пропуск по стрелочным переводам станции поезда с недопустимой скоростью движения, для этого необходим также внешний предварительный контроль скорости с помощью напольных устройств на достаточном расстоянии от станции.

Д-р техн. наук **М.И. ГЛУШКО**,  
профессор УрГУПСа

## НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

### НЭВЗ передал заказчику 400-й электровоз ЗЭС5К «Ермак»

Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ, входит в ЗАО «Трансмашхолдинг») передал в эксплуатацию ОАО «Российские железные дороги» грузовой трехсекционный электровоз переменного тока ЗЭС5К «Ермак» № 400. Об этом сообщили в Департаменте по связям холдинга.

Юбилейный локомотив отправлен на Забайкальскую дорогу в депо приписки Амурское. В настоящее время в Забайкалье эксплуатируется 80 электровозов ЗЭС5К, парк таких машин продолжает пополняться.

Трехсекционный «Ермак» был создан на основе двухсекционного локомотива, который выпускается с 2004 г. Через три года была сертифицирована бустерная (промежуточная) секция, которая позволила увеличить мощность электровоза в полтора раза; новому локомотиву была присвоена серия ЗЭС5К. Трехсекционные «Ермаки» способны водить тя-

желовесные составы, в том числе на участках пути со значительными уклонами. Этот электровоз был создан в рекордно короткие сроки — за один год.

Бустерная секция имеет комплект оборудования, обеспечивающего работу электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения с управлением одной локомотивной бригадой из кабин головной или хвостовой секции. В электровозе предусмотрен проход из кабины управления головной секции в кабину управления хвостовой секции через бустерную.

Электровозы ЗЭС5К эксплуатируются на Восточно-Сибирской, Дальневосточной и Забайкальской дорогах — филиалах ОАО «РЖД», а также на Одесской дороге («Укрзализныця»).

По материалам Департамента  
по связям с общественностью  
ЗАО «Трансмашхолдинг»





# МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАШИНИСТА ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕНАЖЕРОВ

(Окончание. Начало см. «Локомотив» № 11, 12, 2012 г.; 1 – 6, 2013 г.)

## ЭТАП № 8 ОБУЧЕНИЕ ПОРЯДКУ ДЕЙСТВИЙ В НЕСТАНДАРТНЫХ СИТУАЦИЯХ

Порядок действий обучаемого на тренажере при внезапном появлении на локомотивном светофоре (блоке БИЛ) желтого с красным или красного огней. В случае внезапного появления на локомотивном светофоре желтого с красным или красного огней из-за нарушения нормальной работы устройств АЛСН и следовании поезда со скоростью выше допустимой при этих показаниях машинист для предупреждения остановки поезда экстренным торможением временно выключает электропневматический клапан ЭПК. При этом обратно включить ЭПК надо не позднее, чем через 5 – 7 с.

Если после обратного включения ЭПК на локомотивном светофоре появится более разрешающее сигнальное показание, ключ ЭПК должен быть оставлен во включенном положении. Если же на локомотивном светофоре не появляется более разрешающее показание, то машинист, наряду с периодическим кратковременным отключением ЭПК и последующим его обязательным включением не менее, чем на 3 с, снижает скорость до контролируемой. После этого надо вновь включить ЭПК и далее следовать до первого путевого светофора с особой бдительностью и скоростью, обеспечивающей безопасность движения и остановку поезда перед закрытым светофором или возникшим препятствием.

В случае внезапного появления на локомотивном светофоре белого огня при движении на перегоне или по станционным путям, оборудованным путевыми устройствами АЛСН, машинист может вести поезд до первого путевого светофора (или до появления разрешающего показания на локомотивном светофоре) с особой бдительностью и скоростью, обеспечивающей возможность своевременной остановки, если на пути окажется препятствие для дальнейшего движения, но не более 40 км/ч.

**Действия обучаемого на тренажере в случае внезапного перекрытия входного, маршрутного светофора с последующим проездом:**

- ⇒ применить экстренное торможение;
- ⇒ сообщить о месте и причинах остановки машинистам вслед идущих поездов и дежурному по станции;
- ⇒ получить регистрируемый приказ на дальнейшее следование;
- ⇒ убедиться в отсутствии препятствия для дальнейшего следования;
- ⇒ следовать со скоростью не более 20 км/ч, независимо от показаний АЛСН, на путь приема.

**Действия обучаемого при перекрытии выходного светофора с его последующим проездом:**

- ⇒ применить экстренное торможение;
- ⇒ сообщить о месте и причинах остановки дежурному по станции;
- ⇒ получить регистрируемый приказ на дальнейшее следование;
- ⇒ убедиться в отсутствии препятствия для дальнейшего следования.

При белом огне локомотивного светофора или отсутствии сведений о свободности блок-участка можно следовать со скоростью не более 20 км/ч до первого проходного светофора, а далее по сигналам автоблокировки. Если есть сведения о свободности первого блок-участка, после вступления поезда на перегон и появления на локомотивном светофоре зеленого, желтого или желто-красного огней надо следовать до первого проходного светофора, руководствуясь показаниями локомотивного светофора. При наличии переезда на первом блок-участке разрешается увеличивать скорость только после проследования его головой поезда.

Действия обучаемого при внезапной смене показания путевого светофора (с зеленого на желтый, с зеленого на красный, с желтого на красный) заключаются в следующем:

- ⇒ применить экстренное торможение;
- ⇒ доложить машинистам вслед идущих поездов о причине и месте остановки;
- ⇒ через ДСП выяснить причину изменения показания путевого светофора;
- ⇒ после остановки и отпуска автотормозов проследовать проходной светофор с запрещающим показанием со скоростью не свыше 20 км/ч и с готовностью немедленной остановки перед препятствием.

**Действия обучаемого на тренажере по определению перекрытия кранов тормозной магистрали в головной части поезда.** Непосредственно перед отправлением поезда после выполнения регламента «Минута готовности» обучаемый кратковременно (на 2 – 3 с) переводит ручку крана машиниста в первое положение с последующим переводом ее в поездное положение. При этом он должен определить, по показанию стрелки манометра ТМ, перекрытие концевых кранов между локомотивом и первым вагоном, в головной части поезда, наличие ледяной пробки в тормозной магистрали (стрелка манометра ТМ показывает резкое повышение давления в тормозной магистрали). Укороченную тормозную магистраль обучаемый определяет по резкому шуму сброса воздуха при переводе ручки крана машиниста в поездное положение.

**В пути следования получена информация о том, что сбита контрольная планка на переезде. Порядок осмотра состава поезда локомотивной бригадой.** О том, что в поезде обнаружено волоочение деталей, информация машинисту через ДСП поступает от датчиков УКСПС и от дежурных по переездам. Поиск причин всегда нужно начинать с осмотра ходовой части электровоза и возможно следующего в холодном состоянии локомотива. Слабым местом на грузовых электровозах являются низко висящие и не подвешенные рукава тормозной и напорной магистралей, оторвавшиеся из-за некачественной сварки рукава песочных труб, оборванные цепочки или тяги продувки главных резервуаров. Только убедившись в отсутствии замечаний к ходовой части электровоза, необходимо приступить к осмотру состояния поезда.

**Порядок действий в случае внезапного отсутствия напряжения в контактной сети.** Снятие напряжения в контактной сети может произойти в любой момент. Произойти это может как при следовании в режиме тяги или выбега, так и при торможении или иных действиях. Но именно данный момент для всех машинистов электроподвижного состава, находящихся в зоне влияния, становится точкой отсчета их совместных с энергодиспетчером участка действий по обнаружению и устранению повреждения на линии электропитания контактной сети. На участке могут находиться одновременно несколько поездов, и в каждом из них возможно повреждение. Помимо повреждений на ЭПС, они могут быть в устройстве самой системы контактной сети. Дополнительно возникновению повреждений могут способствовать падение деревьев, погодные условия, влияние человеческого фактора.

Исходя из наибольшей вероятности повреждений в оборудовании, которое вращается, предусмотрена автоматическая подача напряжения в контактную сеть через 20 с после отключения. Повторное отключение сразу после подачи напряжения в контактную сеть свидетельствует о более тяжелом развитии событий, и решение о следующей подаче напряжения принимается энергодиспетчером. От слаженности действий машинистов, оказавшихся на участке пути с отсутствующим напряжением, и энергодиспетчера зависит время задержек поездов, а значит, и степень ответственности каждого участника события.

Конечно, наибольшее количество случаев кратковременного отключения напряжения в контактной сети происходит на подвижном составе, защищаемом собственными быстродействующими выключателями в непосредственной близости от тяговых подстанций. На удаленном расстоянии от тяговой подстанции защита отключает только на подвижном составе, имеющем повреждение. При автоматической подаче высокого напряжения, как правило, восстанавливается, ну а локомотивная бригада имеет возможность определить зону повреждения и выполнить пересоединения аварийной силовой схемы, предусмотренные заводом-изготовителем, либо заказать вспомогательный локомотив в случае невозможности машиниста устранить неисправность.

Для поездного диспетчера и энергодиспетчера, как организаторов движения, очень важно определить в том, где причина снятия напряжения — то ли на подвижном составе, то ли в собственных силовых цепях контактной сети. Для этих целей уже давно разработан и успешно действует регламент действий машинистов и энергодиспетчеров, определяющий порядок их действий в случае внезапного исчезновения напряжения в контактной сети по причине короткого замыкания, описанный по минутам. Слабым местом этого распорядка является отсутствие автоматического контроля и информации машиниста о вступлении в силу действия данного распорядка. В нем отражается, что в течение первой минуты с момента снятия напряжения машинист должен выключить КМЭ.

**Чтобы обеспечить ведение пассажирского поезда без набеганий и оттяжек вагонов необходимо:**

☞ приводить поезд в движение набором одной-двух позиций КМЭ при отпускном давлении крана вспомогательного тормоза  $1 - 0,8$  кгс/см<sup>2</sup>;

☞ при следовании не применять прямодействующий тормоз, а если возникла необходимость его применения, то до достижения скорости 20 км/ч отпускать его ступенями, а при меньших скоростях не отпускать до полной остановки. При этом остановка выполняется с применением автоматических тормозов (и поезд находится в сжатом состоянии), которые некоторое время после остановки отпускать не следует, так как производится посадка и высадка пассажиров и при отпуске автотормозов произойдет некоторое движение вагонов назад за счет растяжки фрикционных аппаратов автосцепок, что может создать угрозу безопасности пассажиров;

☞ в пути следования при наборе позиций КМЭ предварительно набрать несколько реостатных позиций для того, чтобы выбрать зазоры в фрикционных аппаратах автосцепок и плавно натянуть поезд, затем выполнять дальнейший набор позиций;

☞ при управлении автотормозами, особенно длинносоставного пассажирского поезда, перед повторным торможением на несколько секунд устанавливать ручку крана машиниста в положение перекрыши без питания для выравнивания давления по всей тормозной магистрали поезда. Если тормозить без установки ручки в третье положение при не полностью заряженной тормозной магистрали, то будет происходить разрядка тормозной магистрали в головной части поезда на большую величину, чем в хвостовой части, так как давление здесь соответственно выше (головная часть ближе к крану машиниста), и тормозное нажатие создается больше, в результате этого происходят набегание хвостовой части поезда и значительные толчки вагонов.

При постановке ручки в третье положение с не полностью заряженной тормозной магистралью произойдет некоторое снижение давления в УР и ТМ. Для гарантированного срабатывания тормозов у каждого вагона разрядку надо проводить на  $0,6 - 0,7$  кгс/см<sup>2</sup> одной ступенью.

Для обеспечения плавности отпускать тормоза надо непосредственно перед остановкой поезда при скорости  $2 - 3$  км/ч.

**Машинист пассажирского поезда должен знать, как неисправности крана машиниста и воздухораспределителей могут привести к нарушению управляемости автотормозами. Вот некоторые из них:**

☞ повышенное время зарядки уравнительного резервуара из-за снижения проходимости воздуха через калиброванное отверстие при первом положении ручки крана машиниста приводит к перезарядке ТМ головной части поезда и при достижении давления в УР  $5 - 5,2$  кгс/см<sup>2</sup> после постановки ручки крана машиниста во второе положение произойдет сброс избыточного давления из тормозной магистрали, что и вызовет срабатывание тормозов головных вагонов;

☞ заедание (нечувствительность) уравнительного поршня, не выявленное при приемке локомотива, может привести к отпуску автотормозов при переводе ручки крана машиниста из тормозного положения в положение «Перекрыша без питания»;

☞ пропуск обратного клапана или его отсутствие может привести к отпуску тормозов поезда, если перевести ручку крана машиниста в положение «Перекрыши без питания тормозной магистрали», не дождавшись окончания выпуска воздуха из ТМ;

☞ пропуск уплотнительного кольца уравнительного поршня вызовет понижение давления в УР и ТМ из-за утечек воздуха при четвертом положении ручки крана машиниста, а при торможении — снижение темпа служебной разрядки за счет перетекания воздуха из тормозной магистрали в уравнительную камеру, что затруднит управление тормозами поезда;

☞ неплотность питательного клапана редуктора может вызывать медленное повышение давления в УР и ТМ. Для дальнейшего следования необходимо установить ручку крана машиниста в четвертое положение и продолжать движение, постоянно контролируя давление. На ближайшей остановке надо сменить редуктор;

☞ при постановке ручки крана машиниста в положение служебного торможения происходит экстренное торможение. Причиной является наличие пробки в трубопроводе от уравнительного резервуара к крану машиниста. Надо устранить пробку или выполнить торможение минимальной разрядкой уравнительного резервуара;

☞ срыв ускорителей экстренного торможения вызывает резкое понижение давления в тормозной магистрали, при нахождении ручки крана машиниста в четвертом положении кран машиниста начинает повышать давление в ТМ до давления УР, что может вызвать самопроизвольный отпуск тормозов всего поезда. В дальнейшем для исключения срыва рекомендуется тормозить минимальными ступенями  $0,4$  кгс/см<sup>2</sup>. Выявить в пути следования неисправный воздухораспределитель трудно, поэтому, если срыв будет повторяться, локомотивная бригада должна остановить поезд на ближайшей станции и выключить ускорители у воздухораспределителей всех вагонов. О произошедшем сообщить поездному диспетчеру и заявить контрольную проверку тормозов;

☞ при пробое сelenового выпрямителя в электровоздухоагрегателе № 305 в положении перекрыши тормозной вентиль будет постоянно находиться под напряжением. При длительной выдержке в положении перекрыши из ТМ давление в тормозном цилиндре может повыситься до  $5$  кгс/см<sup>2</sup>, что может вызвать заклинивание колесных пар неисправного вагона. Такая неисправность может быть выявлена при проведении полного опробования тормозов порядком, установленным Инструкцией № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277;

☞ постороннее питание ЭПТ от осветительной сети поезда (которая однопроводная и вторым проводом является рельс) происходит, когда осветительный провод касается головки концевых рукавов. Получается замкнутая электрическая цепь питания электропневматического провода независимо от положения контроллера крана машиниста. В этих случаях машинист после остановки должен устранить касание проводов головки рукава.

**Особенности управления тормозами при преобладании композиционных тормозных колодок.** Машинисту необходимо учитывать пониженную эффективность торможения с малых начальных скоростей (менее  $40$  км/ч) при минусовых температурах, а также при снегопадах, когда колодки могут быть покрыты слоем снега и льда. Первую ступень торможения зимой нужно выполнять более глубокой разрядкой тормозной магистрали, не менее  $0,5 - 0,6$  кгс/см<sup>2</sup>. Зимой чаще, чем при чугунных колодках, надо проверять работу тормозов в пути следования, особенно перед остановочным торможением у запрещающего сигнала или пассажирской платформы, с малых скоростей.

Во избежание заклинивания колесных пар при плюсовых температурах не следует тормозить большими ступенями и применять полное служебное торможение без применения песка.

**Действия при перезарядке тормозной магистрали.** Немедленный переход на нормальное зарядное давление необходим для того, чтобы предотвратить юз колесных пар и, как следствие, образование ползунов в случае применения экстренного торможения с завышенного зарядного давления.

Необходимо остановить состав на удобном профиле пути, если поезд оборудован ЭПТ, перейти на зарядное давление с использованием ЭПТ следующим порядком:

☞ перекрыть комбинированный кран;

- ☞ установить ручку крана машиниста в положение «Т» до создания максимального давления в ТЦ;
- ☞ после создания максимального давления в ТЦ выключить переключатель ЭПТ на пульте управления;
- ☞ повторить включение и выключение ЭПТ до перехода на нормальное зарядное давление;
- ☞ открыть комбинированный кран, зарядить тормозную магистраль и выполнить сокращенное опробование тормозов с проверкой их отпуска у всех вагонов.

Если поезд следовал без ЭПТ, переход на нормальное зарядное давление проводится перетормаживанием краном машиниста по следующей схеме:

☞ если давление, к примеру, завышено до 8 кгс/см<sup>2</sup>, снижаем его до 7 кгс/см<sup>2</sup> — отпускаем до 6,5 кгс/см<sup>2</sup>, далее снижаем до 5,5 кгс/см<sup>2</sup> — отпускаем 6,0 кгс/см<sup>2</sup>, снижаем до 5,0 кгс/см<sup>2</sup> — отпускаем 5,5 кгс/см<sup>2</sup>, и так далее до восстановления нормального зарядного давления. Временной промежуток между действиями краном машиниста должен составлять 15 — 20 с. Перед началом операций по переходу на нормальное зарядное давление помощник направляется в хвост поезда и после окончания действий по переходу на нормальное давление он, по сигналу машиниста, начинает проверку отпуска у каждого вагона, начиная с хвоста поезда. При обнаружении неотпуска открытием выпускного клапана на запасном резервуаре за поводок он выпускает воздух, убеждается в отходе колодок от бандажей и отсутствии выхода штока ТЦ.

**Действия по предупреждению образования ползунов колесных пар в пассажирских поездах после применения экстренного торможения.** До сегодняшнего момента проблемой при вождении пассажирских поездов остается возникновение ползунов колесных пар на вагонах после применения экстренных торможений. В пассажирских поездах требуется сформировать такой порядок взаимодействия локомотивной и поездной бригад, когда выполнение ПТЭ поездной бригадой должно быть поставлено на безусловный уровень.

Как пример, можно привести невыполнение поездными бригадами проверки отпуска тормозов у всех вагонов пассажирского поезда после экстренных торможений и стремление локомотивных бригад как можно быстрее продолжить движение. Неправильные действия локомотивных бригад вместе с невыполнением должностных обязанностей поездной бригадой приводят к образованиям ползунов колесных пар и отцепки пассажирских вагонов, как следствие, значительной задержке поезда.

Последствиями применения экстренных торможений пассажирских поездов по причинам несанкционированного срабатывания приборов безопасности на автостопное торможение, открытия стоп-крана, экстренного торможения краном машиниста нередко является образование ползунов на поверхности катания. Причиной образования ползунов также может являться преждевременное приведение пассажирского поезда в движение до окончания полного отпуска автотормозов, неполное восстановление зарядного давления в тормозной магистрали, запасных резервуарах пассажирских вагонов и, как следствие этого, неотход колодок и движение колесных пар юзом.

Для предупреждения юза колесных пар пассажирских вагонов при начале движения поезда после применения экстренного тор-

можения локомотивной бригаде необходимо провести следующие действия:

- выполнить отпуск и зарядку автотормозов пассажирского поезда в соответствии с п. 10.2.1.8 Инструкции № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277. Отпуск автотормозов после применения экстренного торможения рекомендуется производить при максимальном давлении в главных резервуарах;

- провести служебное торможение снижением давления в уравнительном резервуаре и тормозной магистрали на 0,6 — 0,7 кгс/см<sup>2</sup> с последующим отпуском I положением ручки крана машиниста № 395 до давления 5,2 кгс/см<sup>2</sup>;

- в соответствии с п.10.1.16 Инструкции № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277 потребовать от начальника (механика-бригадира) поезда проверить отпуск автотормозов проводниками у каждого вагона. Рекомендуется получить подтверждение отпуска по радиосвязи машинист — начальник (механик — бригадир) поезда;

- при приведении поезда в движение после времени стоянки в соответствии с п. 10.2.1.5 Инструкции № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277 оценить «свободность» хода поезда;

- при подозрении на неотпуск автотормозов остановить поезд и направить помощника машиниста для проверки отпуска автотормозов по всему поезду;

- в случае обнаружения неотпуска автотормозов произвести отпуск полным выпуском воздуха из запасного резервуара с последующей проверкой отхода колодок от колесных пар и выхода штока тормозного цилиндра;

- при подозрении заклинивания колесной пары необходимо по нагреву колеса определить был ли юз. При этом, если нагрев колеса и тормозных колодок равномерный по всей поверхности, можно сделать вывод, что колесо вращалось, и режима юза не было. При обнаружении нагрева только в нижней части поверхности колеса пассажирского вагона есть вероятность движения этой колесной пары юзом. В этом случае поверхность катания необходимо осмотреть с продвижением состава на предмет определения ползуна.

Выполнение машинистом этих мероприятий позволит в основном исключить случаи повреждений поверхности катания колесных пар пассажирских вагонов после применения экстренного торможения.

**Порядок приведения пассажирского поезда в движение после вынужденной остановки поезда по падению давления в тормозной магистрали.** В соответствии с требованием ПТЭ в случае остановки на перегоне пассажирского поезда из-за применения стоп-крана или вследствие самопроизвольного торможения проводники должны осмотреть обслуживаемые ими вагоны и при необходимости немедленно подать сигнал остановки в сторону локомотива. Движение пассажирского поезда возобновляется после снятия сигнала остановки всеми проводниками вагонов.

Как правило, порядок действий, установленный ПТЭ, нарушается поездной бригадой, поэтому в случае отсутствия сигналов остановки, подаваемых проводниками в сторону локомотива, движение пассажирского поезда может возобновиться только после проверки помощником машиниста целостности состава по номеру хвостового вагона, наличию хвостовых сигналов и подвески концевой рукава, опроса проводника последнего вагона.

Инж. Н. К. ВАСИН,  
г. Москва

## НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

### На Коломенском заводе изготовлен пятисотый дизель-генератор 18-9ДГ

ОАО «Коломенский завод» отправил Луганский тепловозостроительный завод пятисотый по счету дизель-генератор 18-9ДГ. Об этом сообщили в департаменте по внешним связям холдинга. Шестнадцатцилиндровые четырехтактные среднеоборотные дизели 18-9ДГ мощностью 2650 кВт устанавливаются на грузовые тепловозы 2ТЭ116У, являющиеся усовершенствованной модификацией тепловозов 2ТЭ116.

Использование дизель-генератора 18-9ДГ позволяет заметно повысить эффективность локомотивов, в том числе обеспечить увеличенные показатели скорости движения поездов и веса составов. Дизель-генератор 18-9ДГ по сравнению с моделью-прототипом имеет вдвое увеличенный рабочий ресурс до капитального ремонта, который составляет 2,4 млн. км пробега.

Серийное производство двигателей 18-9ДГ началось в 2003 г. Тепловозы типа 2ТЭ116У с дизель-генераторами 18-9ДГ эксплуатируются на многих дорогах России.

По материалам Департамента по связям с общественностью ЗАО «Трансмашхолдинг»



# НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ВЛ10 и ВЛ10У

В схемах введены следующие условные обозначения: элементы электрооборудования, имеющие рядом с цифрой индекс «1», относятся к первой секции электровоза, имеющие индекс «2» — ко второй. Аналогично номера элементов электрооборудования и проводов, обозначенные на схеме в скобках, относятся ко второй секции электровоза.

**r1 — r16** — резисторы БС-570 (ПП-168) в цепи последовательно включенных обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователя. С электровоза ВЛ10-1503 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1030 (НЭВЗ) для обеспечения более равномерного приращения тока возбуждения установлен новый регулировочный резистор, имеющий общее сопротивление 22 Ом вместо 16,55 и другие значения сопротивлений ступеней. До этого также с целью улучшения характеристик рекуперативного торможения с ВЛ10-320 (ТЭВЗ) и ВЛ10-622 (НЭВЗ) изменяли величины отдельных ступеней резистора. Резисторы r0 — R500 относятся к панели управления.

**r0, r1** — резисторы в цепи возбуждения генераторов управления Г1 и Г2. Перестали устанавливать с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ) в связи с заменой панели ПУ-014 панелью ПУ-037.

**rII, rIV** — резисторы в цепи катушек регулятора напряжения СРН. Обеспечивают независимость его регулировки от нагрева катушек СРН. Перестали устанавливать с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ) в связи с заменой панели ПУ-014 панелью ПУ-037.

**rIV** — резистор в цепи реле обратного тока РОТ. Перестали устанавливать с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ) в связи с заменой панели ПУ-014 панелью ПУ-037.

**rV** — на электровозах с модернизированной ПУ-014 (РОТ заменено диодами) — резистор в цепи катушки контактора 127-2. Регулирует напряжение включения контактора 127-2.

**rVI** — резистор в цепи катушки контактора 75-2 обогрева главных резервуаров. Служит для ограничения тока катушки при повышенном напряжении (до 70 В) на генераторе управления. Перестали устанавливать с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ) в связи с заменой панели ПУ-014 панелью ПУ-037.

**R11, R13** — резисторы, ограничивающие ток в цепи сигнальных ламп «ГУ-1», «ГУ-2» на электровозах с панелью ПУ-037.

**R12, R14** — демпферные резисторы сопротивлением 1,2 Ом. Служат для ограничения начального зарядного тока соответствующей группы аккумуляторной батареи. Введены с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ) в связи с установкой панели управления ПУ-037.

**R19** — резистор в цепи аккумуляторной батареи. Введен с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ).

**R500** — резистор в цепи катушки контактора 127-2. Регулирует напряжение выключения контактора 127-2. На электровозах с модернизированной панелью ПУ-014 реле РОТ заменено диодами.

**P1 — P8** — пусковые резисторы типа КФП-10А. Служат для ограничения тока тяговых двигателей (ТД) в режиме пуска электровоза. Установлены на первой секции. В эксплуатации выявилась недостаточная тепловая мощность секций P1 — P2, P5 — P6, P7 — P8 и P27 — P28, P28 — P29 (на второй секции), вследствие чего они нагревались больше остальных. С локомотивов ВЛ10-1503 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1030 (НЭВЗ) для предотвращения перегрева этих ступеней их тепловая мощность была увеличена путем увеличения как числа элементов КФ в этих секциях (дополнительно установлены два ящика типа КФП), так и числа элементов, соединенных параллельно. Это вызвало затруднение их размещения, в связи с чем пришлось уменьшить суммарное сопротивление пусковых резисторов на 1-й позиции с 22,851 до 18,31 Ом.

**P9 — P13** — резисторы ослабления возбуждения типа КФП-10А. Включены параллельно обмотке возбуждения ТД 1, 2 для ослабления магнитного потока и увеличения скорости электровоза.

**P12 — P14** — добавочные резисторы ШС-018 к реле рекуперации.

**P15 — P19** — резисторы ослабления возбуждения типа КФП-10А. Включены параллельно обмотке возбуждения ТД 3, 4 для ослабления магнитного потока и увеличения скорости электровоза.

**P23 — P30** — пусковые резисторы типа КФП-10А. Служат для ограничения тока ТД в режиме пуска электровоза. Установлены на второй секции.

**P31 — P35, P37 — P41** — резисторы ослабления возбуждения типа КФП-10А. Включены параллельно обмотке возбуждения ТД для ослабления магнитного потока и увеличения скорости электровоза.

**P43 — P50** — стабилизирующий резистор КФП-10А. Стабилизирует ток якоря ТД в режиме рекуперации. P43 — P44 (P44 — P45, P49 — P50) сняты, начиная с локомотивов ВЛ10-1767 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1385 (НЭВЗ).

**P51 — P52** — резисторы ШС-157. Используют как добавочные сопротивления к вентилю защиты 205-2.

**P53 — P54** — резистор сопротивлением 13,3 кОм к киловольтметрам 60-1 и 61-2.

**P55 — P56** — резисторы ПП-160. Применяют как демпферные в цепи двигателя преобразователя П2.

**P56 — P57** — резисторы ПП-160. Применяют как пусковые в цепи двигателя преобразователя П2.

**P58 — P59** — резисторы ПП-162. Применяют как демпферные в цепи двигателя компрессора К1.

**P61 — P62** — резисторы ПП-162. Применяют как пусковые в цепи двигателя вентилятора В1.

**P63 — P64** — резисторы ПП-160. Применяют как демпферные в цепи двигателя преобразователя П1.

**P64 — P65** — резисторы ПП-160. Применяют как пусковые в цепи двигателя преобразователя П1.

**P66 — P67** — резисторы ПП-162. Применяют как демпферные в цепи двигателя компрессора К2.

**P68 — P69** — резисторы ПП-162. Применяют как пусковые в цепи двигателя вентилятора В2.

**P70 — P71** — резисторы типа КФП-10А. Стабилизируют ток якоря ТД в режиме рекуперации.

**P73 — P74** — резисторы ШС-161. Используют как добавочные сопротивления к катушкам реле напряжения 63-1, 64-1.

**P75 — P76** — резисторы ослабления возбуждения ШС-057. Включены параллельно обмотке возбуждения двигателя вентилятора В1. Предназначены для ускоренного изменения направления тока при к.з. в рекуперативном режиме, что способствует быстрдействию БК 302, 303. Перестали устанавливать с ВЛ10-1740 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1121 (НЭВЗ).

**P77 — P78** — резисторы ШС-057 ослабления возбуждения. Включены параллельно обмотке возбуждения двигателя вентилятора В2. Предназначены для ускоренного изменения направления тока при к.з., что способствует быстрому отключению БК 302, 303. Перестали устанавливать с ВЛ10-1740 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1121 (НЭВЗ).

**P79 — P80** — демпферные резисторы ШС-157 к быстрдействию выключателю БВ-2. Ограничивают ток короткого замыкания в цепи вспомогательных машин. На электровозах с контактором БВЭ-ЦНИИ их сопротивление 0,262 Ом. На локомотивах с КВЦ (МК-101) резистор типа ДС-520 установлен на крыше второй секции. С электровоза ВЛ10У-680 (ТЭВЗ) величина резистора увеличена до 1 Ом.

**P79 — P80** — резисторы ДС-520 для ограничения токов к.з. в высоковольтной вспомогательной цепи. Устанавливали на электровозах НЭВЗ с контактором КВЦ (сопротивление —  $4 \pm 0,12$  Ом).

**P81 — P84** — переходные резисторы типа КФП 10А по 2,1 Ом каждый. Служат для шунтирования обмоток ТД в момент переключения их с одного соединения на другое (СП, П). Шунтирующие резисторы P81 — P82 и P83 — P84 несколько

ко уменьшают генераторный ток и тормозную силу, создавая большую плавность изменения силы тяги электровоза при переключении ТД. На ВЛ10У-1026 — ВЛ10У-1030 в связи с применением вентильного перехода не устанавливались.

**Р94 — Р95** — резисторы ЩС-092 цепей управления выключателя БВ-2 (53-2). Перестали устанавливать с ВЛ10-459 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1077 (НЭВЗ). На электровозах НЭВЗ3а с контакторами КВЦ устанавливали резистор ЩС-524 сопротивлением 31 Ом.

**Р123 — Р124, Р127 — Р128** — балластные резисторы БС-575 к лампе скоростемера и прожектора.

**Р131 — Р132** — балластные резисторы БС-576 к лампе прожектора.

**Р132 — Р133** — демпферные резисторы БС-576 (1,66 Ом) к лампе прожектора. Служат для удлинения срока службы прожекторных ламп при включенной кнопке «Прожектор яркий свет». Введены с ВЛ10-1580 (ТЭВЗ) и с ВЛ10-870 (НЭВЗ).

**Р136 — Р137** — резисторы ЩС-065. Используют как разрядные (добавочные) сопротивления к удерживающей катушке 51-1 (БВ-1). Они ограничивают ЭДС самоиндукции и, тем самым, уменьшают искрообразование при размыкании цепи удерживающей катушки БВ кнопкой или контактами аппаратов, включенных в ее цепь.

**Р140 — Р141** — резисторы ПП-075 к аккумуляторной батарее. Служат для стабилизации напряжения подзаряда. Перестали устанавливать с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ) в связи с применением панели ПУ-037.

**Р141 — Р142, Р142 — Р143, Р143 — Р144** — резисторы ПП-075 к аккумуляторной батарее (Р141 — Р144 — 0,21 Ом, Р141 — Р140 — 0,25 Ом). В зимних условиях эксплуатации, когда величина нагрузки выше, чем летом, так как включены цепи обогрева, величину резисторов Р141 — Р144 уменьшают подключением перемычки Р143 — Р144 (выращена в красный цвет), и она становится равной 0,15 Ом. Перестали устанавливать с ВЛ10-1860 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-327 (НЭВЗ) в связи с внедрением панели ПУ-037.

**Р150 — Р151, Р152 — Р153** — резисторы к счетчикам электроэнергии Р-600М.

**Р158 — Р160, Р162 — Р164, Р166 — Р168, Р170 — Р172** — резисторы ЩС-157 (ЩС-158). Используются как добавочные сопротивления к датчикам (реле) боксования 143-1, 144-1, 145-2, 146-2.

**Р180 — Р181** — резисторы ПП-155 к генераторам преобразователей ПГ-1, ПГ-2. Ими регулируют токи в цепях якорей генераторов преобразователей и обмоток возбуждения ТД по секциям электровоза в зависимости от ЭДС преобразователей и намагничивающей силы.

**Р201 — Р202** — разрядные резисторы типа ПП-206 (ПП-148) в цепи генератора преобразователя ПГ1. Предназначены для снижения перенапряжений обмоток ПГ1 относительно «земли» при выключении контакторов БК.

**Р203 — Р204** — разрядные резисторы типа ПП-205 (ПП-148) в цепи быстродействующего контактора 302-1. Предназначены для снижения перенапряжений при размыкании контактов БК.

**Р207 — Р208** — разрядные резисторы типа ПП-205 (ПП-148) в цепи быстродействующего контактора 303-1. Предназначены для снижения перенапряжений при размыкании контактов БК.

**Р209 — Р210** — разрядные резисторы типа ПП-206 (ПП-148) в цепи генератора преобразователя ПГ2. Предназначены для снижения перенапряжений обмоток ПГ2 относительно «земли» при выключении контакторов БК.

**Р211 — Р212** — разрядные резисторы типа ПП-205 (ПП-148) в цепи быстродействующего контактора 302-2. Предназначены для снижения перенапряжений при размыкании контактов БК.

**Р213 — Р214** — разрядные резисторы типа ПП-205 (ПП-148) в цепи быстродействующего контактора 303-2. Предназначены для снижения перенапряжений при размыкании контактов БК.

**Р235 — Р236** — балластные резисторы БС-576 к лампе прожектора.

**Р236 — Р237** — демпферные резисторы БС-576 (1,66 Ом) к лампе прожектора. Служат для удлинения срока службы прожекторных ламп при включенной кнопке «Прожектор яркий свет». Введены с ВЛ10-1580 (ТЭВЗ) и ВЛ10-870 (НЭВЗ).

**Р272 — Р273** — резисторы ЩС-018. Используют как добавочные сопротивления к катушке реле рекуперации 62-1.

**Р274 — Р275** — резисторы ЩС-018. Используют как добавочные сопротивления к катушке реле рекуперации 62-2. Введены с ВЛ10-425 (ТЭВЗ) и ВЛ10-930 (НЭВЗ).

**Р301 — Р302** — разрядные резисторы типа ПП-205 в цепи отключающей катушки быстродействующего контактора 302-1. Введены с ВЛ10-1682 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1308 (НЭВЗ).

**Р303 — Р304** — разрядные резисторы типа ПП-205 в цепи отключающей катушки быстродействующего контактора 303-1. Введены с ВЛ10-1682 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1308 (НЭВЗ).

**Р305 — Р306** — разрядные резисторы типа ПП-205 в цепи отключающей катушки быстродействующего контактора 302-2. Введены с ВЛ10-1682 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1308 (НЭВЗ).

**Р307 — Р308** — разрядные резисторы типа ПП-205 в цепи отключающей катушки быстродействующего контактора 303-2. Введены с ВЛ10-1682 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1308 (НЭВЗ).

**Р320 — Р322** — резисторы типа КФ. Предназначены для шунтирования якорей ТД 1 и 2.

**Р323 — Р325** — резисторы типа КФ. Предназначены для шунтирования якорей ТД 3 и 4.

**Р326 — Р328** — резисторы типа КФ. Предназначены для шунтирования якорей ТД 5 и 6.

**Р329 — Р331** — резисторы типа КФ. Предназначены для шунтирования якорей ТД 7, 8.

**I — VIII** — тяговый двигатель ТЛ-2К1 (Тбилисский электро-возостроительный завод имени Ленина — тип 2 с компенсационной обмоткой, 1-я модификация).

«АВР» — аварийная сигнальная лампа. Дублирует аварийный световой сигнал основных сигнальных ламп «БВ-1» и «БВ-2» для того, чтобы даже при выходе из строя основной сигнальной лампы на пульте управления подавался световой сигнал, указывающий на срабатывание защиты.

«БВ-1» — сигнальная лампа «БВ-1». Загорается при отключенном выключателе 51-1.

«БВ-2» — сигнальная лампа «БВ-2». Загорается при отключенном выключателе 53-1.

«БК» — сигнальная лампа «Быстродействующий контактор» загорается при срабатывании любого из быстродействующих контакторов.

**В1, В2** — двигатели вентиляторов ТЛ-110М.

«В-1», «В-2» — сигнальные лампы «Вентилятор 1-й секции», «Вентилятор 2-й секции». Загораются при неработающем (отключенном) мотор-вентиляторе.

**Г1, Г2** — генераторы управления НБ-110 (Новочеркасский электровозостроительный завод имени Буденного, тип 110).

«ГУ-1», «ГУ-2» — сигнальные лампы на электровозах с ПУ-037 для контроля работы генераторов управления. Горят при нормальной работе генераторов.

**Д1, Д2** — диоды типа Д161-200-8-1, 11-116 УХЛ2 или ВЛ200. Установлены на электровозах с модернизированной панелью управления ПУ-014: РОТ заменено этими диодами. Замена реле диодами исключило эксплуатационные расходы на осмотр, регулировку, ремонт и замену реле новым.

**Д25** — диод, устанавливается параллельно обмоткам Н1 — НН1 генератора преобразователя для улучшения условий коммутации контактов контактора 73-2 и уменьшения времени гашения дуги.

**ДТЦ** — датчик тормозных цилиндров. Установлен в пневмо-электрическом датчике контроля состояния магистрали № 418. Служит для включения и выключения электрических цепей устройства контроля магистрального воздухопровода автотормозной системы в зависимости от давления воздуха в канале дополнительной разрядки воздухораспределителя и в канале тормозного цилиндра. Датчик № 418 введен с ВЛ10-442 (ТЭВЗ) и ВЛ10-820 (НЭВЗ).

**ДДР** — датчик дополнительный разрядки (см. ДТЦ).

**К1, К2** — двигатели компрессоров НБ-431П.

«КВЦ» — сигнальная лампа «Контактор вспомогательных цепей». Установлена на электровозах с КВЦ (см. 53-2), горит при отключенном КВЦ.

**КСП-0** — см. 121-1.

**КСП-I** — см. 119-1.

**КСП-II** — см. 120-2.

**ОД** — отключатели двигателей (см. 117-1 и 118-2).

**П1, П2** — двигатели преобразователя НБ-436В. До ВЛ10-1503 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1030 (НЭВЗ) были установлены преобразователи НБ-436М. На преобразователях НБ-436В противокомпаундные обмотки выполнены не двумя, а одним витком. Это позволило при высоких скоростях уменьшить потери магнитного потока главных полюсов и, следовательно, потери тормозного усилия.

«П1», «П2» — сигнальные лампы «Преобразователь 1-й секции», «Преобразователь 2-й секции». Загораются при неработающем (отключенном) преобразователе (мотор-генераторе).

«ПБЗ» — сигнальная лампа «Противобоксовочная защита». Загорается при боксовании или юзе любой пары ТД.

ПГ1, ПГ2 — генераторы преобразователя НБ-436В.

ПД — датчик контроля состояния тормозной магистрали 418. Установлен на воздухораспределителе локомотива так, что один его канал сообщается с каналом дополнительной разрядки, а другой — с тормозной камерой воздухораспределителя.

«РБ» — сигнальная лампа «Реле боксования». Загорается при боксовании или юзе любой колесной пары. Лампа загорается также при нажатии на кнопку «Песок». Исправность этой сигнальной лампы проверяется так же.

«РН» — сигнальная лампа «Реле напряжения». Загорается после того, как напряжение в контактной сети станет ниже 1900 В на ходовых позициях работы электровоза. С ВЛ10-1566 для устранения замеченного в эксплуатации «вредного» контура питания сигнальных ламп РН перенесено с провода К100 на провод 8.

«РКЗ» — сигнальная лампа «Реле контроля защиты». Загорается после включения кнопки «Токосприемники» (при отсутствии высокого напряжения в высоковольтной схеме электровоза и на высоковольтной катушке вентили защиты 205-2) и гаснет после подъема токоприемника.

«РП» — сигнальная лампа «Реле перегрузки». Загорается при перегрузке ТД и напряжении в контактной сети свыше 4000 В.

КрМ1, КрМ2 — блокировки крана машиниста № 394.000-2. С ВЛ10-1825 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1475 (НЭВЗ) установлены краны машиниста № 395.000-03.

РО-1, РО-2 — реле оборотов РКО-28. Предназначены для отключения двигателя преобразователя в случае превышения допустимой частоты вращения якоря ( $1950 \pm 50$  об/мин).

РОТ — реле Р-15Е (реле обратного тока). Установлено на панели ПУ-014 (77-2). Предназначено для отключения аккумуляторной батареи от генератора управления, когда напряжение генератора становится ниже напряжения батареи, и подключения батареи к генератору управления, когда напряжение на нем становится больше. Такая зависимость необходима для заряда аккумуляторной батареи от работающего генератора. При выключении генератора аккумуляторную батарею нужно отключить от него для предотвращения интенсивного ее разряда на обмотку якоря генератора, имеющую малое сопротивление.

«РОТ» — сигнальная лампа «Реле обратного тока» на пульте помощника машиниста на электровозах с ПУ-014. Ее свечение соответствует режиму питания цепи управления от аккумуляторной батареи. На электровозах с модернизированной панелью ПУ-014 (РОТ заменено диодами) сигнальная лампа «РОТ» будет гореть при включенном контакторе 42-2, т.е. при работающем генераторе управления.

СРН — регулятор напряжения типа СРН-7У-3 (советский регулятор напряжения). Установлен на панели ПУ-014 (77-2). Предназначен для поддержания постоянного напряжения на зажимах генератора управления путем изменения тока в его обмотке возбуждения. На первых советских электровозах устанавливали регуляторы напряжения немецкой фирмы «Пинч», имевшие сложное устройство и высокую стоимость. На последующих электровозах применяли регуляторы типа СРН-1Б, СРН-2 — СРН-7.

«ТМ» — сигнальная лампа «Тормозная магистраль». При каждом торможении кратковременно загорается, свидетельствуя об исправном состоянии цепи контроля обрыва тормозной магистрали. Загорание сигнальной лампы в режиме тяги свидетельствует о нарушении целостности тормозной магистрали поезда.

1-1, 1-2, 2-1 — линейные контакторы (ЛК) ПК-43. Служат для подключения ТД к напряжению контактной сети. Установка в одну ветвь силовой цепи последовательно двух ЛК (1-1, 2-1 и 3-1, 4-1) преследовала цель повышения отключающей способности ЛК.

2-2 — линейный контактор ПК-43. Предназначен для того, чтобы в случае выхода из строя любого ТД во второй секции

и последующего перехода на аварийный режим своим отключением предотвратить при СП-соединении подключение под напряжение двух исправных ТД. Иначе они работали бы под напряжением, соответствующем П-соединению, что недопустимо. На локомотивах ВЛ10У № 1026 — 1030 линейный контактор 2-2 не устанавливали.

3-1, 3-2, 4-1 — линейные контакторы ПК-41. Служат для подключения ТД к напряжению контактной сети.

5-1, 6-2, 10-1, 10-2, 11-1, 11-2, 12-2 — реостатные контакторы ПК-31. Закорачивают секции пусковых резисторов (выводят реостаты).

5-2, 6-1, 7-1, 7-2, 12-1 — реостатные контакторы ПК-33. Закорачивают секции пусковых резисторов (выводят реостаты).

8-1, 8-2 — уравнивательные электропневматические контакторы ПК-31. Служат для сбора цепи, по которой будут выравниваться потенциалы (токи) групп пусковых резисторов на П-соединении.

На 37-й позиции контроллера машиниста оказываются выведенными все секции пускового реостата, тяговые двигатели работают при номинальном напряжении. Казалось бы, что в этом случае сопротивления параллельных ветвей должны быть одинаковыми, и токи каждой пары тяговых двигателей должны быть примерно равными. Поэтому необходимость в уравнивательных контакторах отпадает, и они выключаются.

На самом деле, на ходовых позициях контроллера машиниста при полностью выведенном пусковом реостате сопротивление каждой параллельной цепи определяется переходными сопротивлениями между силовыми контактами электропневматических контакторов, включенные в каждую параллельную цепь.

Поэтому из-за возможного наличия окисной пленки на контакте одного из контакторов относительное значение сопротивления этой параллельной цепи может настолько возрасти, что оказывающаяся при этом разность токов параллельных цепей тяговых двигателей вызовет большой уравнивательный ток. Чтобы исключить это явление, уравнивательные контакторы 8-1, 8-2 на ходовых позициях контроллера машиниста выключают. По этой же причине контакторы 8-1, 8-2 при рекуперативном торможении, когда все пусковые реостаты выведены, не включаются.

12-1 — реостатный контактор ПК-33. Закорачивает секции пусковых резисторов (выводит реостаты).

13-1, 13-2 — электропневматические контакторы ПК-21 ослабления возбуждения. Обеспечивают сбор цепей ослабления возбуждения первой ступени.

14-1, 15-1, 16-1 — электропневматические контакторы ПК-15 ослабления возбуждения. Обеспечивают сбор цепей ослабления возбуждения второй — четвертой ступеней соответственно.

14-2, 15-2, 16-2 — электропневматические контакторы ПК-17 ослабления возбуждения. Обеспечивают сбор цепей ослабления возбуждения второй — четвертой ступеней соответственно.

17-1 — линейный контактор. Устанавливали на ВЛ10У-1026 — ВЛ10У-1030 в связи с применением вентильного перехода.

17-2 — линейный контактор ПК-43. Предназначен для того, чтобы:

➤ в случае выхода из строя любого ТД во второй секции и последующего перехода на аварийный режим своим отключением предотвратить на СП-соединении подключение под напряжение двух исправных ТД. Иначе они работали бы под напряжением, соответствующем П-соединению, что недопустимо;

➤ в случае выхода из строя ТД 7, 8 и последующего перехода на аварийный режим своим отключением предотвратить при П-соединении режим к.з., так как силовой контакт контактора 17-2 будет соединен с «минусом» через перемычку между контактами 008, 018 отключенного ОД 7, 8.

18-1, 18-2 — электропневматические контакторы ПК-22 для создания цепи рекуперации. Подключают цепи обмотки возбуждения ТД к зажимам преобразователей ПГ1, ПГ2.

19-1, 19-2 — электропневматические контакторы ПК-23 для создания цепи рекуперации, подключают цепи обмотки возбуждения ТД к зажимам преобразователей ПГ1, ПГ2.

**20-1** — уравнивательный электропневматический контактор ПК-33. Служит для сбора цепи, по которой будут выравниваться потенциалы (токи) групп пусковых резисторов на СП-соединении на ВЛ10У № 1026 — 1030. На электровозах до ВЛ10У-1026 не устанавливали.

**20-2** — уравнивательный электропневматический контактор ПК-33. Служит для сбора цепи, по которой будут выравниваться потенциалы (токи) групп пусковых резисторов на СП-соединении на электровозах до ВЛ10У-1026. На ВЛ10У № 1026 — 1030 уравнивает потенциалы средних точек цепей ТД на СП-соединении между секциями.

**21-1, 21-2** — дроссели ДР-027Т. Предназначены для подавления радиопомех, создаваемых аппаратурой и электрооборудованием электровоза. Дроссель 21-2 введен с ВЛ10-1704 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1348 (НЭВЗ).

**22-1 — 27-1, 22-2 — 27-2** — контакторные элементы (к.э.) групповых кулачковых переключателей ПКГ-6Г (см. 119-1). Предназначены для переключения ТД с СП- на П-соединение и обратно.

**30-0 — 33-0** — к.э. кулачкового группового переключателя ПКГ-4Б (см. 121-1). Предназначены для переключения ТД с С- на СП-соединение и обратно. Установка в одну ветвь силовой цепи последовательно двух к.э. 30-0, 31-0 преследовала цель повышения отключающей способности к.э.

**35-2** — высоковольтный предохранитель ВПК6/100. Защищает вспомогательные цепи при к.э. до контактов КВЦ. Также защищает цепь при к.э. в случае неразмыкания контактов КВЦ. Устанавливался на электровозах выпуска НЭВЗ с КВЦ (см. 53-2).

**37-1** — предохранитель ПКТН-10УЗ в цепи киловольтметров. Введен с ВЛ10-1855 (ТЭВЗ) и с ВЛ10У-001 (НЭВЗ) для предотвращения взрыва вольтметров 60-1, 60-2 при перекрытии добавочного резистора Р53 — Р54.

**39-2** — панель заземления.

**40-1, 40-2** — электромагнитные контакторы МК-310Б. Предназначены для включения и выключения преобразователя.

**41-1, 41-2** — электромагнитные контакторы МК-310Б-38. Предназначены для включения и выключения мотор-компрессора.

**42-1, 42-2** — электромагнитные контакторы МК-310Б-42. Предназначены для включения и выключения мотор-вентилятора. До электровозов ВЛ10-1682 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1308 (НЭВЗ) питание кнопок «Высокая скорость вентиляторов», «Низкая скорость вентиляторов» и контакторов было от провода К98.

**43-1, 43-2, 44-2** — электромагнитные контакторы МК-15-01. Предназначены для включения и выключения электрических печей отопления.

**45-1, 45-2** — токоприемники Т-5М1 (П-5). Служат для надежного подвижного электрического соединения между контактным проводом и электрическими цепями электровоза. С ВЛ10-045 (ТЭВЗ) для увеличения расстояния между токоприемниками изменено место их установки: они смещены к головной части электровоза.

**46-1, 46-2** — однополюсные высоковольтные разъединители РВО-007Т. Предназначены для заземления цепи токоприемника при открытых дверях ВВК.

**47-1, 47-2** — высоковольтные разъединители наружной установки РВН-004Т. Предназначены для включения и выключения силовой цепи электровоза в обесточенном состоянии. РВН-004 на пластмассовых изоляторах АГ-4В начали устанавливать вместо фарфоровых разъединителей РВН-1 с ВЛ10-094.

**48-2** — магнитный вентиляционный униполярный разрядник РМВУ-3,3. Предназначен для защиты изоляции электрических цепей электровоза от атмосферных и коммутационных перенапряжений. С ВЛ10У-1002 (ТЭВЗ) вместо разрядника РМВУ-3,3 установили РВКУ-3,3.

**49-1, 50-1** — низковольтные розетки РН-1. Служат для подключения ТД к источнику тока низкого напряжения (250 — 440 В) при вводе электровоза в депо под низким напряжением.

**51-1** — быстродействующий выключатель БВП-5 (БВ-1). Предназначен для разрыва силовой цепи и ее защиты от токов короткого замыкания.

**52-1** — дифференциальное реле РДЗ-504. Служит для защиты от токов к.э. силовых цепей ТД. На электровозах ВЛ10 до № 1587 (ТЭВЗ) устанавливали реле Д-4В с током уставки 100 А. Основные критерии при выборе тока уставки — величина

минимальной намагничивающей силы удерживающей катушки, необходимая для удержания реле во включенном положении, и минимальный ток в силовой цепи реле, который при небалансе их отключает. Необходимая намагничивающая сила составляет 100 ампер-витков, а минимальный ток небаланса, проходящий по одному витку, — 100 А. Его величину определяет ток в силовой цепи на первой позиции контроллера в двигательном режиме или ток рекупераций при включении (не менее 100 А).

**53-2** — быстродействующий выключатель БВЗ-2 (БВ-2). Предназначен для защиты высоковольтной вспомогательной цепи от токов короткого замыкания и перегрузок. Выполняет также функции дифференциальной защиты. Аппарат БВЗ-2 введен с ВЛ10-459 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1077 (НЭВЗ), до этого устанавливали БВЭ-ЦНИИ (на электровозах ТЭВЗа) и КВЦ (на локомотивах НЭВЗа). На ряде электровозов выпуска НЭВЗ — с ВЛ10-417 (по другим сведениям — на № 601, 602 и с № 616) вместо БВЭ-ЦНИИ устанавливали контактор МК-101 (КВЦ).

**54-1** — дифференциальное реле Д-4В. Служит для защиты от токов к.э. высоковольтных цепей вспомогательных машин электровоза в тяговом режиме. Начиная с электровозов ВЛ10-459 и ВЛ10-1077, при защите цепей БВЗ-2 дифференциальное реле 54-1 не устанавливали.

Основные критерии при выборе тока уставки — величина минимальной намагничивающей силы удерживающей катушки, необходимая для удержания реле во включенном положении, и минимальный ток в силовой цепи реле, который при небалансе их отключает. Необходимая намагничивающая сила составляет 100 ампер-витков, а минимальный ток небаланса, проходящий по одному витку — 8,5 А (при 12 витках в каждой катушке). Его величину определяет ток в защищаемой цепи — ток мотор-компрессора (около 10 А).

**55-1, 55-2** — электромагнитные контакторы МКП-23Г. Предназначены для автоматического закорачивания пусковых резисторов двигателей преобразователей при пуске — включаются при снижении пускового тока до 12 А. Начиная с электровоза ВЛ10-1889 (ТЭВЗ), для исключения ложных срабатываний реле перегрузки преобразователя НБ-436В вместо контактора МКП-23Г устанавливали контактор МКП-23Е, а с ВЛ10У-034 — контактор МК-204. Включаются при снижении пускового тока до 20 А.

**56-1, 56-2** — электромагнитные контакторы МКП-23Д. Предназначены для автоматического закорачивания пусковых резисторов двигателей вентиляторов при пуске. Включаются при снижении пускового тока до 25 А.

**57-1, 57-2** — реле перегрузки РТ-500. Служат для отключения БВП-5, вентиляторов и преобразователя в случае перегрузки в цепи преобразователя. На ВЛ10 до № 1587 (ТЭВЗ) устанавливалось реле РТ-050. С электровозов ВЛ10-1889 (ТЭВЗ) и ВЛ10У-034 (НЭВЗ) ток уставки увеличен с 50 до 80 А.

**58-1** — шинный разъединитель ШР. Предназначен для передвижения электровоза в депо под низким напряжением (250 — 440 В). Установлен на отключателе ТД первой секции (крайний одинарный нож справа). Для ввода электровоза в депо нож необходимо переставить в верхнее положение.

**59-2** — переключатель вентиляторов ПШ-5Г. Предназначен для переключения двигателей вентиляторов с низкой частоты вращения на высокую.

**60-1, 61-2** — вольтметры М151 0 — 4000 В. Измеряют напряжение контактной сети, установлены на пульте машиниста.

**62-1, 62-2** — реле рекуперации РР-498. Служат для автоматического подключения двигателей к контактной сети при равенстве напряжения сети и ЭДС ТД в момент входа в режим рекуперативного торможения. На электровозах ВЛ10 до № 1587 (ТЭВЗ) устанавливалось реле РР-4. Реле 62-2 устанавливали с локомотивов ВЛ10-425 (ТЭВЗ) и ВЛ10-930 (НЭВЗ). Это исключило в режиме рекуперации броски токов в цепи ТД данного кузова при подключении их к контактной сети. В связи с этим несколько изменилась цепь соединения с корпусом катушек вентилей линейных контакторов.

*(Продолжение следует)*

Инж. **Н.В. САВИЧЕВ**,  
г. Санкт-Петербург

## СХЕМА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРОВОЗА

**Преобразователи собственных нужд** (см. рисунок, лист 3 заводской схемы). Преобразователи собственных нужд А5 и А6 типа ПСН100/3У2 предназначены для преобразования напряжения контактной сети постоянного тока 3000 В в трехфазное напряжение переменного тока 380 В, 50 Гц по трем независимым гальванически развязанным каналам.

В состав каждого преобразователя входят:

① высоковольтный понижающий преобразователь (ВПП), состоящий из шести последовательно соединенных модулей входного преобразователя (МВП), обеспечивающих преобразование напряжения 3000 В в промежуточное напряжение с уровнем 620 В с гальванической развязкой от входной сети;

② инверторы напряжения АИН1, АИН2, АИН3, обеспечивающие преобразование напряжения 620 В в трехфазное напряжение (при этом на выходе АИН1 выводится напряжение 380 В, 50 Гц, а на входах АИН2 и АИН3 регулируемое напряжение изменяется по закону  $U/f = \text{const}$  с пропорциональным изменением напряжения от 0 до 380 В и частоты от 0 до 50 Гц);

③ система управления.

Преобразователи А5 и А6 включены до быстродействующего выключателя QF1. На преобразователь А5 «плюс» 3000 В поступает по цепи: проходной изолятор ХВ1, шина 13Ш, провод 81, предохранитель FU1, диоды модуля А20, провод 438, шина 441Ш, провод 444, предохранитель FU2, провода 445, 448, зажим ХН4. «Минус» 3000 В поступает по цепи: шунт RS3, датчик UA10, провод 450, зажим ХН2 («земля»). Наличие входного напряжения 3000 В на преобразователе фиксируется датчиком высокого напряжения, входящим в состав преобразователя.

Питание 110 В на преобразователи подается при включении автоматических выключателей SF1 «ПСН1» и SF2 «ПСН2», расположенных на блоке БАУ. Преобразователи включают выключателем «Преобразователи» блока S1, расположенного на пульте машиниста. При температуре окружающей среды выше минус 40 °С, определяемой системой температурного контроля (термоблок А15). Преобразователи А5 и А6 включают контакторы KM81 и KM84.

После включения контакторов напряжение 3000 В через резисторы заряда R18 и R19 поступает на зажимы ХН1 преобразователей. Начинается заряд конденсаторов, расположенных в модулях входных преобразователей. По мере заряда появляется напряжение на промежуточной шине преобразователя. По окончании процесса заряда контакторы KM82 и KM83 включаются, а KM81 и KM84 — отключаются. Модули МВП подключены к промежуточным шинам, от которых питаются автономные инверторы напряжения АИН1 — АИН3.

При появлении напряжения на промежуточной шине инверторы вырабатывают трехфазное напряжение 380 В, которое через синусоидальные фильтры выводится на зажимы 1У5, 1V5, 1W5 (АИН1), 2У5, 2V5, 2W5 (АИН2) и 3У5, 3V5, 3W5 (АИН3) преобразователей А5, А6. От блока МПСУ (А3) на входные зажимы ХМ1:5 — ХМ1:14 ПСН А5 и А6 поступают кодовые управляющие сигналы, обеспечивающие регулирование напряжения на инверторах.

При температуре окружающей среды ниже минус 40 °С преобразователи включают контакторы KM80 и KM85, которые подают напряжение 3000 В на резисторы R2 — R5 для прогрева преобразователя.

После того, как температура на радиаторах IGBT транзисторов станет выше минус 40 °С, система температурного контроля дает разрешение на включение ПСН по обычному алгоритму.

**Цепи потребителей собственных нужд** (см. листы 3, 4 заводской схемы). К зажимам 1У5, 1V5, 1W5 (АИН1) пре-

образователя А5 через контактор KM103, автоматический выключатель SF4 «Шкаф питания», контактор KM105.1, провода 5105, 5205, 5305 подключен источник питания А4, а также через контакты контактора KM108 и автоматические выключатели SF83, SF84 двигатели мультициклонных фильтров М14 и М15.

К зажимам 2У5, 2V5 и 2W5 (АИН2) преобразователя А5 через контактор KM107.1 и катушки электротеплового реле KK1 подключен двигатель осевого вентилятора М13. К зажимам 3У5, 3V5 и 3W5 (АИН3) преобразователя А5 через контактор KM90.1 и катушки электротеплового реле KK3 подключен двигатель винтового компрессора М11.

Реверсивные контакторы KM101, KM105, KM107, KM90 и KM111 обеспечивают основное и резервное питание потребителей 380 В, 50 Гц, шкафа питания, двигателей осевых вентиляторов и компрессора.

Контакторы резервного питания от второго преобразователя включаются системой МПСУ в случае неисправности основного.

При стоянке электровоза в депо предусмотрено подключение трехфазного напряжения 380 В на контакторы KM105.1 и KM101.2 от деповской сети через соединитель XS4, автоматический выключатель SF5 «Питание 380 В. Депо». Оно обеспечивает электроснабжение шкафа питания, приборов обогрева и питание розеток в обеих кабинах машиниста.

К зажимам 1У5, 1V5 и 1W5 (АИН1) преобразователя А6 подключены:

① через контактор KM112 и автоматические выключатели SF85, SF86 — двигатели М17 и М18 мультициклонных фильтров второго осевого вентилятора;

② через автоматический выключатель SF7 и контактор KM101.1:

③ от зажимов ХТ13/1 — ХТ13/3, ХТ13/4 — ХТ13/6, ХТ13/7 — ХТ13/9 — система кондиционирования воздуха А11(1), А11(2), включающая установку кондиционирования воздуха УКВ-4,5-КЭ и тепловентилятор ТВ-6 (цепи питания системы защищены автоматическим выключателем SF9 «Кондиционеры», см. листы 20, 21 заводской схемы);

④ через автоматический выключатель SF3 «ПВИ» и контактор KM104 — импульсный регулятор возбуждения U1 (кратковременно до появления напряжения на пускаторных резисторах);

⑤ через автоматические выключатели SF10 и SF65 — первичные обмотки трансформаторов Т1 и Т2.

К их вторичным обмоткам, соединенным по схеме λ/0, подключаются потребители переменного тока с напряжением 220 В:

⑥ через автоматические выключатели SF75(1), SF76(1), SF75(2), SF76(2), служащие одновременно для защиты цепей, — тепловентиляторы кабин машиниста Е14(1), Е14(2), Е15(1), Е15(2);

⑦ через автоматический выключатель SF67 «Подогрев воды санузла» и контактор KM130 — нагреватели Е3, Е4, предназначенные для подогрева воды санузла;

⑧ через автоматический выключатель SF67 — саморегулирующие нагревательные кабели подогрева трубопровода Е5, заправки и слива водяного бака Е6 и подогрева трубопровода санузла Е17.

Через автоматический выключатель SF58 «Датчики температуры 220 В» напряжение 220 В подается на электронный датчик-реле температуры SK3, встроенный в регулятор возбуждения U1, который при низких значениях температуры окружающей среды включает реле K41.

В результате через замыкающие контакты реле K41 и автоматический выключатель SF52 «Обогрев ПВИ», обеспечивающий защиту от токов короткого замыкания, к выходу источника питания А4 с напряжением пульсирующего тока 110 В подключается электрический нагреватель, встроенный в U1.

Контакты предохранительного подогрева преобразователя собственных нужд КМ80, КМ85
Контакты заряда входного конденсатора преобразователя собственных нужд КМ81, КМ84
Главные контакты преобразователя собственных нужд КМ82, КМ83
Промежуточные реле включения преобразователя собственных нужд К7, К8
Преобразователи собственных нужд А5, А6
Блок управления А3

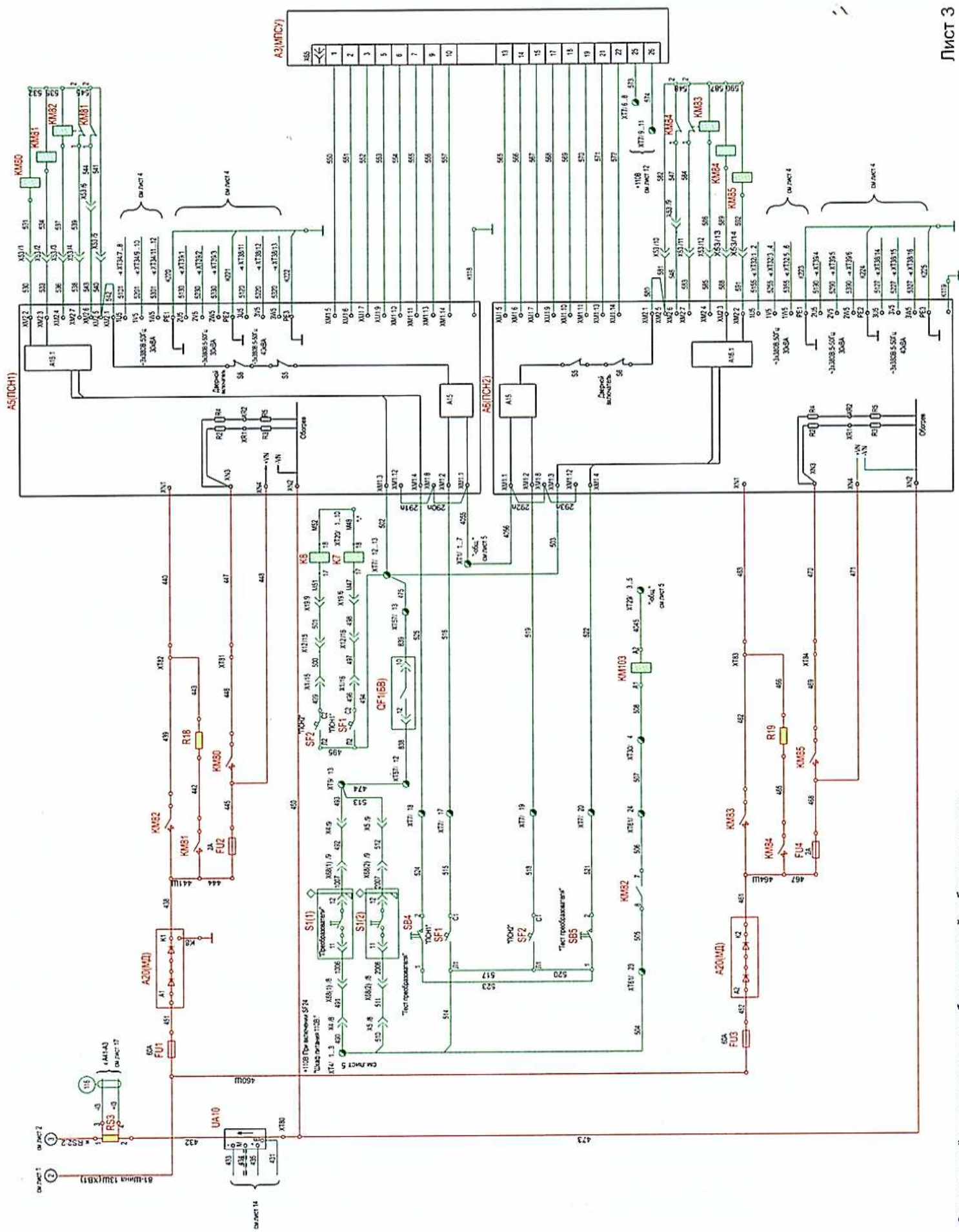


Схема цепей подключения преобразователей собственных нужд

## СХЕМА ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА

**Система питания цепей управления** (см. «Локомотив» № 3, 2013 г., лист 5 на цветной вкладке с электрическими схемами). Цепи управления электровоза получают питание от источника питания А4 или щелочной никель-кадмиевой аккумуляторной батареи GB1. В качестве источника питания применен статический преобразователь напряжения, который преобразует трехфазное напряжение переменного тока 380 В в стабилизированное напряжение постоянного тока 110 В для питания цепей управления и цепей собственных нужд, а также для подзаряда аккумуляторной батареи.

Источник питания А4 через рейку зажимов ХТ1 и реверсивный контактор КМ105.1 может быть подключен к выходам АИН1 ПСН1 (А5) или к выходам АИН1 ПСН2 (А6) через контактор КМ105.2 (см. «Локомотив» № 3, 2013 г., лист 4 на цветной вкладке с электрическими схемами). Наряду с этим источник питания через контактор КМ105.1 и автоматический выключатель SF5 «Питание 380 В. Депо» может быть подключен к сети депо. Цепи управления контактора КМ105 запитаны от автоматического выключателя QF9 «Сеть», расположенного на шкафе источника питания А4.

Напряжение на цепи управления электровоза поступает по следующим цепям источника питания А4:

➔ выход «плюс» выпрямительно-зарядного устройства А5 источника, датчик выходного тока U1, контакты 1.2 — 1.1 переключателя QS2 «Шкаф», автоматический выключатель QF7 «+110 В канал 1», рейки зажимов ХТ6/10 источника питания А4, ХТ2/1-9 блока БАУ («+110 В»);

➔ выход «минус» выпрямительно-зарядного устройства А5 источника, рейки зажимов ХТ7, ХТ6/5 источника питания А4, ХТ21/1-4 блока БВА2;

➔ выход «плюс» выпрямительно-зарядного устройства А5, замыкающие контакты 2 — 1, 7 — 8 контактора КМ4, контакты 2.2 — 2.1 переключателя QS2 «Шкаф», автоматический выключатель QF8 «+110 В канал 2», контакты 6/11 источника А4, рейка зажимов ХТ12/1-5 блока БВА1.

Напряжение цепей управления измеряется вольтметром PV4, расположенным на блоке БВА2, при включенном тумблере S30. Питание цепей управления от деповского источника постоянного тока напряжением 110 В может осуществляться через розетку Х110. При этом переключатели QS1 и QS2 должны находиться в положении «Источник депо».

Аккумуляторная батарея подзаряжается по цепи: «плюс» выпрямительно-зарядного устройства А5, плата датчиков А6, контакты 2.2 — 2.1 переключателя QS1, шунт RS1, автоматический выключатель QF6 «+АКБ», рейки зажимов ХТ6/9 А4, ХТ6/7 А4, автоматический выключатель QF5 «-АКБ», рейка зажимов ХТ6/7 устройства А4. Подзаряд полностью или частично разряженной аккумуляторной батареи осуществляется током, не превышающим 40 А. По мере подзаряда напряжение на батареях возрастает. При достижении определенной величины, зависящей от температуры окружающего воздуха, оно стабилизируется. Ток батареи измеряется с помощью амперметра PA1, расположенного на источнике питания.

Заряд от деповского источника напряжения постоянного тока может осуществляться через розетку Х110. При подготовке к заряду необходимо переключатель QS1 на источнике питания установить в положение «Источник депо». При исчезновении переменного напряжения 380 В на входе источника питания (выключения быстродействующего выключателя, отключения преобразователя ПСН и т.д.) в нем отключается контактор КМ4.

Цепи управления автоматически переключаются на аккумуляторную батарею GB1 по цепи: «плюс» батареи GB1, провод 779, рейка зажимов 6/9 источника питания, выключатель QF6, контакты 2.1 — 2.2 переключателя QS1, замыкающие контакты КМ4, контакты 1.2 — 1.1 переключателя QS2, выключатель QF7, рейка зажимов ХТ6/10 источника питания, провод 718, рейка зажимов ХТ2/1-9 блока БАУ. При этом «минус» цепей управления через рейку зажимов ХТ21/1-14, провод 4002, рейку зажимов ХТ6/5, ХТ7, автоматический выключатель QF5, рейку зажимов ХТ6/7, провод 4000 соединяется с «минусом» аккумуляторной батареи GB1.

Цепи управления разделены на функциональные группы, которые через автоматические выключатели подключены к зажимам с напряжением 110 В постоянного тока. Для облегчения поиска цепей управления с пониженным сопротивлением изоляции «минус» цепей управления разбит на группы, которые соединены с «минусом» 110 В через разъем-единицы SA9, SA10, установленные на блоке БВА2.

**Цепи управления токоприемниками** (см. «Локомотив» № 3, 2013 г., лист 6 на цветной вкладке с электрическими схемами). Для подъема токоприемника необходимо подать сжатый воздух в цилиндры привода токоприемника. Системой подачи воздуха управляет пневмомодуль ХА1-А2 (ХА2-А2). Он обеспечивает поддержание стабильного давления воздуха в пневмобаллоне токоприемника в процессе движения электровоза независимо от высоты подъема полозов, а также заданное время подъема и опускания полозов.

При включении автоматического выключателя SF12 «Токоприемники» (см. «Локомотив» № 3, 2013 г., лист 5 на цветной вкладке с электрическими схемами) на контакты 3, 4 пневмомодуля подается напряжение 110 В. Подъем токоприемника происходит при замыкании цепи между контактами 5 и 6 пневмомодуля. Подъем токоприемника возможен только при закрытых дверях и шторах высоковольтной камеры, закрытых дверях регулятора возбуждения импульсного U1 и при установке высоковольтного заземлителя QS3 в положение «Не заземлено».

Токоприемники поднимаются после включения выключателей «Токоприемник передний» (при подъеме первого по отношению к кабине № 1 токоприемника) или «Токоприемник задний» (при подъеме второго по отношению к кабине № 1 токоприемника) блока выключателей S1. При этом на катушки промежуточных реле К3 и К12 или К3 и К21 подается напряжение. Так, на катушку реле К3 напряжение подается через диоды D1 или D2, контакты промежуточного реле К2, датчика-реле давления SP6, автоматического выключателя SF5, переключателей QS5, QS6, высоковольтного заземлителя QS3, блока управления системой автоматического пожаротушения А25-А2.

Диоды D1 и D2 предназначены для исключения подачи напряжения на аппараты управления пульта машиниста, не задействованного в управлении электровозом. Контакты реле К2 замыкаются при закрытых панелях шкафа с блоком измерения БИВМ-32-2 (блокировка SQ9), быстродействующего выключателя (SQ10) и двери импульсного регулятора возбуждения U1 (SQ1).

Контакты выключателя SF5, переключателей QS5 и QS6 замкнуты, когда соответствующий аппарат находится в положении «Выключено». Контакты заземлителя QS3 замкнуты, когда заземлитель находится в положении «Не заземлено». Контакты реле давления SP6 замыкаются при повышении давления воздуха в магистрали токоприемника до 0,47<sub>-0,02</sub> МПа и размыкаются при снижении давления до 0,33<sub>-0,02</sub> МПа. Контакты реле К12 включены в цепь управления пневмомодулем ХА1-А2, а реле К21 — в цепь управления пневмомодулем ХА2-А2.

При включении реле К3 происходит следующее:

★ замыкающими контактами реле К3 между проводами M17 и M18, M21 и M22 замыкается цепь управления пневмомодулем ХА1-А2, ХА2-А2, в результате чего поднимается соответствующий токоприемник;

★ замыкающими контактами между проводами M25 и M26 реле К3 подготавливает цепь питания катушки реле К31, а контактами между проводами M23 и M24 — цепь катушки контактора КМ131;

★ замыкающими контактами между проводами M19 и M20 реле К3 подает на блок А3 сигнал о включении реле К3;

★ замыкающими контактами между проводами M27 и M34 реле К3 подает питание на катушку вентиля защиты У21.

После дожима полозов токоприемника к контактному проводу контроллер пневмомодуля отслеживает давление в пневмобаллоне. Если это давление поддерживается на уровне заданного значения в течение одной секунды, контроллер, замыкая цепь между контактами 1 и 2 пневмомодуля, формирует выходной сигнал, который подается на вход

блока АЗ МПСУ (см. лист 9 заводской схемы). Воздух к токоприемникам подается через пневматические блокировки, которые обеспечивают его прохождение только при закрытых дверях высоковольтной камеры.

**Цепи микропроцессорной системы управления (МПСУ)** (листы 5 — 7, 14, 16 заводской схемы). Для включения и управления электрооборудованием электровоза необходимо включить блоки управления А2, АЗ, дисплейные модули А9(1) или А9(2), подсистему автоведения.

Для включения аппаратуры МПСУ необходимо:

✓ включить автоматические выключатели SF14 и SF15 «МПСУ», SF17 «Контроллер (МПК1)», SF18 «Контроллер (МПК2)», SF20 «Дисплейный модуль», SF21 «Цепи диагностики» (см. «Локомотив» № 3, 2013 г., лист 5 на цветной вкладке с электрическими схемами);

✓ установить тумблер S11 в положение «МПК1» или «МПК2» (см. лист 7);

✓ включить выключатель «МПСУ» блока выключателей S1 (см. лист 7 заводской схемы).

Напряжение на выключатель «МПСУ» подается от автоматического выключателя SF14 «МПСУ». В результате включается реле K10, которое контактами между проводами M64 и M65, M64 и M67 (см. лист 16) подает питание «плюс» 50 В на контакты «А3» дисплейных модулей А9(1), А9(2).

На контакты «А1» дисплейных модулей напряжение «плюс» 50 В подается при включении автоматического выключателя SF20 «Дисплейный модуль» непосредственно от источника питания А7 (см. лист 14 заводской схемы). При отключении выключателя «МПСУ» на блоке выключателей S1 на контакте «А1» сохраняется питание, что предотвращает потерю данных регистратора МПСУ (переформатирование Flash-накопителя).

Питание аппаратуры МПСУ стабилизированным напряжением «плюс» 50 В осуществляется от источника питания А7, который через автоматический выключатель SF15 по проводу 3115 подключен к источнику питания А4 (см. «Локомотив» № 3, 2013 г., лист 5 на цветной вкладке с электрическими схемами). Схема источника питания А4 обеспечивает переключение питания нагрузок с аккумуляторной батареи на источник и обратно с длительностью времени, достаточной для непрерывности питания цепей управления и автоматики.

От источника питания А7 через панель диодов U16 напряжение постоянного тока 50 В подается на следующую аппаратуру МПСУ:

☞ через автоматический выключатель SF17 «Контроллер (МПК1)», контакты промежуточного реле K36 на микроконтроллер МПК1;

☞ через автоматический выключатель SF18 «Контроллер (МПК2)», контакты промежуточного реле K38 на микроконтроллер МПК2;

☞ через автоматический выключатель SF20 «Дисплейный модуль» на контакты «А1» дисплейных модулей А9(1), А9(2).

При температуре окружающей среды ниже минус 25 °С должен быть включен автоматический выключатель SF51 «Обогрев МПСУ» для подогрева блоков управления А2, АЗ. При температуре выше нуля градусов выключатель SF51 должен быть выключен. Панель диодов U16 служит для подачи напряжения от двух независимых выходов источника питания А7 в цепи автоматики.

Промежуточные реле K13, K35, K36 и K14, K37, K38 не допускают одновременной работы МПК1, МПК2 и предназначены для подачи напряжения 110 В постоянного тока на катушки и вентили аппаратов, которыми управляют блоки А2, АЗ. Промежуточные реле K13, K35, K36 включаются выключателем «МПСУ» блока выключателей S1 через вспомогательные контакты контактора KM128 при работе МПК1 блоков управления А2, АЗ, а промежуточные реле K14, K37, K38 — выключателем «МПСУ» блока выключателей S3 через вспомогательные контакты контактора KM129 при работе МПК2 блоков управления А2, АЗ.

Для возможности переключения элементов аппаратуры МПСУ-007 по команде от тумблера «МПК1/МПК2» без обнуления выходных сигналов, управляющих оборудованием электровоза (ПСН, вентиляторы ЦВС, компрессор), в блоке БАУ установлены реле K50 — K52.

При установке тумблера S11 в положение «МПК1» (см. лист 7) включается реле K50. Через замыкающие контакты реле K50 и K15 (контроллер машиниста должен находиться на нулевой позиции) получает питание катушка контактора KM128, который через размыкающий контакт реле K51 и вспомогательный контакт KM128 становится на самоблокировку. Через силовые контакты KM128 запитывается первый полуконтакт МПСУ.

При переключении тумблера S11 в положение «МПК2» реле K50 отключается, через размыкающие контакты реле K50 и контакты реле K15 получает питание катушка контактора KM129, который через размыкающий контакт реле K52 и вспомогательный контакт KM129 встает на самоблокировку. Через силовые контакты контактора KM129 запитывается второй полуконтакт МПСУ. По завершению обмена информацией между полуконтактами от блока АЗ получает питание катушка реле K51, которое размыкающими контактами разрывает цепь питания контактора K128.

Переход с МПК2 на МПК1 происходит аналогично, для отключения катушки контактора KM129 используется реле K52. Информация о положении рукоятки тумблера S11 поступает в АЗ через замыкающий контакт реле K50. Таким образом, из-за задержки включения реле K51 и K52 некоторое время запитаны оба полуконтакта МПСУ, и аппараты не отключаются.

**Электрическая схема цепей подсистемы автоведения** (лист 17 заводской схемы). Блок регистрации А41-А1 (БР-2-2) предназначен для регистрации параметров систем электровоза во время движения и снятия их на съемный носитель. Он установлен в пульте машиниста передней кабины. Высоковольтный модульный блок измерения А41-А3 (БИВМ-32-2) служит для измерения и фиксирования значений потребляемой электрической энергии, а также передачи информации по интерфейсу CAN в блок регистрации. БИВМ установлен в блоке силовых аппаратов БСА1.

Питание «плюс» 50 В подается на БИВМ при включении автоматического выключателя SF16 «Автоведение». На вход блока поступают сигналы:

- ▲ напряжение сети;
- ▲ ток режима «Тяга» (с шунта RS2);
- ▲ ток цепей вспомогательных нагрузок (с шунта RS3);
- ▲ ток электроснабжения состава (с шунта RS1).

Блок БИВМ размещен в термоблоке А41-А4, который предназначен для обеспечения работоспособности блока БИВМ при температуре воздуха ниже минус 40 °С. Питание 110 В на термоблок подается автоматическим выключателем SF51 «Обогрев МПСУ». В блоке установлены электронагреватель ЕК и датчик-реле температуры SK1.

Сигнал о работе статического преобразователя электропневматического тормоза подается через контакт реле K6 на контакт X6/12 блока А2, а о положениях I и II кранов машиниста кабин № 1 и 2 — на контакты X6/13 и X6/14 блока А2.

Управление катушками приставок кранов машиниста осуществляется реле K25 и K26, которые устанавливаются в блоке БВА5. Катушки реле включены на контакты X13/29 и X13/30 блока А2, а размыкающие контакты реле — последовательно с размыкающими контактами реле K20 и K22 в цепях катушек приставок. Реле K25 включает режим «Торможение» пневматического тормоза, а реле K26 — режим «Перекрыша». Клапаны КЭО (А41-А5(1), А41-А5(2)), катушки которых включены на контакты X13/27, X13/28 блока А2, осуществляют перезарядку тормозной магистрали, имитируя положение I крана машиниста.

*(Продолжение следует)*

Канд. техн. наук **Б.Н. МОРОШКИН**,  
заместитель главного конструктора  
по локомотивостроению,  
инженеры **А.А. АКСЕНЮК**,  
начальник отдела,  
**А.В. БЫЧКОВ**,  
начальник бюро электрических схем,  
**И.Г. КРАСНЯНСКАЯ**,  
инженер-конструктор I категории,  
ОАО «Коломенский завод»



# ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ

## Опыт ПТОЛ Балезино

При техническом обслуживании локомотивов широко применяют тепловизоры, работа которых основана на инфракрасной термографии. Такие приборы используют как инструменты диагностики для снижения затрат при поиске неисправностей, обслуживании и обследовании различного вида оборудования локомотивов. Это позволяет обеспечить оптимальную эффективность и безопасные условия производства, сократить время простоя и повысить общую эффективность работы.

Так, при ТО-2 электровозов на пункте технического обслуживания локомотивов Балезино Горьковской дирекции по ремонту тягового подвижного состава тепловизионный контроль электровозов производят с помощью тепловизионной камеры TR-01100 непосредственно после прибытия локомотива на экипировочные пути перед постановкой на ТО-2. Оборудование электровоза находится еще в «горячем» состоянии, что позволяет точно определять состояние оборудования. Для разработки последовательности теплового контроля необходимо ознакомиться с замечаниями локомотивной бригады в бортовом журнале ТУ-152.

Затем необходимо подготовить тепловизор к работе: синхронизировать дату и время проверки, измерить и вычислить температуру окружающей среды, выставить коэффициент излучения и температуру окружающего фона, границы диапазона температур. После этого приступают к контролю температуры нагрева подшипников буксовых узлов, моторно-якорных и моторно-осевых подшипников, кожухов зубчатых передач, остовов тяговых двигателей.

Допустимый нагрев различного оборудования указан в технологической инструкции «Проведение тепловизионного контроля узлов и деталей локомотивов». По измеренной температуре определяют приоритет ремонта узлов: или ревизия моторно-осевого подшипника конкретного колесно-моторного блока, или ревизия зубчатой передачи, буксового узла, или контроль состояния тягового двигателя.

Перед началом тепловизионного контроля электрооборудования следует дополнительно

повысить температуру аппаратуры электроваза. Для этого собирают электрическую схему реостатного торможения, подают нагрузку в цепь возбуждения и выдерживают электровоз под нагрузкой в течение 15 мин. Ток возбуждения устанавливают на уровне 700... 800 А. Тем самым дополнительно проверяют исправность работы реостатного тормоза.

Затем, используя тепловизионную камеру, контролируют состояние межшкатулочных кабелей возбуждения, особенно их наконечников, закрепленных на опорных изоляторах. Превышение их температуры более чем на 90 °С указывает на некачественное закрепление наконечников и необходимость выполнения дополнительной ревизии этих соединений.

Осматривают также крышное оборудование (изоляторы, главный выключатель, шины, болтовые соединения, разрядники, межшкатулочные соединения) с земли, обойдя электровоз с обеих сторон. Если температура крышного оборудования окажется на 40 °С выше температуры окружающей среды, значит, появились отклонения в работе оборудования.

Рекомендуется зарядить главные резервуары до максимального значения и опустить токоприемники. После этого открывают шторы высоковольтной камеры и контролируют температуру нагрева подшипников вспомогательных машин, головок цилиндров компрессора и воздуховода холодильника компрессора КТ-6ЭЛ.

Кроме того, проверяют силовое оборудование: тяговый трансформатор, выпрямительные установки ВУК, а также силовые шунты, кабели и шины, смонтированные в трансформаторном отсеке, на блоках силовых аппаратов и подходящие к выпрямительным установкам, сглаживающим реакторам. Распределение температуры на поверхности крышки тягового трансформатора в районе выводов тяговых обмоток должно быть однородным (это указывает на одинаковые условия работы тяговых обмоток).

По температуре нагрева определяют надежность контакта в соединениях (слабая

затяжка, малая площадь контакта, выплавление припоя). Особое внимание обращают на нагрев соединений на заземляющей шине сетевой обмотки тягового трансформатора. Повышенная температура тиристоров и диодов указывает на плохой контакт с радиатором охлаждения или на потерю классности этих элементов. Увеличенный нагрев резисторов связи на высоковольтных установках выпрямления свидетельствует либо о слабом контакте в соединении, либо (при большом нагреве) о некачественном подборе тиристоров.

Контролируют также состояние электромагнитных контакторов, силовых шин и кабелей питания вспомогательных машин в трансформаторном отсеке, на панелях и блоках вспомогательного оборудования. Нагрев выше допустимого уровня указывает на перекос фаз или некачественный контакт в соединениях.

Наиболее часто такое происходит на тепловых реле. Повышенное выделение тепла указывает либо на плохое их прилегание, либо на слабое нажатие. Особое внимание уделяется состоянию шин и шунтов, отходящих от обмотки собственных нужд тягового трансформатора в шахту, к панели вспомогательных машин.

Уделяют также внимание состоянию блоков и панелей низковольтных аппаратов, зарядных устройств, катушек вентиля групповых и блокировочных переключателей, а также низковольтных вставок. Превышение допустимой температуры катушек низковольтных аппаратов указывает на межвитковое замыкание. Увеличение температуры вставок обусловлено плохим контактом в зажимах или плохим внутренним контактом, что может привести к перегоранию вставки. Примеры выявленных нагревов приведены на рис. 1 — 17.

Таким образом, термография показывает реальное состояние оборудования во время приемки. При использовании тепловизоров сокращается простой оборудования, увеличивается срок его службы. Другие существенные преимущества заключаются в быстрой окупаемости диагностических приборов за счет повышения надежности обслуживания, сокращения расходов при одновременном снижении затрат времени на проверку оборудования. При наличии тепловых изображений оборудования принятие решений о ремонте/замене становится более эффективным, общий объем расходов сокращается, а надежность работы оборудования повышается.

Тепловизоры можно применять также при диагностике вспомогательного оборудования пунктов технического обслуживания локомотивов. Объектами контроля могут быть, например, щиты управления, предохранители, преобразовательные установки, электрические машины, их подшипники.

Становится возможным проверять температуру нагрева масла (осевого и редукторного) в маслопроводах, используемых при экипировке локомотивов, нагрев головок цилиндров компрессора и воздуховода холодильника, выхлопного патрубка компрессора в компрессорных установках, необходимых для производственных нужд, температуру сушки песка в сушильных барабанах СОБУ, нагрев подшипников транспортеров для подачи песка и т.д. Тем самым выявляют степень износа оборудования

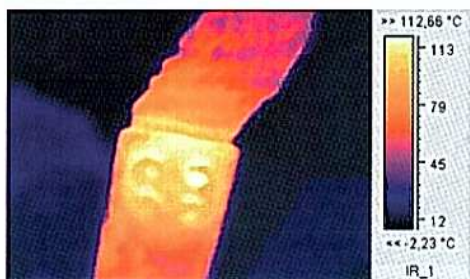


Рис. 1. Нагрев шунта шины собственных нужд трансформатора во второй секции

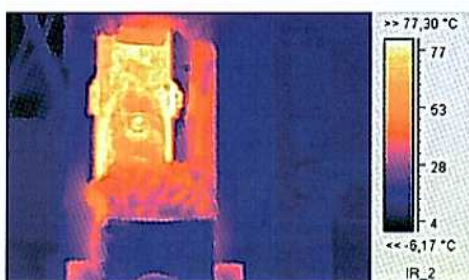
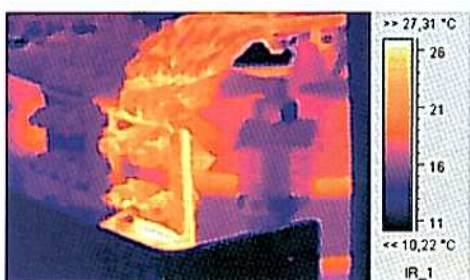


Рис. 2. Нагрев болтового соединения гибкого шунта контактора ЭКГ-8Ж «А»

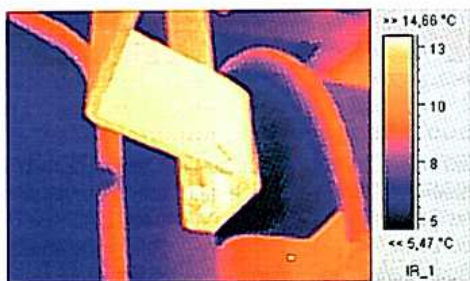


Рис. 3. Нагрев болтового соединения шины линейных контакторов

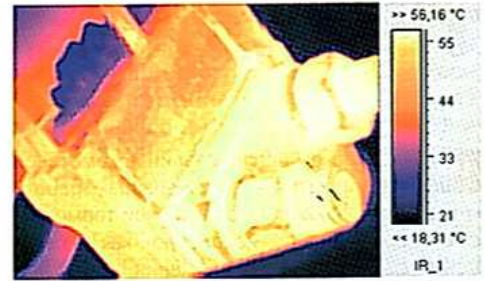
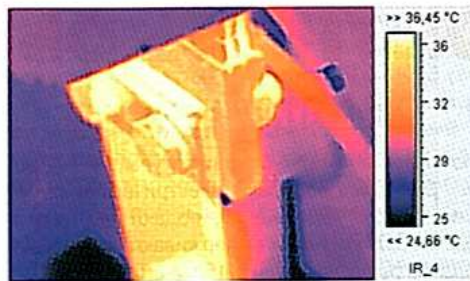


Рис. 4. Нагрев шунта килоамперметра

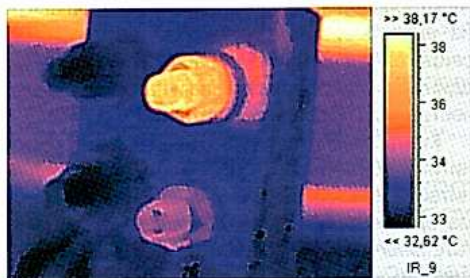


Рис. 5. Нагрев болтового соединения шунта и шины переходного реактора

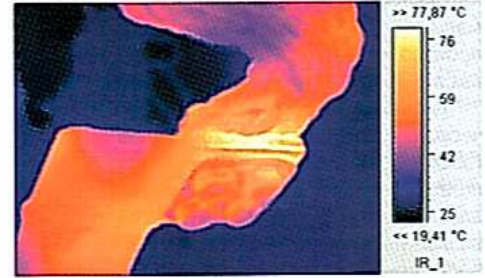


Рис. 6. Нагрев шины С10 и гибкого шунта килоамперметра в цепи вспомогательных машин

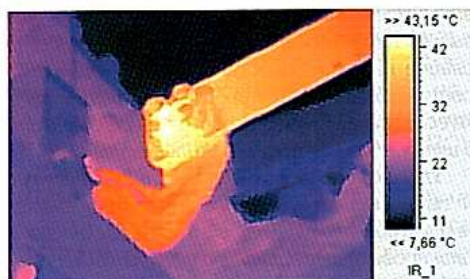


Рис. 7. Нагрев болтового соединения шины от рубильника 82 к линейным контакторам

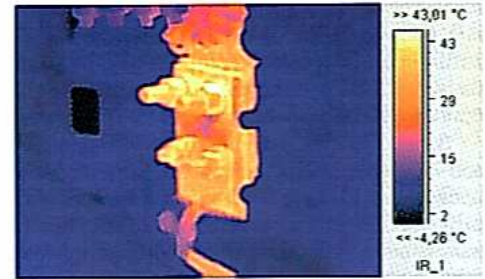


Рис. 8. Нагрев болтового соединения шины вывода тягового трансформатора

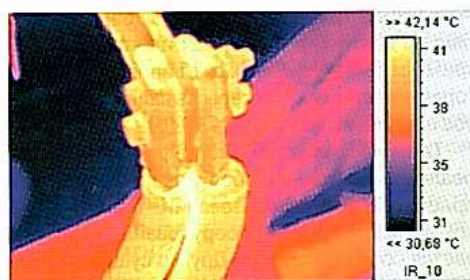


Рис. 9. Нагрев наконечников кабелей тягового двигателя

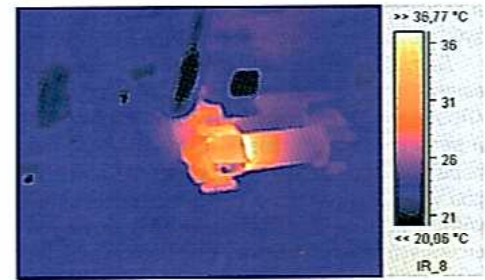


Рис. 10. Нагрев вставки сервомотора на панели 3

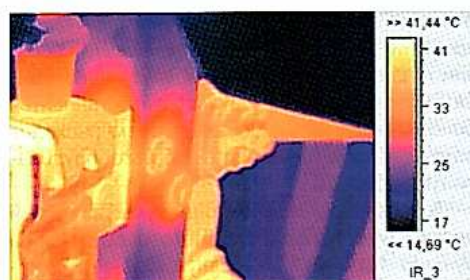


Рис. 11. Нагрев болтового соединения рубильника 105

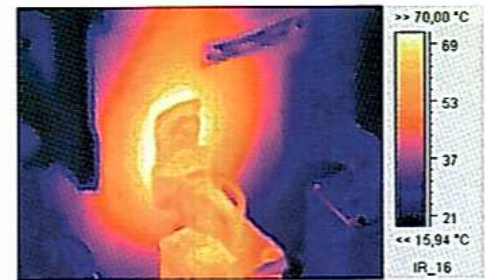


Рис. 12. Нагрев болтового соединения вставки ПР3 на панели PH-43

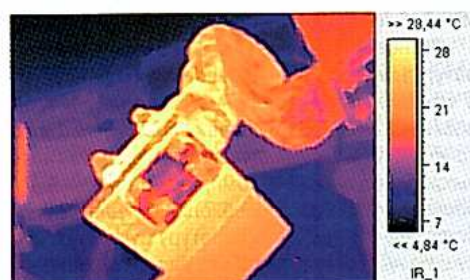


Рис. 13. Нагрев болтового соединения шины вывода тягового трансформатора и шины вспомогательных машин

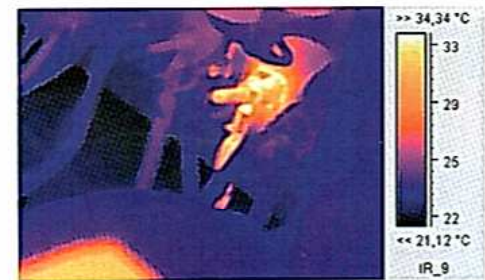


Рис. 14. Нагрев кабельного соединения на РЦ-34 секции 1

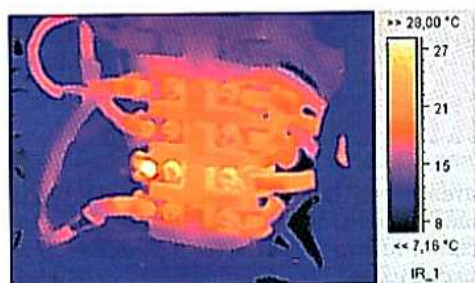


Рис. 15. Нагрев болтового соединения кабеля Э68 рейки межсекционного соединения

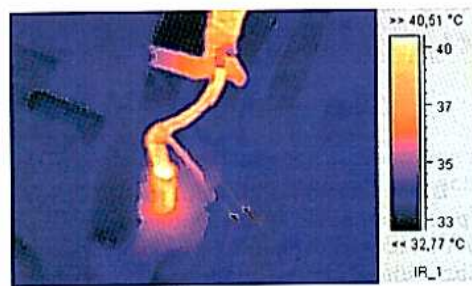
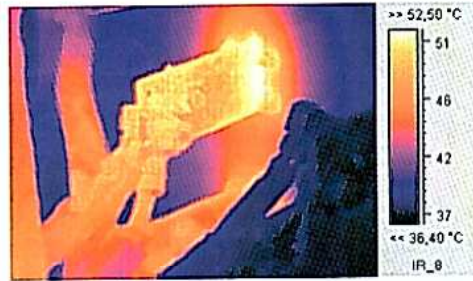


Рис. 16. Нагрев кабеля подкузовной низковольтной розетки 50 В



Рис. 17. Нагрев ножа рубильника 111



и соответствие его характеристик предварительно установленным допускам для предупреждения возможных неисправностей или отказов. Это позволит производить ремонт по мере необходимости и сократить объем профилактического обслуживания.

Канд. техн. наук **Р.З. КАСИМОВ**,  
ПТОЛ Балезино Горьковской дирекции  
по ремонту подвижного состава

## НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

### РЖД, Трансмашхолдинг и «Альстом Транспорт» создадут первый в России двухсистемный грузовой электровоз 2ЭС20

В рамках VIII Международного железнодорожного бизнес-форума «Стратегическое партнерство 1520» в Сочи ЗАО «Трансмашхолдинг», ОАО «Российские железные дороги» и «Альстом Транспорт» подписали соглашение о разработке двухсистемного магистрального грузового электровоза 2ЭС20 с асинхронными тяговыми двигателями. Подписи под документом поставили президент ОАО «РЖД» В.И. Якунин, президент Трансмашхолдинга А.Р. Бокарев и президент «Альстом Транспорт» Анри Пупар-Лафарж.

Новый электровоз сможет работать как на постоянном токе напряжением 3 кВ, так и на переменном 25 кВ. Внедрение таких машин позволит существенно сократить время пребывания поездов на станциях, где происходит смена рода тока, уменьшить затраты на содержание парка и смену локомотивов.

В соответствии с подписанным соглашением будет создана совместная рабочая группа для подготовки и согласования технического задания на электровоз 2ЭС20. Ожидается, что к сентябрю 2013 г. завершится разработка конструкторской документации на локомотив, а в марте 2014 г. будет изготовлен первый экземпляр и начнутся его испытания. Поставки электровозов 2ЭС20 для нужд ОАО «РЖД» начнутся в декабре 2014 г.

— Двухсистемный грузовой электровоз — это современная и новая для отечественной промышленности техника, — заявил А.Р. Бокарев. — Ее применение способно значительно сократить время перевозки грузов на важных участках дорожной сети. Мы рассчитываем, что поступление на сеть двухсистемных грузовых электровозов позволит существенно повысить производительность работы железнодорожного транспорта.

— Это третий проект, связанный с локомотивами, который мы реализуем в России благодаря плодотворному сотрудничеству с нашим партнером Трансмашхолдингом, — отметил А. Пупар-Лафарж. — Новый локомотив способен повысить производительность грузоперевозок для наших заказчиков в России и на «рынке 1520». Могу с гордостью заявить, что «Альстом» совместно с Трансмашхолдингом является надежным стратегическим партнером российских железных дорог при реализации амбициозной программы РЖД, целью которой является обновление парка объемом свыше 20 тысяч локомотивов к 2030 году.

Разработкой и проектированием нового электровоза, его ключевых компонентов, включая тяговое оборудование, будет заниматься совместный инженеринговый центр «РТранс», имеющий успешный опыт создания электровозов ЭП20 и 2ЭС5.

Производство локомотивов будет организовано на базе Новочеркасского электровозостроительного завода (входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг»). Изготовление ключевых компонентов электровоза, включая тяговое оборудование, будет локализовано на предприятиях, расположенных на территории Российской Федерации.

Локомотивы производства «Альстом» и Трансмашхолдинга входят в число самых мощных в мире, полностью отвечают требованиям, предъявляемым к тяговому подвижному составу в России и других странах пространства железнодорожной колеи 1520 мм. В настоящее время две компании вместе реализуют контракты на поставку 400 локомотивов в Россию и 295 локомотивов в Казахстан.

По материалам  
Департамента внешних связей  
ЗАО «Трансмашхолдинг»

# «АЭРОЭКСПРЕСС» И «STADLER» ПОДПИСАЛИ КОНТРАКТ НА ПОСТАВКУ ДВУХЭТАЖНЫХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

В московской мэрии состоялось публичное подписание контракта на поставку двухуровневого подвижного состава между российской компанией «Аэроэкспресс» и швейцарским производителем железнодорожной техники «Stadler Rail Group».



Контракт на сумму 685 млн. евро был подписан в присутствии мэра Москвы С.С. Собянина, вице-президента по пассажирским перевозкам ОАО «РЖД» М.П. Акулова, советника, генерального консула посольства Швейцарии в Российской Федерации Х. Майера, других официальных лиц, а также представителей СМИ. Со стороны «Аэроэкспресса» свою подпись поставил генеральный директор А.Ю. Криворучко, со стороны «Stadler» — президент и владелец компании П. Шпулер.

— Сотрудничество со «Stadler» призвано решить одну из наиболее насущных задач, стоящих сегодня перед нашей компанией, — увеличение провозных мощностей, — комментирует А.Ю. Криворучко. — Пассажиропоток «Аэроэкспресса» ежегодно растет почти на 20 %, и введение новых двухэтажных поездов — это логичный шаг, позволяющий не только существенно повысить нашу пропускную способность, но и обеспечить пассажирам еще более комфортные условия путешествия. Новые двухэтажные поезда «Stadler», которые появятся в России уже в 2015 году, отвечают самым высоким международным стандартам, — отметил генеральный директор компании.

— Сделка с «Аэроэкспрессом» по производству и поставке двухуровневого подвижного состава является для «Stadler» одной из крупнейших в России, — говорит П. Шпулер. — Выбор в пользу наших скоростных поездов является для нас настоящим успехом

и неоспоримым доказательством востребованности продукции компании «Stadler». Наши поезда уже зарекомендовали себя во многих странах: Швейцарии, Германии, Австрии и Люксембурге, и мы рады, что совсем скоро их смогут по достоинству оценить и россияне.

Официальное подписание контракта между компаниями стало очередным важным шагом к реализации проекта после объявления «Аэроэкспрессом» в феврале 2013 г. итогов тендера на поставку 172 двухэтажных вагонов. Победитель конкурса — компания «Stadler» — к маю 2016 г. должна поставить в Россию 118 вагонов по основному контракту (16 поездов в 4-вагонной составности и 9 поездов в 6-вагонной). Кроме того, 54 вагона по опциону будут поставлены в Россию позднее.

Поезда для «Аэроэкспресса» будут созданы на основе уже известных швейцарских поездов KISS. Вагоны выполнят из легкого алюминия, что позволит существенно уменьшить их вес по сравнению с традиционными вагонами из стали и, таким образом, снизить затраты на эксплуатацию. Новые поезда будут способны развивать скорости до 160 км/ч.

## НАША СПРАВКА

ООО «Аэроэкспресс» — компания-оператор, осуществляющая интермодальные и пригородные пассажирские перевозки в соответствии с лицензией Министерства транспорта Российской Федерации. Компания обеспечивает железнодорожное сообщение между столицей и аэропортами Московского авиационного узла (Внуково, Домодедово и Шереметьево), а также между центральным вокзалом Владивостока и новым аэропортом Кневичи.

В прошлом году услугами компании «Аэроэкспресс» воспользовалось более 17,4 млн. чел. Из них 14,9 млн. пассажиров было перевезено в аэропорты Москвы, что на 20,4 % превышает аналогичный показатель за 2011 г. Доля компании на рынке интермодальных перевозок в Москве по итогам 2012 г. увеличилась до 23,37 %.

«Stadler Rail Group» является крупнейшим швейцарским производителем железнодорожной техники. Заводы компании расположены в Швейцарии, Германии, Польше, Венгрии, Чехии, Италии и в Алжире. Деятельность «Stadler», главным образом, фокусируется на сегменте регионального и пригородного сообщения, легкорельсового транспорта, трамваев, а также на производстве подвижного состава для зубчатой железной дороги.

Наиболее известные модели в линейке «Stadler» — низкопольные электро- и дизель-поезда FLIRT (продано 890 поездов), низкопольные сочлененные вагоны GTW (562 поезда), рельсовые автобусы «RSI Regio Shuttle» (497 ед.) и двухэтажные поезда (170 поездов).

По материалам PR-агентства  
компании «Аэроэкспресс»  
(www.aeroexpress.ru)



# ОХЛАЖДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОВЗОВ: КАКИМ ЕМУ БЫТЬ?

Охлаждающее устройство (далее ОУ или устройство) являются одним из важнейших узлов оборудования тепловоза. Обычно ОУ занимает до 20 % свободного пространства кузова тепловоза, а на его функционирование может расходоваться от 4 до 8 % мощности силовой установки тепловоза.

Основными элементами ОУ являются:

- блоки радиаторов «горячего» (далее ГК) и «холодного» (далее ХК) контуров циркуляции воды;
- вентиляторная установка (ВУ, одна или несколько);
- шахта холодильника (или просто шахта);
- боковые жалюзи;
- система автоматического регулирования температур теплоносителей (далее САРТ).

Верхние жалюзи (далее ВЖ) обычно входят в состав ВУ и отдельно не выделяются. Следует оговориться, что по общепринятой классификации САРТ не является элементом ОУ, а входит в состав системы охлаждения тепловоза. Но в данной статье этот элемент будет рассматриваться исключительно в контексте с ОУ.

ОУ предназначено для поддержания температур теплоносителей дизеля на рекомендуемых уровнях на всех режимах его нагрузок и во всем допустимом диапазоне температур атмосферного воздуха. При его экстремальных температурах (выше 30 °С) и высоких нагрузках дизеля (выше 13-й позиции контроллера машиниста) допускается кратковременная эксплуатация тепловоза с температурами теплоносителей выше рекомендованных, но не выше максимально допустимых значений.

Рекомендуемые и максимально-допустимые температуры воды, масла и наддувочного воздуха регламентированы технической документацией на дизель-генераторные установки. Максимально-допустимая температура воды ГК зависит от типа системы охлаждения: для закрытого типа обычно устанавливается предел на уровне 105 °С, а для открытого типа — 95 — 96 °С. Расчет и проектирование параметров ОУ осуществляется именно для реализации экстремальных условий работы тепловоза с учетом 15%-ного запаса по теплоотсеивающей способности радиаторов.

Проектирование ОУ усложнено тем, что его габариты и затраты мощности силовой установкой на его функционирование ограничены. Обычно в задаче проектировщиков входит минимизация затрат мощности силовой установки на функционирование ОУ при заданных его габаритах (обычно максимально допустимых).

По мере совершенствования тепловозов и, особенно, с ростом их секционной мощности, растут и требования, предъявляемые к ОУ. Охлаждающие устройства современных, более мощных тепловозов, должны обеспечивать увеличенный теплоотвод практически в тех же габаритах, что у существующих. Удельные затраты мощности на их функционирование, напротив, должны

снижаться по сравнению с существующими аналогами. Другими словами, эффективность ОУ перспективных тепловозов должна быть выше, чем у существующих.

Повысить эффективность ОУ можно различными способами. Наиболее очевидные из них следующие:

- повышение эффективности теплоотсеивающей способности (далее ТРС) секций водовоздушных радиаторов и снижение их аэродинамического сопротивления;
- увеличение производительности ВУ с одновременным повышением их экономичности;
- снижение сопутствующих аэродинамических потерь при течении воздуха в шахтах.

Однако очевидные пути уже пройдены, и существенных успехов в этом направлении добиться крайне затруднительно. Так, в блоках радиаторов ОУ современных тепловозов применяются секции радиаторов Р62.131.00.000 (г. Луганск, Украина) или их российский аналог 9717.000, у которых сочетание теплоотсеивающей способности и аэродинамического сопротивления находится на очень высоком уровне. Указанный тип секции создавался не один десяток лет. Над оптимизацией параметров секции трудились видные ученые. Ей посвящен целый ряд расчетно-экспериментальных работ.

По мнению автора, в рамках существующих критериев сравнения радиаторов превзойти теплоэнергетический потенциал такой секции в ближайшее десятилетие вряд ли получится. Наоборот, из-за повышенной склонности таких секций к загрязнению со стороны воды, в эксплуатации наблюдается тенденция к замене высокоэффективных секций на менее эффективные типа 7317.000, но которые в меньшей степени подвержены загрязнению внутренних полостей охлаждающих трубок.

По суждению специалистов локомотивных депо, потеря от 20 до 30 % теплоотсеивающей способности блоков радиаторов при замене высокоэффективных секций на менее эффективные мало отражается на экономических показателях тепловоза, но положительно сказывается на показателях его надежности. Очевидно, что пожелания работников локомотивных эксплуатационных депо должны быть учтены при строительстве новых тепловозов. Однако выполнение таких пожеланий существенно усложнит и без того не легкую задачу создания более эффективного ОУ.

Следует отметить, что создание более эффективного радиатора для тепловозных охлаждающих устройств все же возможно. Ранее не случайно была сделана оговорка — «в рамках существующих критериев сравнения». Очевидно, что при создании нового радиатора следует руководствоваться некоторыми критериями, с помощью которых можно количественно оценить целесообразность проведения разработки и освоения нового и очень трудозатратного производства водовоздушных радиаторов.

Существующие критерии сравнения были приняты, исходя из общих принципов проектирования охлаждающих устройств энергетических установок, и не учитывали конструктивные и ограничительные особенности работы радиаторов в ОУ тепловозов. С учетом же таких условий существует лазейка для создания радиаторов, может быть и не самых эффективных по общепринятым меркам, но способных ощутимо повысить эффективность охлаждающих устройств современных и уже существующих тепловозов. Расшировка основополагающих принципов таких критериев сравнения выходит за рамки настоящей работы. Автором подготовлена отдельная работа, посвященная этой проблеме.

Повышение эффективности ОУ благодаря применению более экономичных вентиляторных установок также достигло своего «потолка». На тепловозах 2ТЭ25А и ТЭП70 уже давно применяются вентиляторные установки с КПД 0,8 — 0,82 %. Попытки увеличения этого параметра приводят к неоправданным затратам при относительно малых результатах.

Справедливости ради следует признать, что стремление к повышению их эффективности оправдано только с позиции облегчения веса и снижения габаритов привода вентиляторных установок. Экономическое значение оно имеет слабое. Это объясняется тем, что значения затрат среднеэксплуатационной мощности силовой установки на привод вентиляторных установок относительно небольшие. В несравненно большей степени негативное влияние на эксплуатационную экономичность работы ОУ оказывают другие его элементы (речь о них пойдет ниже).

Следует отметить, что существует такой показатель, как «коэффициент полезного использования мощности дизеля тепловоза при выполнении тяговой работы по перемещению составов», который регламентируется соответствующим документом и на текущий момент должен составлять не менее 0,78. Если при экспериментальном определении этого коэффициента руководствоваться максимальными значениями затрат мощности на привод ВУ, которые составляют значительную долю в общих затратах мощности на вспомогательные нужды тепловоза, то применение высокоэффективных вентиляторов может быть оправданным. Однако до сих пор ведутся споры по методике его экспериментальной оценки. На лицо явное противоречие.

Номинальная мощность дизелей типа Д49 регламентируется при температуре атмосферного воздуха 20 °С и определенном сочетании температур воды, масла, топлива и наддувочного воздуха. Но при такой температуре окружающей среды нет нужды в полной производительности вентиляторных установок для поддержания температур теплоносителей дизеля на регламентированных уровнях. Попытка включения их на полную мощность неизбежно переохладит теплоносители дизе-

ля и автоматически приведет к неправомерности получения показателя. Поэтому оценка коэффициента использования мощности тепловозом часто производится при частичной производительности вентиляторных установок. А так как затраты мощности на ее привод пропорциональны кубу производительности, то при определении коэффициента использования полезной мощности тепловоза значение мощности вентиляторных установок существенно ниже номинала.

Таким образом, жесткие требования по ограничению их мощности не оказывают существенного влияния на показатели эффективной работы тепловоза, и по формальному признаку их можно оспаривать. Следовательно, нет нужды и в применении высокоэффективных вентиляторных установок, так как такие установки существенно сложнее и дороже простых вентиляторов типа УК-2М, уже много лет используемых в охлаждающих устройствах тепловозов. По моему мнению, применение на ТЭП70 высокоэкономичного вентилятора с приводом от компактного и относительно легкого гидромотора имеет больше научный, чем экономический интерес, а применение экономичной вентиляторной установки на тепловозе 2ТЭ25А — мероприятие вынужденное, обусловленное ограничениями по весу и габаритам электропривода для такой установки.

Повышение эффективности ОУ за счет снижения аэродинамических потерь в шахте холодильника теоретически возможно. Потери аэродинамической мощности в каналах шахт существующих тепловозов выше или соизмеримы со значениями сопротивления блоков радиаторов или так называемого «полезного» сопротивления. Например, сопутствующие аэродинамические потери в шахте тепловоза 2ТЭ10М составляют 72 % от полного напора вентиляторных установок. Для тепловозов 2ТЭ116 и ТЭП70 этот показатель несколько ниже — на уровне 58 — 60 %. Тепловозы 2ТЭ25А и 2ТЭ10У имеют самый низкий уровень непроизводительных потерь — 39 и 32 % соответственно. Но и такой уровень составляет достаточно весомую часть непродуктивных затрат топлива на привод вентиляторных установок, которые включают в себя:

- потери в боковых жалюзи;
- потери в каналах шахты на трение и поджатие потока воздуха;
- потери на повороты потока воздуха при входе и выходе из блоков радиаторов;
- динамические (скоростные) потери при выходе воздуха в атмосферу.

Потери в боковых жалюзи составляют приблизительно 15 % от полного напора вентиляторных установок и обусловлены конструктивными особенностями створок. Снизить такие потери возможно за счет применения более обтекаемого профиля створок, но существенного улучшения эффективности ОУ это не принесет.

Динамические потери напора вентиляторных установок с выходом потока воздуха в атмосферу составляют более 50 % всего аэродинамического сопротивления шахты. Снизить эти потери можно с помощью применения выходных диффузоров, преобразующих динамическое давление

воздуха в статическое. Однако снижение такого вида потерь нецелесообразно по двум причинам. Во-первых, выходной диффузор имеет достаточно большой осевой размер и его размещение в крышечной части кузова тепловоза затруднительно по компоновочным соображениям. Во-вторых, скоростной напор воздуха при выходе его в атмосферу из вентиляторных установок несет определенную функциональную нагрузку.

При движении тепловоза с определенной скоростью горячий воздух и выхлопные газы дизеля прижимаются к кузову и попадают в зону разрежения боковых жалюзи соседней секции тепловоза. При этом существенно снижается теплорассеивающая способность ОУ этой секции. Кроме того, продукты неполного сгорания топлива и масла, присутствующие в выхлопных газах, откладываются на передних кромках охлаждающих пластин радиаторов. В дальнейшем к маслянистой поверхности прилипают пыль, тополиный пух и прочие вещества, в результате чего воздушные каналы частично или даже полностью закупориваются.

Воздушный факел, образованный работающей вентиляторной установкой, является своеобразным отбойником, препятствующим попаданию горячего воздуха и выхлопных газов дизеля на передние кромки радиаторов соседней секции тепловоза. Таким образом, стремление к снижению динамических потерь шахты холодильника, в том числе благодаря применению вентиляторных установок с увеличенным диаметром вентиляторного колеса (ТЭП70), должно быть разумным.

Снижению аэродинамических потерь шахты, связанных с поворотами потоков воздуха до и после радиаторов, а также с поджатием потока воздуха в шахте, посвящено много расчетно-экспериментальных работ. Наиболее полно результаты представлены в работе Ю.А. Куликова «Системы охлаждения силовых установок тепловозов». Шахты современных тепловозов проектируют с учетом рекомендаций, представленных в ней. Однако выполнение таких советов в полной мере затруднено конструктивными и компоновочными особенностями блоков радиаторов и вентиляторных установок.

Из эксплуатируемого парка тепловозов наилучшие аэродинамические характеристики имеют шахты, установленные на тепловозах 2ТЭ25А. Это объясняется тем, что на тепловозе применены секции водовоздушного радиатора укороченной длины (7317.100) в сочетании с вентиляторной установкой диаметром 1600 мм. Применение таких секций позволило, с одной стороны, снизить коэффициент поджатия воздуха в шахте (соотношение площади радиаторов к площади для выхода воздуха в атмосферу), а с другой стороны, установить блоки радиаторов с оптимальными углами наклона относительно вертикальной оси тепловоза.

Таким образом, явные конструктивные и технологические ресурсы, позволяющие повысить эффективность ОУ, можно признать практически полностью исчерпанными.

В то же время, существуют и неявные пути. Один из них — создание радиатора с теплоэнергетическими показателями, ра-

циональными для применения в шахтах ОУ тепловозов. Второй — использование двухрядной конструкции блоков радиаторов.

Как известно, водяные системы большинства тепловозов выполнены двухконтурными. В ГК циркулирует вода, которая охлаждает дизель, а в ХК — вода, охлаждающая масло и наддувочный воздух. Уровень температур воды в контурах различен, и эта разница может достигать более 30 °С. Различны, соответственно, и уровни нагрева охлаждающего воздуха в радиаторах разных контуров. Другими словами, воздух при выходе из радиатора ХК существенно холоднее, чем при выходе из радиатора ГК. При традиционной аэродинамической схеме охлаждения с однорядным расположением радиаторов весь воздух выбрасывается в атмосферу после однократного использования. Однако энергетический потенциал воздуха, охлаждающего ХК, еще достаточно велик, и его можно использовать для охлаждения воды ГК.

Технически это достигается расположением радиатора ГК непосредственно за радиатором ХК. При этом наблюдается, с одной стороны, снижение эффективности охлаждения воды ГК, обусловленное повышенной температурой охлаждающего воздуха, нагретого в радиаторах ХК, с другой, повышение эффективности этого контура, обусловленное почти троекратным увеличением фронта его радиатора.

В силу особого сочетания значений теплопроводов от теплоносителей дизеля типа Д49, расходов воздуха через блоки радиаторов и допустимых значений температур воды, прежде всего ГК, увеличение фронта радиатора ГК носит опережающий характер по сравнению с увеличением температуры воздуха перед его фронтом. Условия охлаждения воды ХК также улучшаются, так как фронт охлаждения радиаторов этого контура увеличивается в полтора раза.

Применительно к охлаждающему устройству тепловоза 2ТЭ25А сочетание указанных факторов позволило уменьшить глубину радиаторов ГК вдвое, а высоту фронта всего блока — почти в 1,5 раза. Что касается ОУ тепловоза ТЭП70, у которого нет острой необходимости в сокращении высоты фронта радиаторов, применение двухрядной конструкции в зависимости от поставленной цели позволило бы:

- ☑ увеличить диапазон использования тепловоза по температуре атмосферного воздуха до 49 °С (см. таблицу, вариант 2) или сократить свыше 60 % затраты мощности на привод вентиляторной установки при сохранении площади фронта и применении серийных секций типа 9717.000 в обоих рядах (см. таблицу, вариант 3). Однако при этом количество секций и вес блоков радиаторов увеличатся вдвое;

- ☑ сократить фронт радиатора на 25 % за счет ликвидации количества спаренных, одинаковых по глубине секций до 29 шт. (см. таблицу, вариант 4) при сохранении мощности на привод вентиляторной установки. Однако при этом на 23 % возрастет суммарный вес блоков радиаторов. Кроме того, из-за сокращения длины ОУ возникнет необходимость применения вентиляторной установки с уменьшенным диаметром (1,4 м) и увеличенной частотой вращения рабочего колеса;

Результаты сравнительных расчетов основных параметров ОУ тепловоза ТЭП70 с двухрядным и однорядным расположением секций в блоках радиаторов

Наименование параметра	Обозначение	Значение параметров для расчетных вариантов						
		1	2	3	4	5	6	
Схема включения радиаторов в блок		одно- ряд- ная	двухрядная					
Температура воды, °С:								
при входе в радиатор ГК	$t'_{вГК}$	105	86	103	100	105	105	
при выходе из радиатора ХК	$t'_{вХК}$	68	59	68	68	68	67	
Число секций, шт.:								
в радиаторе ГК	$z_1$	17	47		29	47		
в радиаторе ХК	$z_2$	30						
Глубина секции, мм:								
радиатора ГК	$H_{ГК}$		187			57	72	
радиатора ХК	$H_{ХК}$					90	114	
Относительная производительность ВУ, %	$V_{вз\ отн}$	100	86	60	70	100	86	
Диаметр рабочего колеса ВУ, м	$D_{вУ}$		1,8		1,4	1,8		
Относительная частота вращения рабочего колеса ВУ, %	$n_{вУотн}$	100		72	167	100	89	
Относительная мощность на валу рабочих колес вентиляторных установок, %	$N_{вУотн}$	100		38	100		65	
Относительная масса радиаторов	$M_{отн}$	100	200		123	79	100	

Рассмотрим 15%-ный запас по теплорассеивающей способности радиаторов. С одной стороны, обеспечение такого параметра заставляет проектировщиков применять увеличенное количество секций в блоке радиаторов, а также конструкцию вентиляторной установки и, соответственно, его привод, с 30 — 40%-ным запасом по мощности. Это, во-первых, приводит к заметному удорожанию ОУ, а во-вторых, создает серьезные компоновочные трудности при выборе оптимальных конструктивных параметров охлаждающего устройства. С другой стороны, соблюдение 15%-ного запаса не только не контролируется в эксплуатации, но, в большинстве случаев, априори не соблюдается.

Отклонение теплорассеивающей способности ОУ от номинала нередко достигает 50 — 70 %, т.е. используется только от половины до трети потенциала охлаждающего устройства. И этому есть две объективные причины. Во-первых, в силу особенностей загрузки тепловозов на дорогах России в сочетании с вероятностью реализации экстремально-высоких температур атмосферного воздуха, вероятность перегрева теплоносителей в пути следования составов очень низкая. Но даже в случае реализации сочетаний внешних условий, приводящих к перегреву теплоносителей, у машиниста есть целый арсенал возможностей его избежать (например, снизив нагрузку силовой установкой при опасности перегрева теплоносителей или используя инерционность прогрева большой массы теплоносителей на непродолжительных участках реализации высоких нагрузок дизеля). Во-вторых, несмотря на ощутимые дополнительные среднеексплуатационные затраты, связанные с потерей теплорассеивающей способности ОУ, выявить такие потери в эксплуатации чрезвычайно трудно.

Поэтому возникает закономерный вопрос о правомочности и экономической целесообразности соблюдения существующих требований к ОУ при создании пер-

спективного тепловоза. Так, охлаждающие устройства тепловозов 2ТЭ116 и М62 могли быть изначально выполнены с блоками радиаторов, состоящих из секций укороченной длины типа 7317.100, и с упразднением верхних утеплительных щитов.

Безусловно, такое ОУ не отвечало бы требованиям, предъявляемым к тепловозам. Однако строительные затраты при этом были бы существенно ниже, а эксплуатационные затраты — остались бы на существующем уровне. Кроме того, использование секций радиаторов укороченной длины позволило бы улучшить аэродинамические характеристики шахты холодильника и высвободить пространство для размещения дополнительного оборудования под шахтой ОУ.

В меньшей степени это касается и ОУ относительно современного тепловоза 2ТЭ25А. Даже при позитивных исходных конструктивных и технических характеристиках его охлаждающего устройства наличие утеплительных щитов сводит это преимущество на нет.

Щиты нетехнологичны для монтажа и демонтажа, а также не ясно где и как хранить столь громоздкое сооружение в межсезонье. Заранее очевидно, что они вряд ли будут демонтироваться в летнее время года.

Безусловно, защита от переохлаждения передних рядов трубок радиаторов должна быть. Но, если не касаться особенностей конструкции этих щитов, то тогда усилия, затраченные проектировщиками на создание высокоэффективной ОУ этого тепловоза, можно признать напрасными.

Из изложенного можно сделать следующий вывод: существующие требования, предъявляемые к ОУ тепловозов, весьма спорны и требуют или четкого экономического обоснования, или пересмотра с учетом всех сопутствующих факторов.

**В. И. ГОРИН,**  
старший научный сотрудник  
ОАО «ВНИИЖТ»

☑ снизить вес и глубину всего блока радиаторов на 22 % за счет применения облегченных радиаторов с оптимальным сочетанием глубин для ГК и ХК в заданных габаритах фронта и при сохранении мощности привода вентиляторной установки на прежнем уровне (см. таблицу, вариант 5). Однако при этом необходимо создание двух новых типов водовоздушных радиаторов с глубиной 57 мм (два ряда трубок) и 90 мм (четыре ряда трубок);

☑ снизить мощность привода вентиляторной установки на 35 % при сохранении массогабаритных параметров блоков радиаторов. Однако при этом необходимо создание двух новых типов водовоздушных радиаторов с глубиной 72 мм (три ряда трубок) и 114 мм (пять рядов трубок);

☑ применить комбинацию указанных мероприятий для создания ОУ, по типу охлаждающего устройства тепловоза 2ТЭ25А или даже унифицированного с ним.

Значения параметров ОУ, приведенные в таблице, получены расчетным путем. В расчетах использовались также результаты теплотехнических и аэродинамических испытаний секций типа 9717.000, полной и половинной глубины, проведенные автором на стенде ОАО «ВНИИЖТ».

**В**ыше изложено описание проблем при создании ОУ тепловозов и возможные пути их решения. Далее приведу доводы о целесообразности проведения таких мероприятий.

Действительно, стоило ли «ломать копья»? Как показывает практика эксплуатации отечественных тепловозов, теплорассеивающий потенциал ОУ используется менее, чем наполовину. И дело тут не только в загрязнении внутренних полостей трубок радиаторов. Ранее уже отмечалось, что в эксплуатации отдают предпочтение менее эффективным секциям, но и менее засоряемым. Так, при выходе из строя штатных секций типа 9717.000 заменяют их секциями типа 7317.000. Подобная замена приводит к снижению теплорассеивающей способности ОУ на 22 — 40 % (зависит от многих параметров ОУ и, прежде всего, от скорости воды в трубках радиаторов). Кроме того, подавляющее большинство тепловозов 2ТЭ116, 2ТЭ10 и М62 эксплуатируются с недемонтированными утеплительными щитами в летнее время года. По самым скромным подсчетам, такая эксплуатация приводит к потере от 30 до 45 % теплорассеивающей способности радиаторов.

Применение радиаторов с сильно замятыми передними кромками охлаждающих пластин (явление относительно нередкое), использование так называемых ремонтных радиаторов, ну и, конечно, загрязнение внутренних и наружных поверхностей теплоотдачи секций в эксплуатации — все это существенно сказывается на общей теплорассеивающей способности охлаждающего устройства. Если добавить к этому несовершенство САРТ отдельных тепловозов, таких как 2ТЭ116, ТЭМ2, ТЭМ18Д (ДМ), приводящее к ощутимому перерасходу топлива силовой установкой тепловоза на привод вентиляторной установки, то жесткие требования, предъявляемые к ОУ при создании тепловоза, выглядят, по меньшей мере, несерьезными.

# СХЕМЫ ЗАЩИТЫ СИЛОВЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ НА ЭЛЕКТРОВОЗЕ ВЛ11К

**Защита от коротких замыканий.** Силовые и вспомогательные цепи защищены от токов коротких замыканий (к.з.), превышающих ток 2500 А, быстродействующим выключателем (БВ) QF1. Когда установившееся значение тока к.з. ниже тока уставки БВ, силовую цепь защищает дифференциальное реле КА1, отрегулированное на ток небаланса 100 А.

Цепи вспомогательных машин и электродвигателей защищены дифференциальным реле КА2, отрегулированным на ток небаланса 8,5 А. При срабатывании дифференциального реле своими контактами разрывают цепь удерживающей катушки БВ. Защита тяговых электродвигателей от к.з. в режиме электрического торможения осуществляется размыкающими контактами быстродействующих контакторов (БК) K43 и K44.

Для улучшения коммутационных условий при размыкании отключающих контактов БК параллельно им вводятся резисторы R7 и R8. Блокировочные контакты БК разрывают цепь удерживающей катушки БВ и приводят к его отключению. Отключающие катушки БК получают питание от устройства управления быстродействующими контакторами (УУБК) А3.

С повышением тока к.з. в цепи тяговых электродвигателей резко возрастает напряжение на индуктивных шунтах L2 и L3. Сигнал о повышенном напряжении от секций 2 — 3 индуктивных шунтов L2 и L3 поступает в УУБК. Оно включает схему подачи дополнительного напряжения на последовательно соединенные отключающие катушки БК. В результате через отключающие катушки БК (K43 и K44) протекает ток, превышающий их уставку. Контакты БК

размыкаются и удерживаются в отключенном положении защелкой. После отключения БК его вспомогательные контакты разрывают цепь питания удерживающей катушки БВ.

В цепях управления УУБК снимает питание с проводов 395 и 398. В результате этого теряют питание катушки электромагнитных вентилях контакторов K34, K35 и электромагнитного контактора KM17. Контакт K34 и K35 своими контактами разрывают цепь якоря генератора преобразователя M7 (прерывают цепь питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей). Контакт KM17 своим контактом разрывает цепь питания независимых обмоток возбуждения H4 — HH4 и H5 — HH5 генератора преобразователя.

Микропроцессорная система МСУЛ, получив сигнал о срыве рекуперации (срабатывании защиты) от УУБК по проводам 351 и 352, через БС-РН по проводам 413 и 414, ключ КРЭК50 А2 снимает управление независимыми обмотками возбуждения H4 — HH4 и H5 — HH5 генератора преобразователя и разбирает схему электрического торможения. После восстановления состояния силовой схемы, соответствующего нулевой позиции, и нажатия кнопки SB29 «Возврат защиты» БК восстанавливаются (переходят во включенное положение).

**Защита от перегрузок и повышенного напряжения.** Защита от перегрузок в силовой цепи осуществляется МСУЛ. При напряжении в контактной сети более 4100 В МСУЛ управляет отключением БВ, разбором схемы тягового режима или электрического торможения. Информацию о величинах токов и напряжений в силовой

цепи МСУЛ получает от преобразователей напряжений в код UZ1 — UZ7 (рис. 1).

Напряжение и токи в силовых цепях измеряют следующие преобразователи напряжения UZ в код ПНКВ-1:

- UZ1 — измеряет величину напряжения в контактной сети;
- UZ2 — фиксирует ток якорей тяговых электродвигателей M1 и M2;
- UZ3 — определяет ток якорей тяговых электродвигателей M3 и M4;
- UZ4 — измеряет ток в обмотках возбуждения тяговых двигателей M1 и M2;
- UZ5 — измеряет ток в обмотках возбуждения тяговых двигателей M3 и M4;
- UZ6 — определяет общий ток при реостатном торможении и рекуперативном торможении при переходе в режим гашения напряжения на реостатных резисторах;
- UZ7 — измеряет ток в цепи вспомогательных машин.

Следует помнить о некоторых особенностях работы схемы электровоза ВЛ11К в режимах тяги и электрического торможения.

**Тяговый режим.** Если ток якорей тяговых электродвигателей в течение 10 с превышает 750 А, то МСУЛ выполняет переход на нулевую (двадцатую или тридцать пятую) позицию. Когда ток в течение 2 с превышает 750 А при ослабленном возбуждении, МСУЛ снижает ослабление возбуждения на одну ступень. При напряжении в контактной сети более 4000 В МСУЛ разбирает силовую схему режима тяги до нулевой позиции.

**Режим электрического торможения.** При напряжении в контактной сети более 3900 В МСУЛ разбирает схему режима электрического торможения

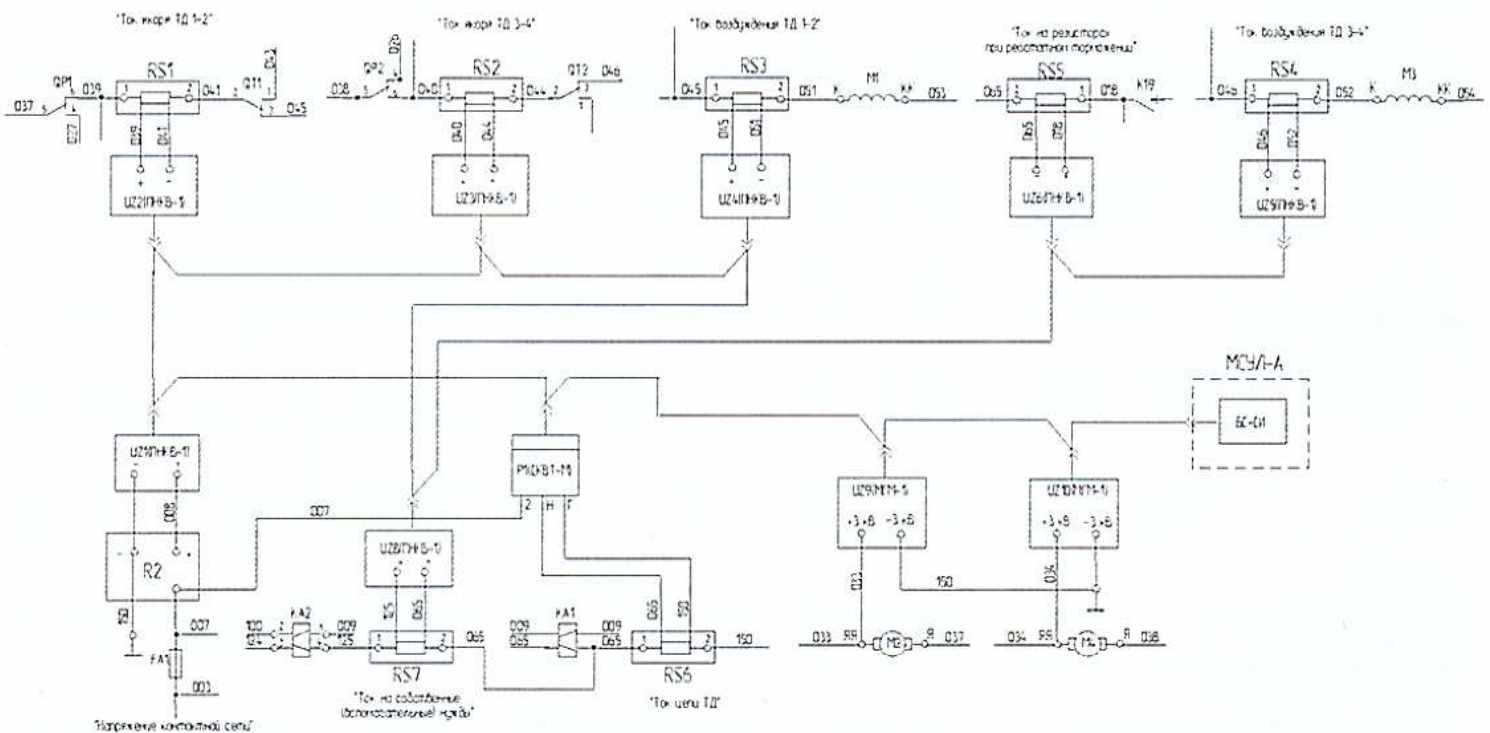


Рис. 1. Схема измерения в силовой цепи преобразователями напряжения в код ПНКВ-1



и включает первую позицию. После того как напряжение в контактной сети станет более 3800 В, МСУЛ включает первую позицию реостатного торможения и вводит в схему пускотормозные резисторы. При уменьшении напряжения до 3400 В эти резисторы выводятся.

**Защита от боксования и юза.** Система защиты от боксования и юза включает в себя устройства выявления боксования и юза (рис. 2). К ним относятся датчики угла поворота BR1 — BR4 и блок БС-ДПС-БЗС. Схема защиты устроена так, что во всех режимах ведения поезда, кроме тягового, она выявляет юз. В тяговом режиме схема работает на выявление боксования. При нажатой кнопке SB14 «Защита бокс. выкл.» защита от боксования и юза одновременно выключается на всех секциях.

Различают режим слабого боксования (юз) и сильного боксования (юза).

При возникновении боксования и юза МСУЛ выдает речевое сообщение: «Боксование <номер> оси, <номер> секции». Кроме того, загорается светодиод с номером боксующей колесной пары. При выявлении слабого боксования и юза МСУЛ импульсно подает песок под все колесные пары до прекращения боксования и юза. После выявления сильного боксования и юза МСУЛ обеспечивает подачу песка под все колесные пары и сброс позиций в тяговом режиме до позиции, на которой боксование прекращается.

При электрическом торможении МСУЛ устраняет боксование или юз путем снижения тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей. Если через 6 с

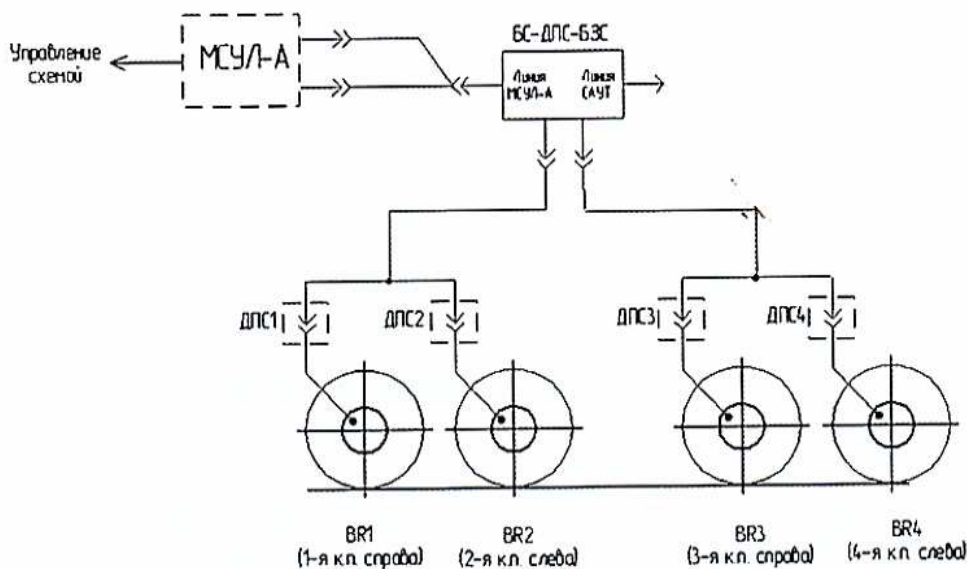


Рис. 2. Схема системы защиты от боксования и юза

после сброса позиций сильное боксование или юз не прекращается, то производится дополнительный сброс позиций или последующее снижение тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей при электрическом торможении. МСУЛ реагирует на сигнал боксования или юза только при нахождении кнопки SB14 «Защита боксов. выкл.» в выключенном положении.

**Защита от перенапряжений.** При атмосферных и коммутационных перенапряжениях защита цепей электровоза осуществляется разрядником тока FV1 типа РВКУ-3,3А-01, который вместе с регистра-

тором числа срабатываний установлен на крыше секции электровоза и подключен к силовой цепи после дросселя помехоподавления L1.

**Защита от радиопомех.** Для снижения уровня помех в канале поездной радиосвязи, возникающих при работе электрооборудования электровоза, установлено устройство, состоящее из контура индуктивности и емкости. В качестве индуктивности используется дроссель L1 типа Д-027-01, а в качестве емкости — конденсаторы С1 типа К41-1а-10 кВ-0,5 мкФ±10 %-У и С2 типа К41а-10 кВ-0,01 мкФ±10 %-У, включенные в силовую схему электровоза. ■

## ВАМ ПРЕДЛАГАЮТ НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (ФГБОУ «УМЦ ЖДТ») выпустил в свет следующее издание:

Венцевич Л.Е. Тормоза железнодорожного подвижного состава. Устройства обеспечения безопасности движения поездов. Вопросы и ответы. 2013. – 468 с.

В учебном пособии изложены принципы работы тормозного оборудования подвижного состава, порядок управления тормозами поезда, приведены данные о конструкции и особенностях работы тормозных приборов, эксплуатируемых на железных дорогах России. Даны примеры расчетов по определению тормозного пути поезда и расстояний, необходимых для снижения скорости в режиме торможения. Рассмотрена работа современных устройств, обеспечивающих безопас-

ность движения поездов. Подробно описаны действия локомотивной бригады и работников, связанных с движением поездов, при возникновении нестандартных или аварийных ситуаций в процессе движения. Даны рекомендации по обслуживанию тормозного оборудования локомотивов и МВПС в различных условиях.

Учебное пособие предназначено для подготовки машинистов и помощников машинистов локомотивов и МВПС в дорожно-технических школах, для других учащихся этих школ при изучении предмета «Автотормоза», а также для повышения квалификации машинистов-инструкторов и техников-расшифровщиков скоростемерных лент; может быть полезно студентам техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. Представляет интерес для руководителей локомотивного хозяйства и ревизоров по безопасности движения поездов.

По вопросам приобретения обращайтесь в ФГБОУ «УМЦ ЖДТ»:  
105082, г. Москва, ул. Бакунинская, д. 71. Тел. (495) 739-00-31, marketing@umcздт.ru  
**ФИЛИАЛЫ ФГБОУ «УМЦ ЖДТ»:**

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

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

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

# УПРАВЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТЬЮ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭПС ПОСТОЯННОГО ТОКА

На магистральных линиях отечественных дорог существуют участки с трудным профилем, наличие которых приводит к снижению величины унифицированной массы поезда на направлении. Ее увеличение при одиночной тяге и отсутствии подталкивания возможно только за счет улучшения тяговых свойств эксплуатируемых локомотивов, имеющих достаточно большую мощность.

Поэтому дальнейшее увеличение критической массы поездов на участке до величины унифицированной нормы конкретного направления зачастую ограничено силой сцепления, а также прочностью автосцепки. На напряженных участках локомотивы работают в интенсивном режиме эксплуатации. Следствием этого является повышенная повреждаемость узлов и агрегатов локомотивов (электрические машины и механическая часть), что требует дополнительных затрат на их восстановление.

Для повышения эффективности использования тяговых свойств магистральных электровозов в условиях ограниченной скорости движения и изменяющегося в широких пределах коэффициента сцепления необходима разработка мер, позволяющих решить поставленную задачу. Одной из таковых является увеличение жесткости тяговых характеристик локомотива.

В настоящее время существующие серии электровозов постоянного тока, такие как ВЛ10, ВЛ11, ВЛ15 всех индексов, практически полностью выработали свой ресурс и морально устарели. Возможность их полной замены в короткий срок на локомотивы других серий отсутствует. В результате увеличение объемов перевозок привело к достаточно сложной ситуации с обеспечением электровозами постоянного тока сети дорог.

Создание нового тягового подвижного состава с использованием современных достижений локомотивостроения позволит обеспечить высокие потребительские качества, а универсальность — возможность его использования в изменяющихся условиях перевозок. Преимущества нового подвижного состава должны обеспечивать существенное повышение надежности, производительности и сокращение эксплуатационных расходов.

Недостатки ЭПС постоянного тока известны: потери в пуско-регулирующей аппаратуре, необходимость перегруппировки двигателей, малое число ходовых позиций, броски тока при перегруппировках, склонность к разному боксованию, сложность реализации электродинамического торможения, морально устаревшая система управления.

На характер сцепления влияют многие факторы, носящие случайный характер. Важнейшими из них являются погодные условия, состояние верхнего строения пути, степень износа колесных пар и рельсов. Как показали исследования, коэффициент сцепления при реализации силы тяги изменяется в достаточно широких пределах:

от 0,46 (максимальный) до 0,2 и ниже (при влажных рельсах). На его величину, помимо внешних факторов, существенно влияют особенности механической части и способа регулирования силы тяги данной серии локомотивов, а также профиль и диаметр бандажа колесной пары. При движении по неровностям пути происходят разгрузки колесных пар, достигающие в динамике 25 — 30 % при их продолжительности 0,02 — 0,03 с, которые также могут стать причиной возникновения боксования.

Помимо различных случайных факторов, на реализацию силы тяги существенно влияют и особенности конструкции механической части локомотива. Так, на грузовых электровозах постоянного тока серий ВЛ10, ВЛ11 всех индексов тяговые и тормозные усилия от рамы кузова на раму тележки передаются при помощи шаровой связи. Для компенсации опрокидывающего момента, возникающего при реализации силы тяги, используется противоразгрузочное устройство. На электровозах, выпущенных позднее, например, ВЛ15, ВЛ65, ВЛ85, ЭП1, тележки соединены с кузовом в продольном направлении наклонными тягами.

Экспериментально установлено, что в экипаже с наклонными тягами достигается большее значение статического коэффициента сцепления, а также отсутствуют лимитирующие оси по условию развития боксования из-за уменьшения вертикальной осевой нагрузки. Однако в экипаже с наклонными тягами наиболее вероятно возникновение синхронного боксования.

По результатам расчетов, выполненных специалистами ВНИИ железнодорожного транспорта (ОАО «ВНИИЖТ»), установлено, что при реализации значительных сил тяги наблюдается улучшение тяговых свойств локомотивов с наклонными тягами, позволяющими выровнять распределение вертикальных нагрузок.

Применение в качестве противобоксовочного средства песка приводит к быстрому засорению балластного слоя и требует сложной и дорогостоящей его очистки, а также увеличивает основное сопротивление движению. Поэтому требуется более широко использовать электрические средства повышения сцепления.

На отечественных магистральных электровозах в качестве тяговых используются двигатели постоянного тока последовательного возбуждения, имеющие «мягкую» характеристику. Поэтому в случае срыва сцепления колеса с рельсом боксование может принять характер разностного, особенно при последовательном соединении двигателей. Однако, несмотря на данный недостаток, по сравнению с двигателями независимого возбуждения они обладают рядом преимуществ, к которым можно отнести равномерное распределение тока по параллельным ветвям, а также его меньшие изменения при колебаниях напряжения в контактной сети.

Наибольшую жесткость характеристик имеют двигатели независимого возбуждения. Локомотив с такими двигателями

менее склонен к боксованию и реализует большую силу тяги. Однако существенным недостатком данного способа возбуждения является значительная неравномерность распределения тока по параллельным ветвям тяговых двигателей.

Известно, что основным недостатком электровозов постоянного тока является наличие лишь трех ступеней регулирования питающего тяговые двигатели напряжения, определяемых их группировкой. Поэтому для улучшения тяговых свойств единственным путем является управление жесткостью тяговых характеристик.

Под жесткостью тяговой характеристики двигателя понимают величину изменения касательной силы тяги при изменении скорости движения локомотива и отсутствующем боксовании колесных пар. Численно жесткость тяговой характеристики  $\chi$ , кгс/(км/ч), оценивается коэффициентом:  $\chi = \Delta F / \Delta V$ , где  $\Delta F$  — изменение касательной силы тяги (кгс), соответствующее изменению скорости на величину  $\Delta V$  (км/ч).

При независимом возбуждении этот коэффициент практически одинаков для всех значений силы тяги и равен около 700 кгс/(км/ч). Коэффициент жесткости двигателей последовательного возбуждения возрастает с увеличением насыщения магнитной системы машины. Поэтому при малых токах якоря можно увеличить ток возбуждения до значения, при котором машина находилась бы в зоне насыщения благодаря применению независимого возбуждения или дополнительной подпитки обмоток возбуждения от внешнего источника.

Система смешанного возбуждения тяговых двигателей, занимая по характеристикам промежуточное положение между независимым и последовательным, позволяет обеспечивать:

- увеличение силы тяги по сцеплению, а также скорости движения при следовании поезда по расчетному подъему и при трогании с места;
- более полное использование номинальной мощности электровоза в широком диапазоне скоростей движения и с высоким коэффициентом полезного действия;
- способность развивать наибольший вращающий момент при трогании с места с наименьшими потерями энергии в пусковых резисторах;
- автоматический переход из режима тяги в режим электродинамического торможения и обратно без разрыва силовых электрических цепей;
- высокую степень противобоксовочной защиты;
- широкую регулировочную способность режимов тяги и электродинамического торможения, возможность автоматизации процесса управления электровозом.

К факторам, ухудшающим показатели систем с независимым и смешанным возбуждением, следует отнести: усложнение конструкции тягового двигателя, броски тока якоря при колебаниях напряжения контактной сети, наличие преобразова-

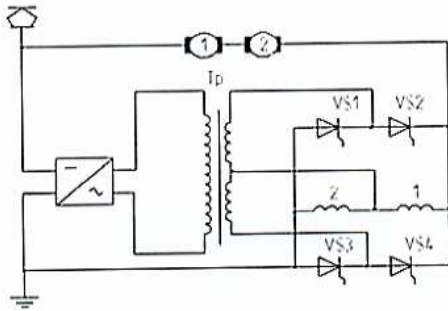


Рис. 1. Схема поосного регулирования возбуждения

телей, мощность которых должна быть не менее мощности потерь в обмотке возбуждения (вид преобразователя и способ подключения к обмоткам возбуждения зависят от структуры силовой цепи ЭПС).

Особым условием является то, что для реализации независимого и смешанного возбуждения двигателей на электровозах постоянного тока необходим сторонний источник энергии, питающий обмотки возбуждения.

Испытания на Свердловской дороге показали, что изменение формы характеристик позволяет:

- увеличить массу поезда ориентировочно на 25 — 30 %;
- значительно снизить расход песка;
- повысить скорость движения на равнинных участках примерно на 25 %.

Независимое питание обмоток возбуждения каждой пары тяговых двигателей в тяговом и тормозном режимах использовалось на электровозе с регулируемыми характеристиками ВЛ8Р-414. Его испытания еще в 1964 г. в депо Златоуст Южно-Уральской дороги подтвердили возможность увеличения массы поезда на 200 т (до 3400 при существовавшей тогда норме 3200 т). Однако увеличение числа преобразователей (четыре вместо двух) не решило проблему локализации переходных режимов при колебаниях напряжения контактной сети.

В настоящее время созданы восьмиосные электровозы постоянного тока серий 2ЭС6 и 2ЭС4К. Общим для них является применение подпитки обмоток возбуждения от статического преобразователя, использование системы реостатно-контакторного регулирования скорости и силы тяги, а также диодного способа перегруппировки тяговых двигателей. Известен вариант инверторно-выпрямительного преобразователя, реализующего индивидуальное регулирование тока возбуждения каждого двигателя (рис. 1). Выполненные расчеты показали эффективность данного технического решения, которое позволяет усиливать возбуждение тягового двигателя каждой оси в режимах боксования и юза.

Определим эффективность дополнительной подпитки обмоток возбуждения от преобразователя на примере электровозов ВЛ10 и ВЛ10У.

Скорость движения электровоза  $V$  на СП- и П-соединениях двигателей определяется по формуле:

$$V = (U - I_a m R_a - I_a m R_{об}) / m C \Phi,$$

где  $U$  — напряжение контактной сети, В;

$I_a$  — ток якоря, А;

$R_a$  — сопротивление цепи якоря, состоящей из обмоток добавочных полюсов, якорной и компенсационной, включенных последовательно, Ом;

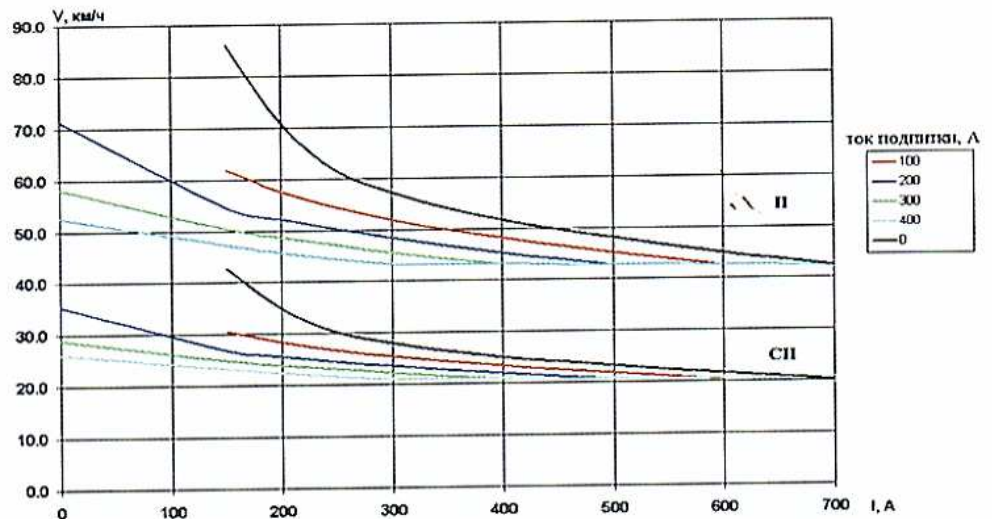


Рис. 2. Скоростные характеристики электровозов ВЛ10 и ВЛ10У при подпитке обмоток возбуждения от преобразователя

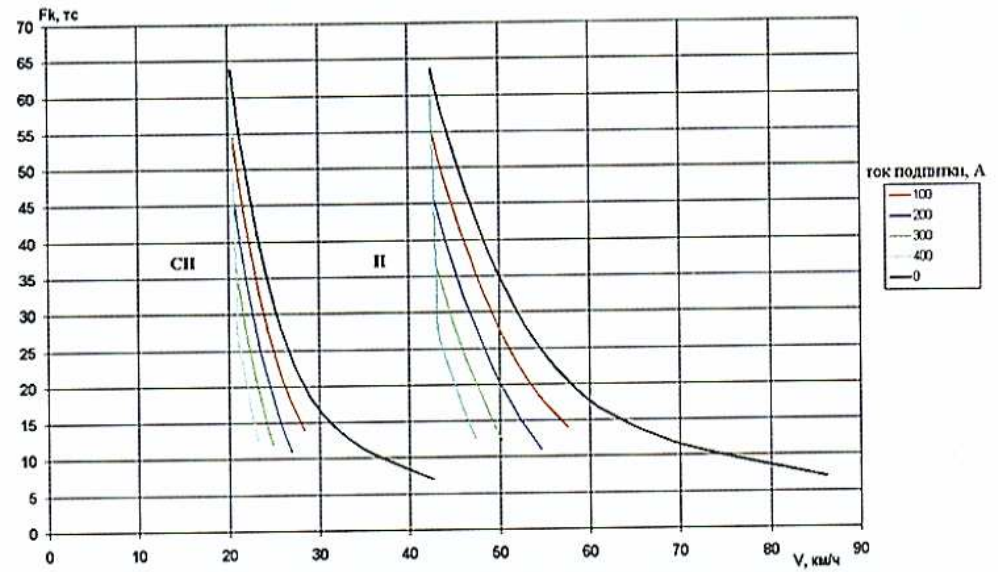


Рис. 3. Тяговые характеристики электровозов ВЛ10 и ВЛ10У при подпитке обмоток возбуждения от преобразователя

$I_b$  — ток возбуждения, А;  
 $R_{об}$  — сопротивление обмотки возбуждения, Ом;

$m$  — число последовательно соединенных групп двигателей, состоящих из двух двигателей, включенных последовательно;

$C$  — конструктивная постоянная машины;

$\Phi$  — магнитный поток, Вб.

Ток возбуждения  $I_b$  (А) в этом случае будет равен:

$$I_b = I_a + I_n,$$

где  $I_n$  — ток преобразователя, А.

Сила тяги электровоза  $F$  (кгс), приведенная к ободу колеса, определяется по формуле:

$$F = 0,367 I_a C \Phi n \eta,$$

где  $\eta$  — КПД двигателя;

$n$  — число ведущих осей электровоза (в данном случае — 8).

На рис. 2 и 3 приведены скоростные и тяговые характеристики электровозов ВЛ10 и ВЛ10У при токе подпитки 100 — 400 А, из которых следует, что с увеличением тока подпитки обмоток возбуждения происходит повышение жесткости тяговых характеристик электровоза.

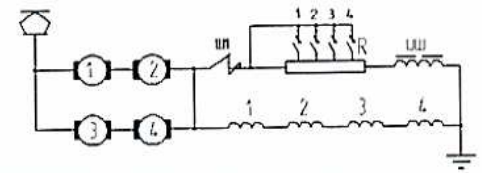


Рис. 4. Усиление возбуждения током якорей

С целью отказа от использования дополнительного источника подпитки обмоток возбуждения может осуществляться ток якорей смежной параллельной группы тяговых двигателей. На рис. 4 приведена упрощенная схема секции восьмиосного электровоза с последовательным соединением обмоток возбуждения обеих групп тяговых двигателей. При отключенной шунтирующей цепи, состоящей из активного сопротивления  $R$  и индуктивного шунта ИШ, усиление поля возбуждения максимально.

В результате указанного соединения обмоток тяговых двигателей двух групп между собой реализуется максимальный коэффициент возбуждения  $\beta$ :

$$\beta = I_b / I_a = 2 I_a / I_a = 2,$$

где  $I_b$  — ток возбуждения, А;  
 $I_a$  — ток якоря, А.

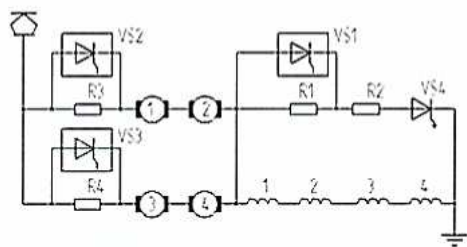


Рис. 14. Плавное регулирование сопротивления стабилизирующих резисторов

срыв сцепления колесной пары с рельсом вызывает увеличение частоты ее вращения при последовательно-параллельном соединении двигателей в 2,9 раза, а при параллельном соединении — в 1,92. Режим независимого возбуждения дает возможность ограничения частоты вращения — увеличение не более 15 % при последовательно-параллельном и 3,6 % при параллельном соединении соответственно. В режиме последовательно-независимого возбуждения скоростные характеристики занимают промежуточное положение.

Увеличение жесткости тяговых характеристик способствует увеличению расхождения токов смежных параллельных ветвей тяговых двигателей. В соответствии с Руководством по техническому обслуживанию и текущему ремонту электровозов постоянного тока серий ВЛ отклонение характеристик колесно-моторных блоков (КМБ) одного электровоза по отношению друг к другу не должно превышать 3 % (характеристика колесно-моторного блока представляет собой произведение диаметра бандажа колесной пары на частоту вращения тягового двигателя в минуту при часовом режиме).

Магнитные цепи разных тяговых двигателей обладают несколько отличающимися параметрами. Колесные пары также имеют бандажи с разным диаметром. В результате из-за их расхождения образуется разность ЭДС, достигающая 45 В, под действием которой в контуре, состоящем из обмоток якорей обеих групп двигателей, появляется уравнивающий ток, величина

$$R = \Delta E / I_{ур}$$

где  $\Delta E$  — разность ЭДС групп якорей, В;  
 $I_{ур}$  — уравнивающий ток, А.

Тогда сопротивление резистора, включенного в каждую группу якорей, будет равно 0,3146 Ом. Величину их сопротивления в зависимости от характеристик КМБ можно регулировать при помощи импульсного преобразователя (рис. 14). На рис. 15 приведена зависимость величины коэффициента заполнения преобразователей (VS2, VS3) от величины разности ЭДС смежных групп якорей при токе небаланса 50 А.

Как следует из рис. 15, при величине ЭДС небаланса менее 13,5 В в цепи якорей протекает уравнивающий ток менее 50 А. Поэтому стабилизирующие резисторы полностью выведены из цепи управления преобразователями. По мере увеличения ЭДС небаланса двух групп якорей двигателей происходит уменьшение коэффициента за-

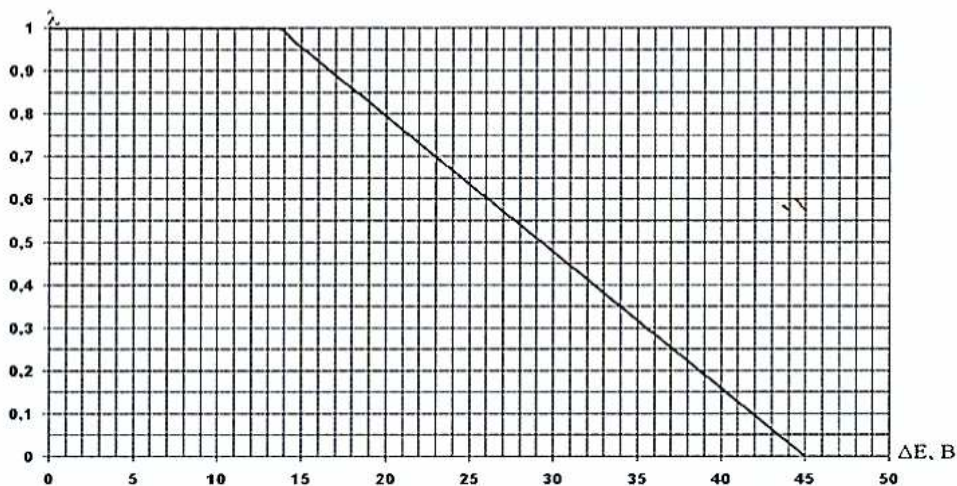


Рис. 15. Зависимость коэффициента заполнения от величины ЭДС небаланса

которого может достигать 170 А. Чтобы уменьшить его величину, требуется включение в цепь якорей стабилизирующих резисторов. Суммарную величину их сопротивления  $R$  можно определить исходя из уменьшения уравнивающего тока до 50 А:

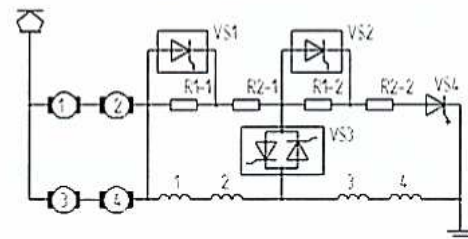


Рис. 16. Схема раздельного регулирования возбуждения

полнения импульсного цикла преобразователя, и в их цепи вводятся резисторы.

Включение стабилизирующих резисторов ухудшает энергетические показатели. Поэтому другим способом является раздельное регулирование возбуждения, для чего параллельно обмоткам главных полюсов каждой группы тяговых двигателей должен быть подключен отдельный регулятор, а между шунтирующей цепью и цепью возбуждения включены два встречно-параллельных ключевых элемента (рис. 16). Регулирование возбуждения отличается экономичностью, простотой и эффективностью.

Канд. техн. наук **В.А. БАРАНОВ**,  
 г. Санкт-Петербург

## НП «ОПЖТ» И «UNIFE» ПОДПИСАЛИ МЕМОРАНДУМ О ВЗАИМОПОНИМАНИИ И СОТРУДНИЧЕСТВЕ

В рамках прошедшего в Сочи VIII Международного железнодорожного бизнес-форума «Стратегическое Партнерство 1520» был подписан Меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве между Некоммерческим партнерством «Объединение производителей железнодорожной техники» (НП «ОПЖТ») и Ассоциацией европейской железнодорожной промышленности («UNIFE»). Подписи под документом поставили президент НП «ОПЖТ» В.А. Галанович и Председатель «UNIFE» А. Пупар-Лафарж.

По мнению обеих Сторон, развитие взаимодействия и сотрудничества между двумя организациями отвечает их общим долгосрочным интересам по созданию инновационного железнодорожного подвижного состава, обладающего существенными конкурентными преимуществами. Для достижения стратегических целей

Стороны намерены разработать дорожную карту по развитию отношений между НП «ОПЖТ» и «UNIFE». Стороны будут стремиться реализовать ее в полном объеме.

Учитывая накопленный в области «бережливого производства» опыт, Стороны также договорились продолжить практику обмена эффективными решениями в этом направлении деятельности.

Среди перспективных направлений сотрудничества Стороны видят развитие горизонтальной интеграции в части совместного использования железнодорожной техники и технологий перевозочного процесса на едином Евразийском железнодорожном пространстве. Кроме того, Стороны намерены развивать локализацию производства лучших образцов железнодорожного подвижного состава в России, а также локализацию инжиниринговых технологий.

Предполагается, что соглашение создаст толчок ко взаимодействию российских и европейских компаний, производителей компонентов в рамках работ по локализации масштабных проектов — ООО «Уральские локомотивы» (совместное предприятие концерна «Siemens AG» и Группы СИНАРА), ЗАО «Трансмашхолдинг», французского концерна «Alstom» и других совместных предприятий, входящих в состав НП «ОПЖТ».

В рамках подписанного документа Стороны договорились в ближайшем будущем разработать Соглашение о совместном взаимодействии и сотрудничестве. Ожидается, что НП «ОПЖТ» и «UNIFE» подпишут это соглашение в рамках IV Международного железнодорожного салона техники и технологий «ЭКСПО 1520», который пройдет в г. Щербинка в период с 11 по 14 сентября 2013 г.

По материалам НП «ОПЖТ»

# ЗНАКОМЬТЕСЬ: ТЕПЛОВОЗ 2ТЭ116УД



Фото С.В. Постнова

**М**ощность магистрального двухсекционного грузового тепловоза 2ТЭ116УД составляет  $2 \times 3100$  кВт ( $2 \times 4200$  л.с.). Локомотив оборудован электрической передачей переменного-постоянного тока, микропроцессорными системами управления, безопасности и диагностики. Он имеет улучшенные технико-экономические показатели, предназначен для эксплуатации на железнодорожных путях с шириной колеи 1520 мм в зонах умеренного климата. На тепловозе 2ТЭ116УД реализована система поосного регулирования касательной силы тяги, обеспечивающая его повышенные тяговые свойства в условиях неблагоприятного сцепления колесных пар с рельсами.

Кроме того, локомотив оснащен комплексной системой безопасности КЛУБ-У, разработанной ОАО «НИИАС» (г. Москва) и выпускаемой Ижевским радиозаводом, системой контроля температуры моторно-осевых подшипников (МОП) скольжения «Термокон-1» производства ООО «НПП ТЕЛСИС» (г. Северодонецк). Основная электроаппаратура расположена в высоковольтной камере, конструкция которой обеспечивает удобный доступ ко всем аппаратам.

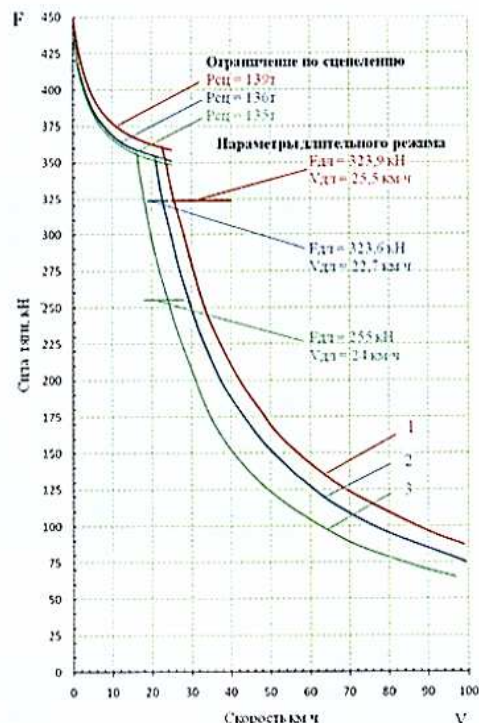
Двухсекционный тепловоз оборудован автоматическим пневматическим и вспомогательным прямодействующим локомотивным тормозами, электрическим и ручным, воздействующим на две оси передней тележки, обеспечивая удержание локомотива на уклоне 30 ‰. Съемные секции крыши позволяют осуществлять выемку из кузова основного силового и вспомогательного оборудования.

Ходовая часть каждой секции состоит из двух бесчелюстных трехосных тележек с индивидуальным приводом каждой колесной пары и опорно-осевой подвеской электродвигателей постоянного тока ЭД133УХЛ1 со встроенными датчиками частоты вращения GEL247-X производства фирмы «Lenord+Bauer» (Германия).

Кабина машиниста тепловоза отвечает требованиям санитарных норм, оборудована современным пультом, кондиционе-

ром, отопительно-вентиляционной установкой, эргономичными креслами.

**Основные отличия тепловоза 2ТЭ116УД от серийного 2ТЭ116У.** Вместо дизель-генератора 18-9ДГ установлен дизель GEVO-12 с системой управления дизелем фирмы «GE Transportation» и тяговый агрегат А723МУ2 производства ГП «Завод Электротрактор» (г. Харьков). Из силового электрооборудования исключены стартер-генератор 5ПСГМ У2, возбуждатель ВС-650В У2, блок кремниевых выпрямителей ВБК-1012РМ.



**Рис. 1. Сравнительные тяговые характеристики тепловозов 2ТЭ116, 2ТЭ116У и 2ТЭ116УД:**  
1 — 2ТЭ116УД; 2 — 2ТЭ116У; 3 — 2ТЭ116

Для управления возбуждением тягового и вспомогательного генераторов установлен унифицированный тиристорный преобразователь (УТП-250КУ2) с микро-

процессорной системой управления производства ГП «Завод Электротрактор» (г. Харьков). Для измерения частоты вращения колесных пар вместо датчиков ДПС-У-01 используются встроенные в тяговые двигатели ЭД133УХЛ1 датчики GEL 247-X производства «Lenord+Bauer» (Германия).

Применяется система инверторного запуска дизеля производства «GE Transportation» от тяговой обмотки агрегата. Вместо программно-аппаратного реле защиты от короткого замыкания силовых электрических цепей, реализованного на основе аппаратуры МСУ-ТП, в электрическую схему тепловоза введен штатный блок защиты БЗ-01. Сравнительные тяговые технические характеристики тепловозов 2ТЭ116, 2ТЭ116У и 2ТЭ116УД представлены на рис. 1 и в табл. 1.

Дизель GEVO-12 — повышенной мощности, двенадцатицилиндровый, V-образный, четырехтактный с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха, электронным впрыском топлива и микропроцессорной системой управления дизелем (СУД).

Тяговый агрегат А723МУ2 состоит из тягового и вспомогательного генераторов.

Тяговый генератор — двенадцатиполусный, предназначен для питания через управляемую выпрямительную установку тяговых двигателей, питания потребителей собственных нужд переменного тока — асинхронных мотор-вентиляторов, а также для пуска дизеля с помощью инверторного запуска. Обмотка статора выполняется в виде двух трехфазных звезд, сдвинутых в пространстве на 30 электрических градусов. Одна из звезд обмотки имеет нулевой вывод для обеспечения инверторного запуска дизеля.

Вспомогательный генератор — двенадцатиполусный. Он предназначен для питания потребителей собственных нужд напряжением 110 В постоянного тока через неуправляемый выпрямитель. Обмотка питания бортовой сети тепловоза выполнена в виде двух трехфазных звезд,

Таблица 1

Сравнительные технические характеристики тепловозов 2ТЭ116, 2ТЭ116У и 2ТЭ116УД

Наименование параметра	Значение параметра		
	2ТЭ116	2ТЭ116У	2ТЭ116УД
Мощность тепловоза по полной мощности дизеля, кВт (л.с.)	2×2250 (2×3060)	2×2650 (2×3600)	2×3100 (2×4216)
Номинальная касательная мощность тепловоза тягового длительного режима, кВт (л.с.)	2×1700 (2×2311)	2×2040 (2×2755)	2×2297 (2×3123)
Служебная масса, т	2×138 ± 4,14	2×139 ± 4,17	2×141 ± 4,23
Конструкционная скорость, км/ч	100		
Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы при 2/3 запаса топлива и песка, кН (тс)	226 ± 6,78 (23 ± 0,690)	227,22 ± 6,817 (23,17 ± 0,695)	231,2 ± 6,94 (23,1 ± 0,71)
Сила тяги при трогании с места (расчетная с учетом коэффициента использования сцепного веса) не менее, кН (тс)	2×350 (2×35,7)	2×403,5 (2×41,14)	2×410,5 (2×41,76)
Расчетная сила тяги длительного режима на ободе колес (при скорости 24 ± 0,5 км/ч — для 2ТЭ116, 22,7 ± 0,5 км/ч — для 2ТЭ116У и 25,6 ± 0,5 км/ч — для 2ТЭ116УД при новых бандажах) не менее, кН (тс)	2×255 (2×26)	2×323,62 (2×33)	
Техническая (часовая) производительность, 10 <sup>3</sup> т·км брутто, не менее	245	311,4	338,6
Коэффициент тяги длительного режима, не менее	0,1891	0,2374	0,2295
Удельный расход топлива тепловозом на единицу производительности, кг/10 <sup>4</sup> т·км брутто, не более	48,8	28,656	28,16
Длина по осям автосцепки, мм	2×18150	2×18700	
Шкворневая база секции тепловоза, мм	9630	9710	
Масса топлива, кг	2×6681		
Масса песка, кг	2×1166		

Таблица 2

Перечень параметров, передаваемых из системы управления дизелем СУД в микропроцессорную систему МСУ-ТП

№ п/п	Наименование параметра
1	Температура воды на входе в дизель
2	Температура воды на выходе из дизеля
3	Температура масла на входе в дизель
4	Температура масла на выходе из дизеля
5	Температура воздуха на входе в турбокомпрессор
6	Температура газов на входе в турбину (левая сторона)
7	Температура газов на входе в турбину (правая сторона)
8	Температура воздуха в наддувочном коллекторе дизеля
9	Температура окружающей среды
10	Давление масла на входе в дизель
11	Давление топлива на входе в дизель (после фильтра)
12	Давление наддувочного воздуха
13	Давление воды на входе в дизель
14	Барометрическое давление
15	Частота вращения вала дизеля
16	Частота вращения турбины
17	Давление в картере дизеля
18	Уровень охлаждающей жидкости в расширительном баке
19	Сигнал на снижение мощности на тягу
20	Аварийные сообщения по дизелю, передаваемые в МСУ-ТП (передается четырьмя байтами)
<i>Сообщения с остановкой дизеля (осуществляет СУД)</i>	
20.1	Частота вращения вала дизеля 1150 об/мин
20.2	Давление в картере дизеля
20.3	Низкое давление масла
20.4	Низкое давление воды
20.5	Низкий уровень охлаждающей жидкости
<i>Сообщения с требованием снижения мощности на тягу (микропроцессорная система МСУ-ТП обрабатывает по значению параметра № 19)</i>	
20.6	Температура воды выше +110 °С
20.7	Температура масла выше +100 °С
20.8	Температура газов на входе в турбину выше +718 °С
20.9	Перепад температур воды и масла на входе и выходе из дизеля больше 17 °С
20.10	Частота вращения турбины выше 23000 об/мин
20.11	Высокое давление масла, до 10 кгс/см <sup>2</sup>
20.12	Высокое давление воздуха в коллекторе дизеля
20.13	Высокая или низкая температура топлива
20.14	Высокая температура воздуха в коллекторе
20.15	Низкое давление топлива

Таблица 3

Перечень параметров, передаваемых из микропроцессорной системы МСУ-ТП в систему управления дизелем СУД

№ п/п	Наименование параметра
1	Команда на Пуск/Стоп дизеля
2	Позиция контроллера машиниста
3	Фактическая мощность на валу дизеля
4	Режим работы локомотива
<i>Реальные время и дата</i>	
5	Год
6	Месяц
7	День
8	Часы
9	Минуты
10	Секунды
11	Напряжение батареи

сдвинутых в пространстве на 30 электрических градусов. Обмотка питания системы возбуждения и самовозбуждения — трехфазная с нулевым выводом.

Управляемый тиристорный выпрямитель со встроенной микропроцессорной системой управления УТП — 250 КУ2 состоит из двух трехфазных с нулевым выводом управляемых выпрямителей.

**Запуск дизеля GEVO-12** осуществляется тяговым генератором, переведенным в режим синхронного двигателя. Обмотка возбуждения тягового генератора запитывается от аккумуляторной батареи. От нее же получает питание одна из тяговых звезд генератора через тяговый трехфазный инвертор. Управляет запуском и работой трехфазного инвертора система СУД. Тяговый генератор в режиме двигателя раскручивает коленчатый вал дизеля до необходимой для его запуска частоты вращения.

**Н**а тепловозе 2ТЭ116УД устанавливается микропроцессорная система МСУ-ТП, которую разработали специально для этого типа локомотива в ОАО «ВНИКТИ» (г. Коломна). Различные исполнения такой системы используются более чем на 400 новых тепловозах (МСУ-Т — на ТЭП70У, МСУ-ТЭ — на ТЭП70БС, МСУ-ТП — на 2ТЭ116У, 2ТЭ116УМ и 2ТЭ70), эксплуатируемых с 2006 г. на железных дорогах России, Литвы, Белоруссии, Узбекистана, Монголии. Аппаратная часть и программное обеспечение (ПО) МСУ-ТП постоянно совершенствуются. Учитываются конструктивные предложения и замечания, которые возникают при эксплуатации тепловозов в локомотивных депо.

В связи с тем, что изменился состав оборудования тепловоза и появились две самостоятельные микропроцессорные системы управления дизелем (СУД) и возбуждением основного и вспомогательного генераторов (УТП), функции между системами перераспределены следующим образом: система МСУ-ТП является ядром (Master) комплекса трех микропроцессорных систем, а системы СУД и УТП подчиняются главной системе (Slave).

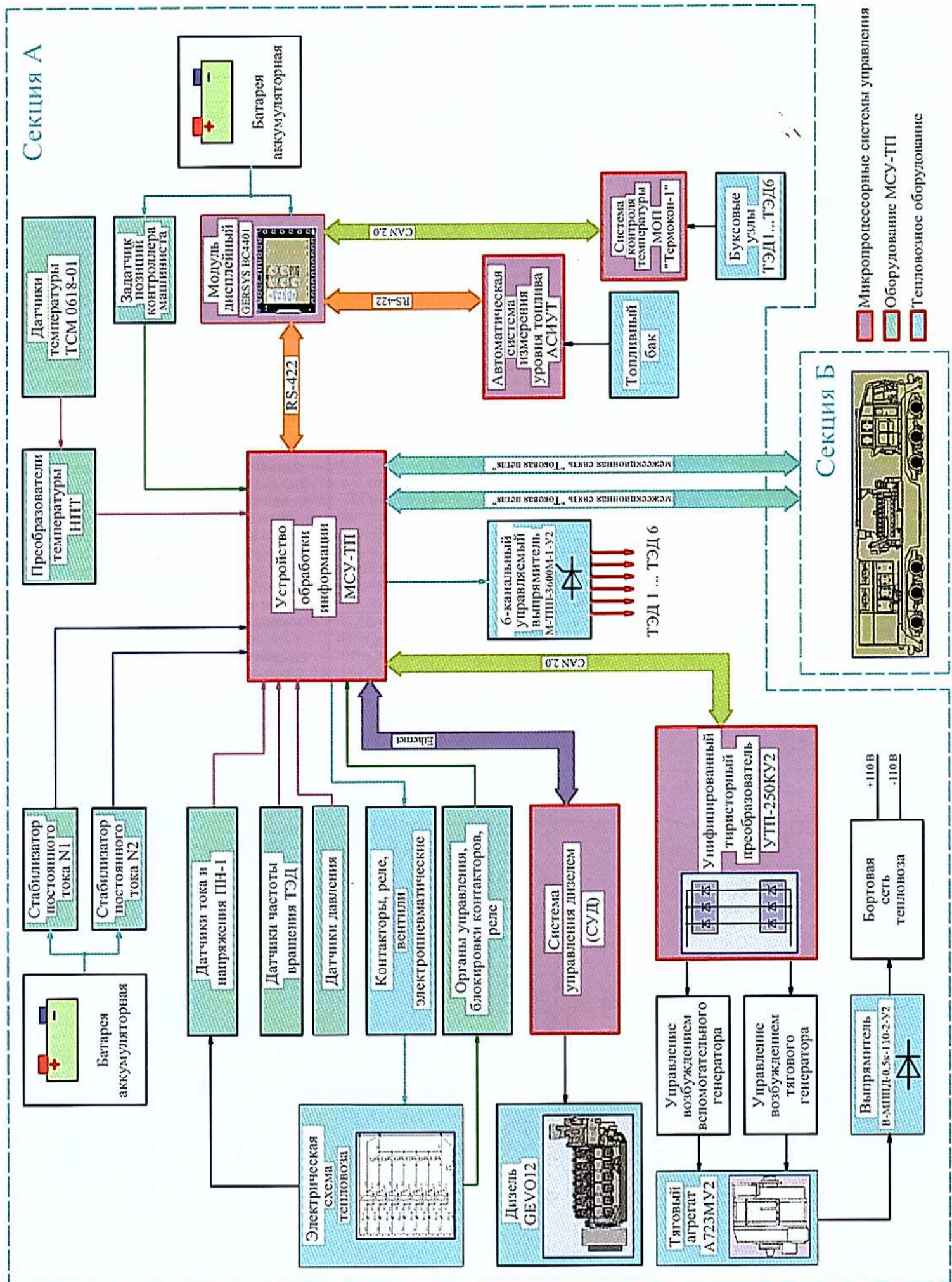


Рис. 2. Структурная схема управления оборудованием тепловоза 2ТЭ116УД

**Таблица 4**  
Перечень параметров, передаваемых от УТП-250К в микропроцессорную систему МСУ ТП

№ п/п	Наименование параметра
1	Выпрямленное напряжение обмотки собственных нужд «+» — «0»
2	Выпрямленное напряжение обмотки собственных нужд «0» — «-»
3	Ток возбуждения вспомогательного генератора
4	Ток возбуждения тягового генератора
6	Разрешение на работу тиристоров моста возбуждения вспомогательного генератора
7	Разрешение на работу тиристоров моста возбуждения тягового генератора
8	Аварийное возбуждение тягового генератора
9	Выходной сигнал дифференциальной защиты выпрямителя бортовой сети
10	Выходной сигнал защиты по максимальному току возбуждения вспомогательного генератора
12	Выпрямленное напряжение тягового генератора (звезда 1)

**Таблица 6**  
Параметры электрической передачи тепловоза 2ТЭ116УД

$N_{km}$	Частота вращения вала дизеля, об/мин	Ограничение напряжения ТГ, В	Ограничение тока ТГ, А	Напряжение холостого хода ТГ, В	Мощность на зажимах ВУ $P_{полн}$ , кВт
0	440	110	2880	140	0
1	440	110	2880	140	110
2	580	415	3240	220	210
3	580	515	3600	220	315
4	705	565	3960	300	420
5	800	605	5200	360	605
6	800	625	5200	360	795
7	888	635	5850	425	975
8	888	640	5850	425	1160
9	925	650	6300	450	1340
10	925	660	6300	450	1550
11	995	675	6480	490	1760
12	995	700	6900	490	1970
13	995	715	6900	490	2180
14	995	730	6900	490	2390
15	1050	750	6900	505	2560

Примечания.  $N_{km}$  — номер позиции контроллера машиниста. Мощность  $P_{полн} = P_{тяг} + P_{всп.оборудование}$ ;  $P_{полн} < = 3100 \cdot S$  (кВт), где:  $S$  — принятый от СУД процент от максимально разрешенной мощности, которую можно взять от дизеля, не допуская его перегрузки;  
 $P_{тяг}$  — суммарная мощность, потребляемая тяговыми двигателями;  
 $P_{всп.оборудование}$  — суммарная мощность, потребляемая вспомогательным оборудованием.  
 ВУ — выпрямительная установка. К вспомогательному оборудованию относятся: тормозной компрессор (M19); мотор-вентиляторы обдува тележек (M15 и M16), охлаждающих устройств воды и масла (M11 — M13), тягового агрегата (M27), выпрямительной установки (M17), отсоса пыли из мультициклонных фильтров (M25 и M26)

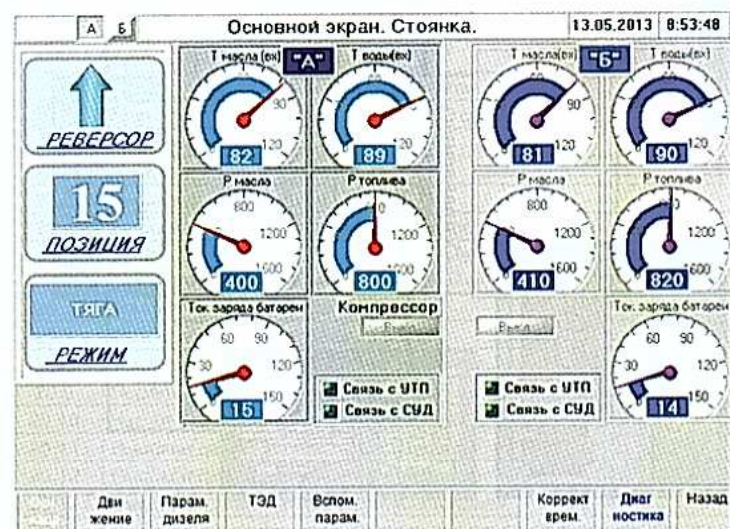


Рис. 3. Кадр «Основной экран. Стоянка»

**Таблица 5**  
Перечень параметров, передаваемых от микропроцессорной системы МСУ-ТП в УТП-250К

№ п/п	Наименование параметра
1	Задание напряжения тягового генератора
2	Режим работы локомотива

Система МСУ-ТП выполняет следующие функции:

- ☞ управляет электрической схемой и электрической передачей тепловоза;
- ☞ выдает управляющие сигналы в систему СУД;
- ☞ рассчитывает заданное напряжение на выходе тягового генератора и передает его в систему УТП;
- ☞ получает информацию по цифровому каналу CAN2.0 от системы контроля температуры МОР скольжения «Термокон-1»;
- ☞ осуществляет защитные функции тепловозного оборудования;
- ☞ собирает диагностическую информацию с СУД, УТП и собственных датчиков, выдает результаты анализа (предупреждений, защит и др.) на дисплейный модуль, а также архивирует служебную информацию и тревожные сообщения.

Система СУД осуществляет:

- ☞ сбор информации с датчиков дизеля;
- ☞ управление дизелем (в том числе и защитные функции) в соответствии с анализом данных, полученных от датчиков, и команд от МСУ-ТП;
- ☞ передачу информации о состоянии дизеля в систему МСУ-ТП по каналу связи Ethernet II.

Основные параметры Протокола обмена между системами приведены в табл. 2 и 3.

Система УТП наделена функциями:

- ☞ управления режимами принудительного возбуждения от аккумуляторной батареи после запуска дизеля и самовозбуждения вспомогательного генератора на работающем дизеле;
- ☞ управления током возбуждения вспомогательного генератора во всех режимах работы тепловоза;
- ☞ поддержания постоянного выходного напряжения бортовой сети 110 В;

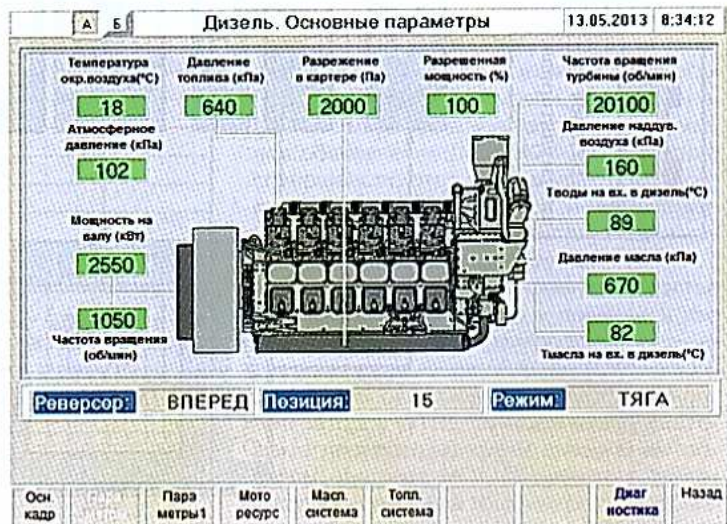


Рис. 4. Кадр «Дизель. Основные параметры»



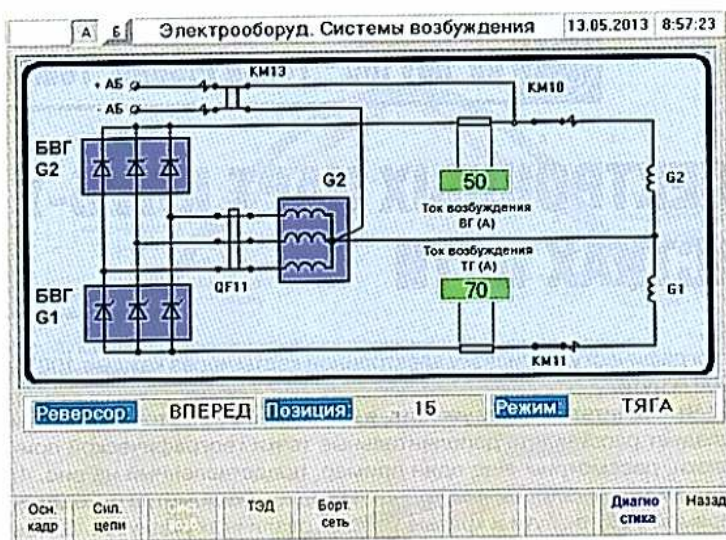


Рис. 5. Кадр «Электрооборудование. Система возбуждения»

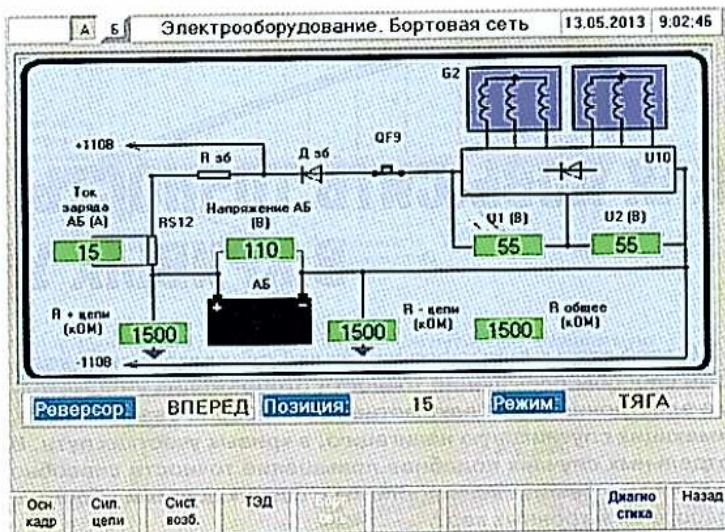


Рис. 6. Кадр «Электрооборудование. Бортовая сеть»

управления током возбуждения тягового генератора для поддержания заданного от МСУ-ТП напряжения на выходе тягового генератора;

защиты функций тягового и вспомогательного генераторов с выдачей информации на дисплейный модуль МСУ-ТП.

Связь с МСУ-ТП осуществляется по цифровому каналу CAN2.0. Основные параметры Протокола обмена между системами приведены в табл. 4 и 5. Структурная схема управления оборудованием тепловоза 2ТЭ116УД представлена на рис. 2. Новые кадры дисплейного модуля демонстрируются на рис. 3 — 6. В табл. 6 приведены параметры электрической передачи тепловоза в режиме тяги (в режиме электрического торможения они остались теми же, что и на тепловозе 2ТЭ116У).

На локомотиве 2ТЭ116УД несколько изменен алгоритм нагружения дизеля. Он задается системой МСУ-ТП. Величина темпа зависит от давления наддувочного воздуха и частоты вращения коленчатого вала. Если он вращается с частотой менее 800 об/мин,

то темп нагружения не превышает 45 кВт/с. Если же частота вращения превышает 800 об/мин, то темп составляет не более 74 кВт/с. При этом система СУД передает в МСУ-ТП данные по максимально разрешенной в данный момент времени цикловой подаче топлива и текущей. Микропроцессорная система МСУ-ТП отслеживает эти параметры и изменением мощности тягового генератора удерживает цикловую подачу на оптимальном значении.

**В.А. ДОГАДИН,**  
заместитель технического директора  
ПАО «Лугансктепловоз»,  
**Ю.Г. АЛЕШЕВСКИЙ,**  
начальник бюро ЦКБ,  
**С.В. СЕРГЕЕВ,**  
заведующий отделом ОАО «ВНИКТИ»,  
**К.В. БОЧАРОВ, А.Л. ТКАЧЕНКО, И.А. ЯИЦКИХ, С.В. КИМ,**  
инженеры

## НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

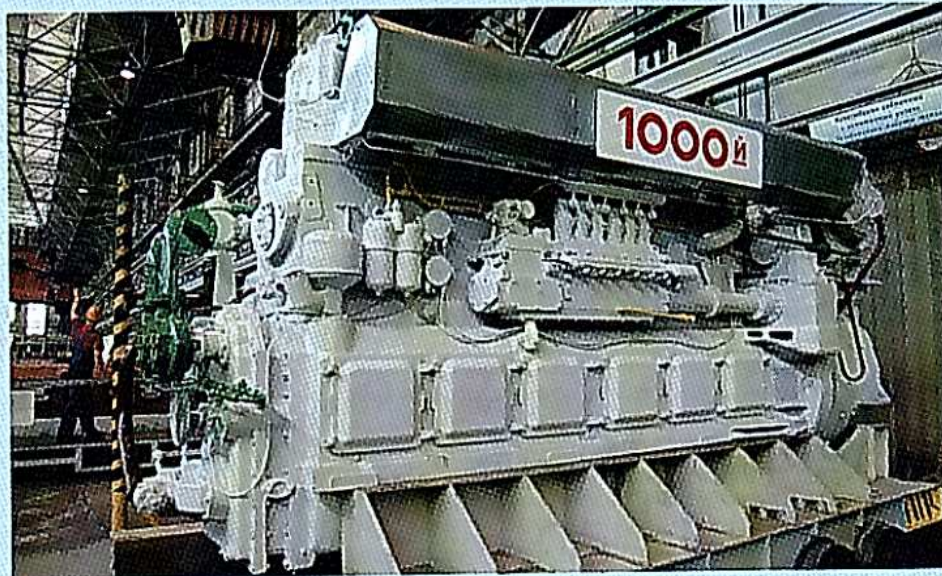
### Выпущен 1000-й дизель-генератор 1-ПДГ4Д

Пензадизельмаш (ПДМ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») выпустил 1000-й дизель-генератор 1-ПДГ4Д. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга. Дизель-генератор 1-ПДГ4Д является усовершенствованной модификацией серийно выпускаемого дизеля Д50 (6ЧН31,8/33), предназначенного для установки на маневровые тепловозы.

1-ПДГ4Д используется в составе маневровых тепловозов ТЭМ18Д Брянского машиностроительного завода, которые эксплуатируются в России и других странах бывшего СССР, широко применяется для замены выработавших моторесурс дизель-генераторов ПДГ1М, 1-ПДГ4А.

Установка дизель-генератора 1-ПДГ4Д вместо двигателя одного из предыдущих поколений позволяет существенно снизить стоимость техобслуживания и плановых ремонтов тепловоза, сократить расход топлива при работе локомотива.

В конструкции 1-ПДГ4Д предусмотрен защитный кожух выпускных



коллекторов, температура поверхности которых не превышает +60 °С, что предотвращает возгорание при попадании на него топлива или забытой промасленной ветоши. Устанавливается система аварийной за-

щиты от избыточного давления газов в картере дизеля.

По материалам Департамента  
внешних связей  
ЗАО «Трансмашхолдинг»



# КАК ПОВЫСИТЬ ТОЧНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ КЛУБ-У В КРИВЫХ УЧАСТКАХ ПУТИ

В этой статье вниманию читателей предлагаются некоторые способы повышения точности отображения километража электронных карт локомотивных приборов безопасности, имеющих спутниковую навигацию, в кривых участках пути. В отдельных случаях подобное повышение точности способно полностью решить все проблемы с возникающими сбоями в работе электронных карт.

В начале рассмотрим способ совмещения километража электронной карты с километражом реального направления железной дороги. В качестве примера возьмем прямой участок железнодорожного пути (рис. 1). На нем от километрового столба проведем перпендикуляр на железнодорожный путь и в точке пересечения этого перпендикуляра с осью пути выполним измерение географической широты и долготы.

После измерения широты и долготы в аналогичной точке, находящейся напротив соседнего километрового столба, в электронной карте появляется километр пути, на котором программными методами рассчитываются пикеты. Как можно видеть на рис. 1, путь на прямом участке, рассчитанный программой, совпадает с реальным железнодорожным путем, по которому двигается поезд.

Следует учитывать, что программа всегда прокладывает электронную карту, соединяя по прямой линии точки, в которых записаны географические широта и долгота. И если на прямом участке пути электронная карта совпадает с реальным путем, то в кривом участке будет наблюдаться отклонение пути электронной карты от реального пути, проходимого поездом. И чем больше кривизна пути, тем больше будет это отклонение (рис. 2).

В кривых участках пути радиусом более 1000 м отклонение электронной карты от реального пути незначительно и полностью компенсируется программными средствами. Однако возникающее отклонение электронной карты от реального пути, проходимого поездом в кривых радиусом менее 600 м, становится столь значительным, что это может быть расценено программой как переход поезда на другой железнодорожный участок.

Как следствие, электронная карта участка, по которому на самом деле следует поезд, отключится и будет происходить поиск подходящего участка электронной карты. Во время такого поиска поезд будет следовать без электронной карты. Если же поблизости находится другой железнодорожный участок и для него создана электронная карта, то произойдет автоматическое переключение электронной карты на этот участок, что почти наверняка приведет к сбою в работе прибора безопасности или даже к авто-стопному торможению.

Кроме этого, как можно видеть на рис. 2, в кривых малого радиуса происходит расхождение пикетов, рассчитанных программными средствами, с реальным расположением пикетов железнодорожного пути, что в дальнейшем нередко приводит к неправильной интерпретации данных при расшифровке записей поездок.

Описанные проблемы в значительной степени решаются способом, показанным на рис. 3, если внутри километра электронной карты в месте проекции пикетного столбика на ось пути нанести точку, для которой записать географическую широту и долготу.

В этом случае отклонение пути, проходимого поездом, от пути, рассчитанного программными средствами, уменьшается настолько, что отключение электронной карты и ее переход на другой участок происходить не будут. Расхождение пикетного отсчета электронной карты с реальным расположением пикетов при данном способе географической привязки пути также становится незначительным.

Здесь следует заметить, что для участков пути с радиусом кривых менее 400 м одной дополнительной точки географической привязки внутри километра будет недостаточно. Чтобы достоверно описать кривизну путей в горах, а также различные ветви и петлевые пути на крупных станциях, порой потребуется выполнить

географическую привязку электронной карты через каждые 100 — 200 м пути.

Чтобы читатель смог уяснить, в каких местах электронной карты следует расставлять дополнительные точки географической привязки, рассмотрим еще один пример, представленный на рис. 4. На нем можно видеть, что в пределах одного километра находится прямой участок пути и кривые участки различных радиусов. Здесь можно наблюдать, что проекции пикетов, рассчитанных программными средствами, расположились по отношению к реальному пути таким образом, что согласно данным электронной карты поезд достигнет конца километра, находясь фактически в начале 9-го пикета. После, согласно электронной карте, поезд проедет немного вперед, а при входе локомотива на 10-й пикет реального пути в электронной карте начнется движение назад.

Это действие почти наверняка будет расценено программой прибора безопасности как изменение направления движения, что приведет к переключению электронной карты на обратное направление со всеми вытекающими последствиями. Кроме того, на рис. 4 можно видеть, насколько в целом искажено расположение пикетов в электронной карте по сравнению с их реальным расположением.

Стоит также упомянуть о действии датчика пути и скорости (ДПС) на прибор безопасности. Руководствуясь сигналами этого датчика, прибор безопасности измеряет фактическую скорость движения поезда и пройденное расстояние, которое затем корректируется, сопоставляясь с данными электронной карты.

Теперь еще раз посмотрим на рис. 4. До тех пор, пока поезд согласно данным датчика пути и скорости проходит расстояние меньше, чем рассчитанное в электронной карте, корректирование местонахождения поезда будет происходить вперед по ходу движения. Но как только согласно данным датчика пути и скорости поезд пройдет расстояние заметно большее в сравнении с электронной картой, после сравнения с электронной картой произойдет откат путейой (линейной) координаты поезда, который также может спровоцировать переключение электронной карты в обратном направлении.

Частичное решение данной проблемы предложено на рис. 5. В этом случае проблема самопроизвольного изменения направления электронной карты решается полностью. Кроме того, на первых 700 м километра мы получаем минимальное отклонение электронной карты от реального расположения пути и незначительную погрешность пикетов, чего нельзя сказать о следующих 300 м пути, на которых погрешность пикетов и отклонение электронной карты от пути, проходимого локомотивом, велика и схожа со случаем,



Рис. 1. Километр электронной карты для прямого участка пути

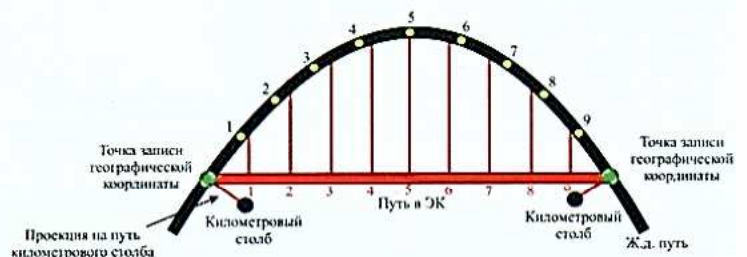


Рис. 2. Километр электронной карты для кривого участка пути

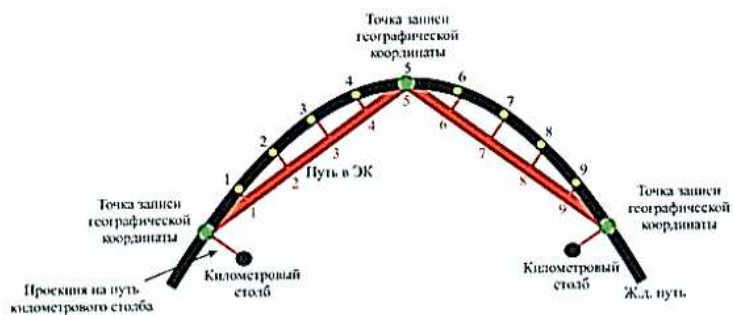


Рис. 3. Способ устранения сбоев электронной карты в кривых участках пути

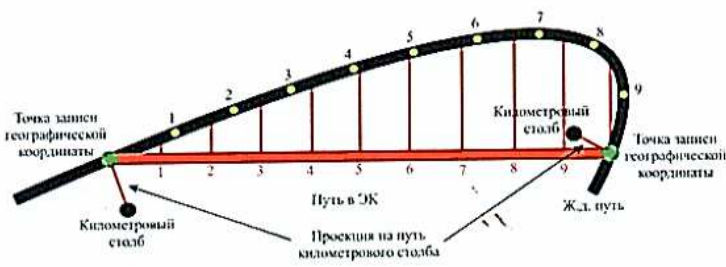


Рис. 4. Километр электронной карты для пути, проходящего по пересеченной местности

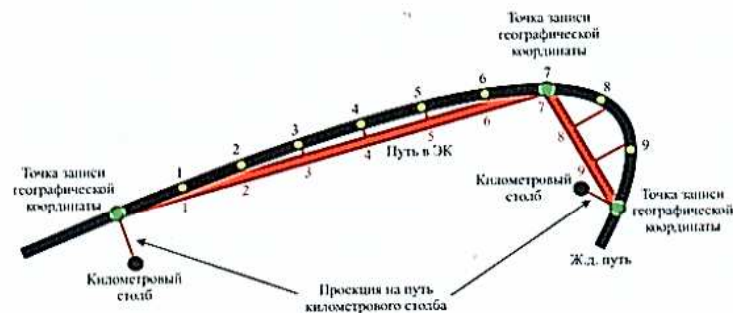


Рис. 5. Способ частичного решения проблемы сбоев электронной карты для путей, проходящих по пересеченной местности

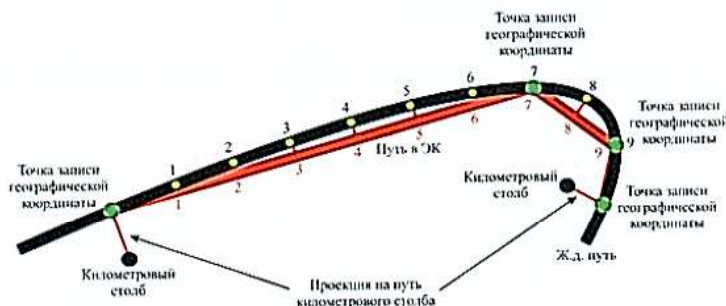


Рис. 6. Способ окончательного решения проблемы сбоев электронной карты для путей, проходящих по пересеченной местности

представленным на рис. 2. Это означает, что на последних 300 м километра (см. рис. 5) велика вероятность отключения электронной карты, ее переключения на «чужой» участок, а также данные о расположении пикетов заметно искажены.

Способ окончательного решения проблемы изображен на рис. 6. Для этого внутри километра электронной карты требуется создать еще одну точку проекции пикетного столбика на ось пути, в которой следует измерить географические широту и долготу. На самом деле создавать дополнительные точки географической привязки электронной карты можно на любой путевой (линейной) координате внутри километра.

Но поскольку невозможно достоверно установить, какой именно путевой (линейной) координате соответствует выбранная точка на пути, то такой способ без специальной подготовки и соответствующего оборудования приведет к увеличению погрешности электронной карты и на сегодняшний день выполним только специалистами Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (ОАО «НИИАС»). Однако запись географических широты и долготы в точках проекций пикетных столбиков на ось пути является надежным способом, который изображен на всех рисунках в данной статье, и рекомендуется для операторов электронных карт, работающих на железных дорогах.

В целом существование проблем, перечисленных в настоящей статье, подтверждается отчетами о работе приборов безопасности, содержащих информацию о пропаданиях электронной карты

в одних и тех же местах, ее переключениях на «чужой» участок и самопроизвольных изменениях направления движения. Причем, подобные сбои происходят в массовом количестве, что вызывает общее недоверие к качеству приборов безопасности КЛУБ-У, КЛУБ-УП, БЛОК.

Как видно из представленного выше материала, подобные сбои не имеют никакого отношения к алгоритмам работы и качеству исполнения приборов безопасности, а целиком связаны с теоретической и практической подготовкой составителей электронных карт и, что гораздо более важно, с исполнительной дисциплиной операторов таких карт. Существовавшая иллюзия о том, что электронные карты должны создаваться на местах, сегодня полностью развенчана результатами многолетнего использования данного подхода и, в конечном счете, невысоким качеством составленных электронных карт.

Именно поэтому ОАО «НИИАС», в течение прошедших нескольких лет подготовивший группу высококлассных специалистов по составлению и корректировке электронных карт, сегодня при условии соответствующей поддержки ОАО «РЖД» готов взять на себя полную ответственность за все имеющиеся электронные карты сети дорог и в течение ближайших двух-трех лет навести в этой сфере надлежащий порядок.

**А.С. БЕЛЯЕВ,**

начальник отдела формирования электронных карт и баз данных локомотивов Сервисного центра ОАО «НИИАС»

## НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Создается совместное с «Tognum» предприятие по выпуску дизелей в Коломне

Крупнейшая в России компания, работающая в отрасли транспортного машиностроения, ЗАО «Трансмашхолдинг» и ведущий производитель дизельных двигателей и комплексных приводных систем на мировом рынке концерн «Tognum» достигли договоренности о создании совместного предприятия по производству дизельных двигателей в г. Коломна Московской области. Меморандум об этом подписали в присутствии Президента России В.В. Путина на Петербургском экономическом форуме президент Трансмашхолдинга А.Р. Бокарев и председатель Совета директоров «Tognum» Й. Коэрс.

Предлагается, что на новом предприятии в год будет выпускаться до 1000 дизелей для применения на железнодорожном транспорте, стационарных энергоустановках и в горнодобывающей промышленности. Планируется организовать производство, тестирование и окраску двигателей, а также их послепродажное обслуживание. Кроме того, Трансмашхолдинг и «Tognum» создадут совместный инженеринговый центр по разработке дизелей. Управление совместным предприятием будет осуществляться через специально созданное юридическое лицо — ООО «МТУ Трансмашхолдинг Дизельные Технологии».

Инвестиции в проект оцениваются в сумму порядка 80 млн. евро. В срок до 1 ноября 2013 г. партнеры намерены завершить разработку проектной документации, необходимой для строительства предприятия, а до декабря 2015 г. — начать выпуск продукции.

Ранее, 17 июня 2011 г., стороны подписали Соглашение о партнерстве, которое определяет их права и обязанности в отношении реализуемого проекта.

По материалам Департамента внешних связей ЗАО «Трансмашхолдинг»

## ПРОДОЛЬНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ПОВЫСИТ КОЛИЧЕСТВО И КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА УЧАСТКАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Каждый электроприемник предназначен для работы при определенных параметрах: номинальной частоте, напряжении, токе и др. Поэтому для нормальной его работы должно быть обеспечено требуемое качество электрической энергии. Ее качество определяется совокупностью характеристик, при которых электроприемники могут работать и выполнять заложенные в них функции.

Качество электрической энергии на электрифицированных линиях переменного тока напряжением 25 кВ зависит от применения технических мер на тяговых подстанциях. Необходимы соответствующее регулирование уровня напряжения на подстанциях, установка поперечной и продольной емкостной компенсации, обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с электрическими сетями, а также недопустимое применение для тяговых подстанций автоматической частотной разгрузки (АЧР).

Электрифицированный железнодорожный транспорт — основной потребитель электрической энергии, выполняющий массовые перевозки пассажиров и грузов, в том числе топлива для тепловых электростанций. Устройства тягового электрооборудования относятся к инфраструктуре железнодорожного транспорта, обеспечивающей безопасные для жизни и здоровья пассажиров условия проезда, безопасность движения поездов, а также экологическую безопасность.

В соответствии с требованиями Правил устройств электростанций (ПУЭ) уровень напряжения колеблется в пределах  $\pm 10\%$  от номинального. Отечественная промышленность выпускает трансформаторы, снабженные устройствами для ступенчатого регулирования напряжения на вторичной обмотке трансформатора (УРПН) путем изменения числа витков обмотки на стороне тяги и районных нагрузок. Диапазон регулирования с помощью УРПН составляет  $\pm(9 \times 1,78)\%$ .

Одна из вторичных обмоток для питания районных нагрузок дополнительно оснащается устройством переключения числа витков фаз обмотки, с возможностью

регулирования напряжения в пределах  $\pm(2 \times 2,5)\%$ . Тяговая обмотка напряжением 27,5 кВ ответвлений для регулирования не имеет.

В современных условиях уровень напряжения в тяговой сети является наиболее значимым эксплуатационным показателем. УРПН, однако, широко не применяется на российских железных дорогах, поэтому его нельзя считать эффективным средством повышения напряжения.

Емкостные компенсирующие устройства на участках переменного тока предназначены для повышения коэффициента мощности, уменьшения несимметрии из-за наличия однофазных тяговых нагрузок и компенсации потери напряжения. В тяговой сети применяют два типа емкостной компенсации: поперечную (устройства КУ) и продольную (устройства УПК). В устройствах КУ конденсаторы включаются между рабочими фазами и фазой отсоса. В устройствах УПК конденсаторы включаются последовательно с нагрузкой в рабочие фазы или в фазу отсоса.

Устройство поперечной компенсации на тяговой подстанции повышает уровень напряжения на шинах тяги. Также оно повышает коэффициент мощности и снижает несимметрию на шинах тяги и питания районных нетяговых потребителей, а на посту секционирования увеличивает напряжение и уменьшает потери электроэнергии в контактной сети, повышает  $\cos\phi$ .

Устройство продольной компенсации на тяговой подстанции, включенное в цепь отсоса, уменьшает потери напряжения и несимметрию на шинах тяги. При включении УПК в рабочие фазы повышается  $\cos\phi$  только при больших нагрузках. Наибольший эффект получают при совместном применении устройств продольной и поперечной компенсации, например, с включением их по схеме, приведенной на рис. 1.

Для ограничения разрядных токов при коротком замыкании в контактной сети и уменьшения вероятности резонансных явлений последовательно с батареями конденсаторов включают реактор. Установлено, что оптимальные индуктивности и емкости получаются при настройке КУ на частоту

120 — 130 Гц, в качестве реакторов используют масляные серии ФРОМ-3200/35.

На установках поперечной компенсации применяют защиты:

- токовую без выдержки времени;
- напряжения, срабатывающую при повышении напряжения на конденсаторах;
- продольную дифференциальную, срабатывающую при повреждении конденсаторов;
- максимальную токовую.

Принципиальная схема устройства поперечной емкостной компенсации приведена на рис. 2.

В установках продольной компенсации применяют от защиты:

- ♦ от короткого замыкания контактной сети и перегрузок без выдержки времени;

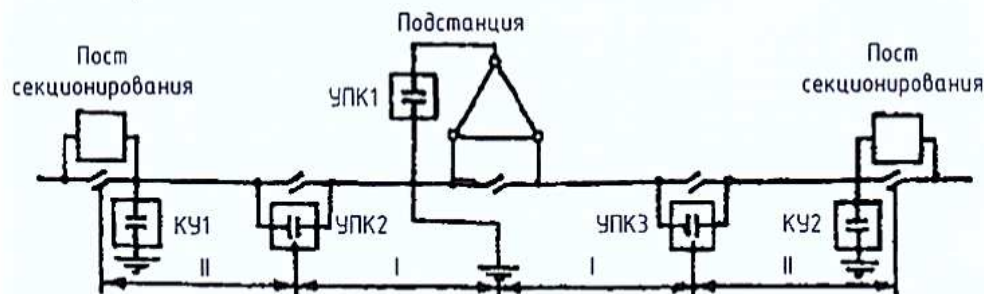


Рис. 1. Принципиальная схема включения компенсирующих устройств (КУ и УПК) на однофазном участке переменного тока

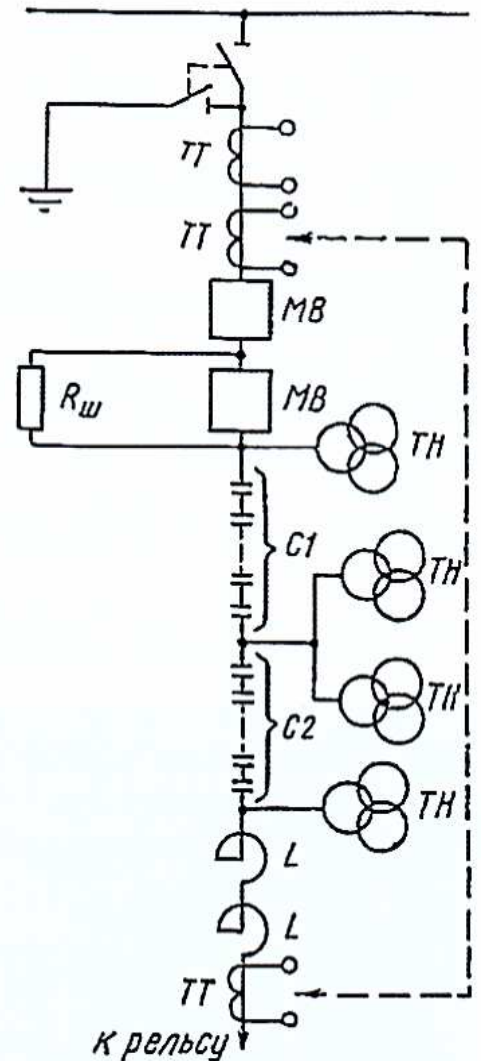


Рис. 2. Принципиальная схема устройства поперечной емкостной компенсации: ТТ — трансформатор тока для продольной дифференциальной защиты; МВ — масляный (вакуумный) выключатель; ТН — трансформатор напряжения; L — масляный реактор

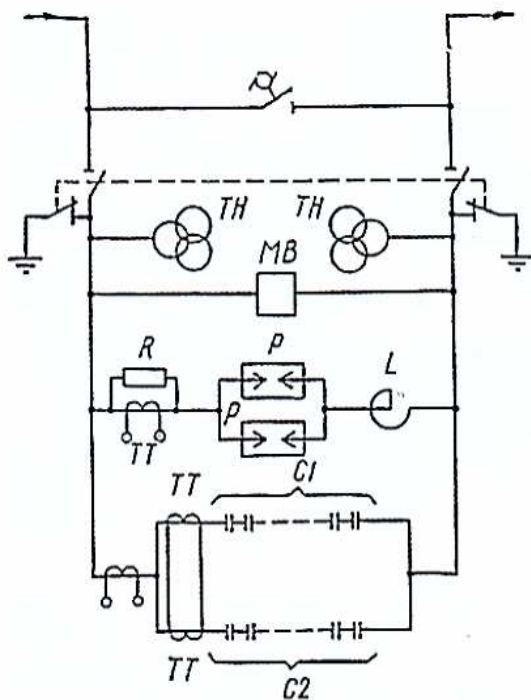


Рис. 3. Принципиальная схема устройства продольной емкостной компенсации: Р — специальный разрядник с поджигающим электродом; L — реактор; ТТ — трансформатор тока небаланса; С — батареи конденсаторов; ТН — трансформатор напряжения; МВ — масляный (вакуумный) выключатель

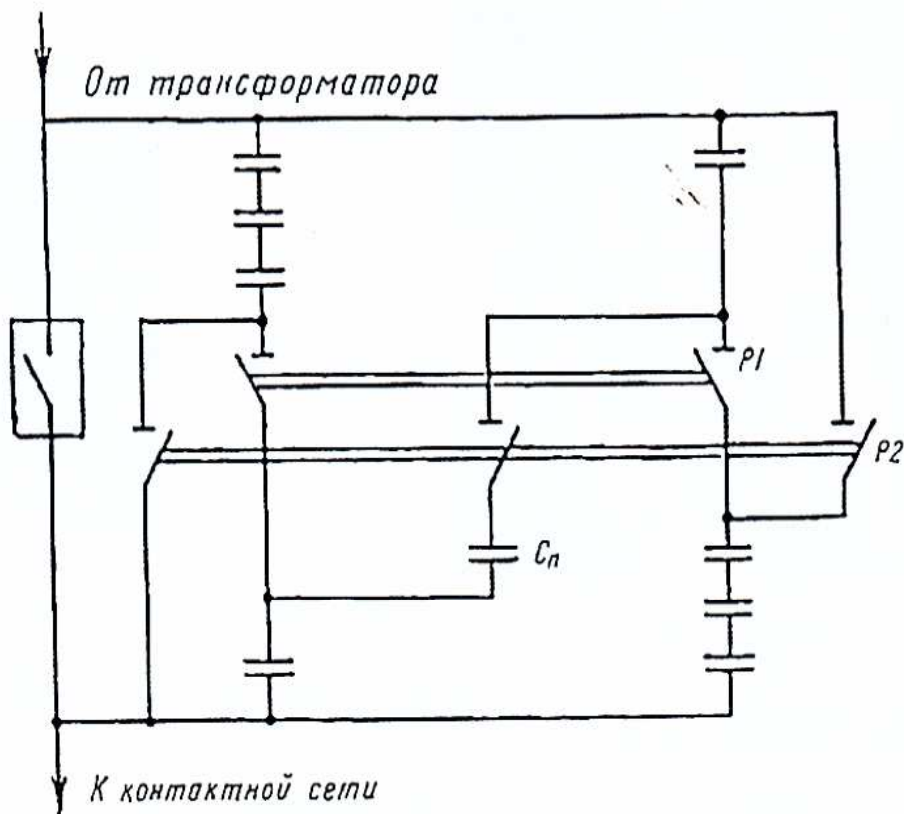


Рис. 4. Вариант включения компенсирующих устройств

♦ от повреждения конденсаторов — мгновенная или с выдержкой времени 0,5 с.

Принципиальная схема устройства продольной емкостной компенсации приведена на рис. 3.

Конденсаторы монтируют на платформах, изолированных от земли. Изоляция рассчитана на рабочее напряжение 35 кВ. Каждая платформа присоединена к среднотенциальной точке смонтированной на ней группы конденсаторов. Между платформами установлены разрядники с воздушным промежутком. Для защиты от перенапряжений с обеих сторон компенсирующего устройства устанавливают вилитовые разрядники РВМ-35.

Компенсирующие устройства недостаточно надежны, поэтому они требуют постоянного контроля, соблюдения сроков проведения межремонтных испытаний. Отклонение емкостей (мощности) отдельных банок не должно превышать +10 % их номинального значения. Необходимо подбирать конденсаторы так, чтобы разница в суммарных емкостях параллельных групп не превышала 5 %. Учитывая фактор старения, емкость конденсаторов необходимо проверять ежегодно, а также после срабатывания небалансной защиты или при обнаружении вздутых банок.

Для нормального охлаждения расстояние между банками должно быть не менее 100 мм. Чтобы исключить механические повреждения изоляторов при коротких замыканиях или при изменении темпе-

ратуры, конденсаторы соединяют гибкой шиной (проводом). Для уменьшения нагрева конденсаторные банки окрашивают в светлые тона или размещают их под защитным навесом. Бетонные стойки реакторов покрывают влагостойким лаком с хорошим изоляционным свойством. Ежегодно проверяют индуктивность реакторов. Эффективное значение напряжения, при котором должны срабатывать разрядники и резервная защита (реле напряжения, подключенное к трансформатору напряжения), определяют по формуле

$$U_{\text{защ}} = 2,5 \cdot U_{\text{ном К}} \cdot N,$$

где  $U_{\text{ном К}}$  — номинальное напряжение одной конденсаторной банки;

$N$  — число конденсаторов, включенных последовательно;

2,5 — коэффициент допустимого кратковременного повышения напряжения (на период срабатывания шунтирующих разрядников).

Один раз в квартал проводят ревизию шунтирующих разрядников. Защиту от повреждения конденсаторов регулируют на небаланс токов в параллельных ветвях 0,4 — 0,5 %. При включении компенсирующих устройств проверяют возможность регулировки на меньший небаланс токов. Провибное напряжение разрядников, установленных между изолированными платформами, зависит от числа и схемы включения конденсаторов, места установки (в рабочей фазе или в фазе отсоса),

оно должно соответствовать нормативным значениям.

В перспективе необходимо создать регулируемые устройства продольной и поперечной компенсации, автоматически настраивающиеся на параметры тяговой нагрузки. Такие устройства позволяют обеспечить работу с постоянным или заранее задаваемым уровнем напряжения в контактной сети и коэффициентом мощности, а также полную компенсацию несимметрии напряжения в зависимости от режима и качества электроэнергии тяговой нагрузки. Чтобы предупредить резонансные явления, необходимо одновременно регулировать емкость и индуктивность.

Для создания регулируемых компенсирующих устройств предлагается изменить схему включения продольной компенсации (рис. 4). Последовательное и последовательно-параллельное включение конденсаторов позволяет повысить эффективность их работы.

В практике имеются и другие решения, например, многофакторная система включения конденсаторов, обеспечивающая компенсацию реактивной мощности, фильтрацию высших гармоник и симметрирование токов нагрузки. При этом снижаются потери активной мощности.

Достоинства УПК:

✓ простота работы;

✓ возможность уменьшить необходимую мощность трансформаторов, увеличить коэффициент мощности ( $\cos\phi$ ) до 0,92 — 0,94 и снизить номинальное напряжение до 15 %.

Ответы на кроссворд «Электрический» (см. с. 47)

По горизонтали: 5. Ресист. 6. «Суплекс». 8. Вольтметр. 11. Номер. 14. Ванна. 15. Реактор. 16. Топлер. 17. Теркон. 20. Контакт. 22. Фибра. 23. Отказ. 26. Ликниграф. 27. Лоджия. 28. Ревизия. По вертикали: 1. Нейтрон. 2. Катод. 3. Муфта. 4. «Укривна». 7. Утечка. 9. Термомпара. 10. Ваттометр. 12. Пережог. 13. Розетка. 18. Отброс. 19. Кирхгоф. 21. Габарит. 24. Линия. 25. Лазер.

Инженеры В.Е. ЧЕКУЛАЕВ,  
В.Ю. БЕКРЕНЕВ,  
г. Москва



# ЧЕЛОВЕК-ЛЕГЕНДА

## Имя машиниста П.Ф. Кривоноса навсегда вписано в историю транспорта



Парадный  
портрет Героя  
Социалистического  
Труда

Когда сегодня спрашиваю у молодых машинистов, кем был Петр Кривонос, многие молчат. Хотя его именем названы станция в пригороде украинской столицы и площадь в Киеве, другие объекты в нескольких городах, но, кажется, этого уже недостаточно. Видно, не напоминают сегодня молодым железнодорожникам в училищах и других учебных заведениях об исторических вехах, именах героев, новаторов и передовиков прошлого. А ведь сколько сделал Петр Федорович Кривонос для внедрения передовых методов труда на транспорте, сколько сил отдал развитию советской страны! Сегодняшнее поколение должно знать свои корни, чтить имена замечательных людей.

Мне посчастливилось работать под руководством П.Ф. Кривоноса. С 1966 по 1976 г.г. я был помощником машиниста, машинистом и приемщиком в депо Казатин Юго-Западной дороги. К нам он приезжал с комиссионным осмотром дороги, участвовал в производственных совещаниях и торжественных мероприятиях. Позже, работая в службе локомотивного хозяйства, встречался с ним в управлении Юго-Западной дороги, которую он возглавлял до 1980 г.

Петр Федорович выделялся высокой, статной фигурой всегда в строгой форменной одежде, имел неспешную походку, говорил всегда уверенно, взвешивая слова. На совещаниях был по-деловому краток, каждая его мысль была ясна и запоминалась слушающим. На торжественных мероприятиях обычно откладывал в сторону заготовленный текст и простыми выражениями объяснял проблемы, ставил очередные задачи.

Нужно было видеть, как сияли лица людей, награждаемых им! На дороге существовал нерушимый порядок — свидетельства машинистам первого класса подписывал сам П.Ф. Кривонос, он же лично вручал их. Машинисты, получившие права из рук легендарного машиниста и всеми уважаемого человека, навсегда запоминали это событие. Кто и как вручает сегодня такие документы? Может, здесь стоит поискать истоки многих нынешних неудач?

Петра Федоровича можно было часто видеть в цехах депо, на станциях и перегонах. Он был настоящим профессионалом, умел принимать важные решения быстро и правильно. Разбирался во всем: касалось ли дело укрупнения депо или их специализации по видам локомотивов, применения новой техники при ремонте пути, решения кадровых и социальных вопросов... Но, вместе с тем, до принятия решения, при посещении депо, он всегда вникал в суть технологии, выслушивал мнение специалистов, поощрял инициативу.

В 1977 — 1980 гг., занимаясь модернизацией локомотивов и установкой на них новых приборов безопасности, испытывал на себе его пристальный интерес к этим важнейшим вопросам. Выполнение планов модернизаций всегда поощрялось начальником дороги — то приказами с благодарностью, то премиальными выплатами особенно отличившимся работникам.

В мае этого года исполнилось 60 лет, как Петр Федорович Кривонос, тогда уже Герой Социалистического Труда, стал начальником Юго-Западной дороги. Ему тогда исполнилось 43 года, за плечами имелся солидный опыт работы. В том далеком уже 1953 г. в День железнодорожника он открывал в Киеве Детскую железную дорогу. И многие запомнили, что первый поезд по Сырецкому пар-

ку провел сам легендарный Петр Кривонос. Кто из нынешних начальников дорог способен на такое?!

Он родился в 1910 г. в рабочей семье в Феодосии. С 16 лет после окончания ФЗУ пошел работать слесарем по ремонту паровозов в локомотивном депо Славянск. Там же поступил в училище, окончив которое, стал помощником машиниста паровоза. Трудился так, что через два года по итогам Всесоюзного конкурса паровозных бригад стал лучшим помощником СССР, а его машинист — М.В. Рубан — лучшим машинистом.

В ноябре 1933 г. Петр Кривонос сдал экзамены на права машиниста и отправился в свою первую поездку. И первые же рейсы показали, насколько грамотно и принципиально подходил он к каждому маршруту. Скоро по его предложению в график движения внесли изменения, отменив стоянки на промежуточных станциях и увеличив скорость. Это позволило машинистам совершать по две поездки на маршруте Славянск — Лозовая. 1 июля 1935 г. на этом участке бригада П.Ф. Кривоноса на закреплённом паровозе ЭУ684-37 («Комсомолец») провела 1750-тонный состав с углем (это был тогда тяжеловес!) с технической скоростью 31,9 км/ч при норме 21.

Еще через три недели скорость была доведена до 37,5 км/ч. Так началось новаторское, позже названное стахановским, движение на транспорте. Первым среди машинистов при вождении грузовых поездов Петр Кривонос увеличил форсировку котла паровоза, благодаря чему техническая скорость была повышена до 47 км/ч. Вскоре появились многочисленные последователи на других дорогах. Их называли «кривоносовцы»!

Немного скажу о «секретах» новатора. Он укрепил дисциплину в бригаде, научил помощника топить котел локомотива, не снижая давления пара, и всегда содержал паровоз в исправном состоянии. Так поступали многие машинисты. Основой для его рекордов стали смелые технические решения при ведении состава. Считалось, что на больших подъемах паровая машина может «задохнуться» из-за недостатка пара в котле, и поезд остановится. Подъезжая к таким участкам, машинисты старались сберечь пар и опасались развить большую скорость.

Кривонос первым понял, что при разгоне состава количество пара в котле снижается незначительно. Открывая большой клапан регулятора, он стал разгонять поезд перед подъемом. Горение угля в топке становилось интенсивнее, больше выделялось тепла. Таким образом, форсировав котел, новатор резко повысил скорость поезда. Именно в этом заключался секрет машиниста!

5 августа 1935 г. П.Ф. Кривоносу вручили первую награду — орден Ленина. В следующем году его избрали делегатом чрезвычайного VIII Всесоюзного съезда Советов, на котором 5 декабря утверждалась Конституция СССР. Вскоре он стал депутатом Верховного Совета СССР, был назначен начальником паровозного депо Славянск.

В 1939 г. Петр Федорович Кривонос возглавил Южно-Донецкую, а затем Северо-Донецкую дороги. Здесь продолжалось внедрение многих передовых технологий — ремонта и содержания паровозов по методу Лунина, единых смен станций по формированию поездов, внедрение новой техники для путейцев. В это же время велось благоустройство служебных и культурных зданий дороги: строились дома культуры, клубы, радиоузлы. Этим вопросам до него почти не придавали значения.

Тогда значительно возросла техническая оснащённость стальных магистралей Донбасса: появились новые мощные паровозы, под них модернизировались депо и технологическая оснастка, внедрялись мощные подъемные краны, возводились новые вагоноремонтные пункты и депо, закупались механические средства ремонта путей. Получили бурное развитие методы вождения тяжеловесных поездов, увеличился среднесуточный пробег паровозов. По погрузке Донецкая дорога занимала первое место в стране.

Во время войны П.Ф. Кривонос сначала был уполномоченным НКПС по Северному Кавказу, потом его направили руководить



Начальник Юго-Западной дороги П.Ф. Кривonos (слева) открывает Детскую железную дорогу в Киеве 2 августа 1953 г.

Томской дорогой. Сразу после освобождения Донбасса от фашистов в марте 1943 г. он возвращается в родные места на должность начальника Северо-Донецкой дороги. Теперь его основная задача состояла в том, чтобы восстановить разрушенное хозяйство и обеспечивать перевозки для фронта. В короткий срок в неимоверно трудных условиях была проведена огромная работа по восстановлению практически полностью разрушенного железнодорожного хозяйства.

25 мая 1946 г. П.Ф. Кривonosа назначают начальником Юго-Западного округа железных дорог, в него входила вся правобережная Украина: Юго-Западная, Одесская, Винницкая, Львовская, Кишиневская и Ковельская дороги. После окончания войны он принял участие в восстановлении дорог Украины. Государство высоко оценило труд Петра Федоровича, присвоив ему звание Героя Социалистического Труда.

С 1953 по 1980 годы он возглавлял Юго-Западную дорогу. Здесь за эти годы произошли грандиозные преобразования. Локомотивное хозяйство было переведено с паровой тяги на тепловозную, а до конца семидесятых годов — на электровозную тягу. Произошли укрупнение и специализация локомотивных депо, переход на новый моторвагонный парк, значительно повышены скорости движения. Большая часть пути переведена с песчаной на щебеночную основу.

Но не забывал П.Ф. Кривonos любимые паровозы и другим не позволял забывать. По его инициативе у центрального вокзала столицы Украины был поставлен на постамент паровоз ИС, который в настоящее время является единственным сохранившимся локомотивом этой серии.

На дороге, да и по всей сети, Петр Федорович пользовался исключительным авторитетом и уважением среди железнодорожников. Много он сделал для развития сети медицинского и санаторного лечения железнодорожников. Всем известные центры в Киеве, Евпатории, Хмельнике, Трускавце, Кисловодске, заложенные им, и сейчас очень популярны среди работников.

Правительство высоко оценивало труд этого человека-легенды. Кроме звания Героя Социалистического Труда, он награжден 4 орденами Ленина, 4 орденами Трудового Красного Знамени, орденами Октябрьской революции, Суворова 2-й степени, Красной Звезды, «Знак Почета» и многими медалями. Умер Пётр Федорович Кривonos 19 октября 1980 г.

А его паровоз «Комсомолец» с 1972 г. стоит на постаменте в локомотивном депо Славянск. В 1995 г. этому предприятию было присвоено имя Петра Кривonosа. В его честь в Славянске названа улица, он является почетным гражданином города. Его имя носит и Славянский лицей. В Киеве тоже есть улица, площадь и железнодорожная станция имени Кривonosа, установлена мемориальная доска на здании Управления Юго-Западной дороги. С 2008 г. передовикам-железнодорожникам Украины вручается премия имени Петра Кривonosа.

Одной из привлекательных черт характера Петра Федоровича была простота и доступность в общении. Его любили за трудолюбие, и он любил встречаться с рабочими и руководителями среднего звена, беседовал с ними на разные темы. Он часто доверял работу своим помощникам, начальникам служб, но и строго спрашивал за просчеты. Умел поощрить инициативных, новаторски мыслящих людей. Ценил вклад любого железнодорожника, высокий уровень сознательности и ответственности. Им проводилась кадровая политика на «выращивание» специалистов высокого уровня квалификации. Во время многочисленных встреч с рабочими и молодежью воспитывались патриотические чувства к железнодорожному транспорту и нашей стране.

Трудовые свершения и новаторский опыт людей прошлого века нельзя забывать. Сегодня его особенно не хватает и главным образом в локомотивных бригадах. Старшее поколение обязано постоянно напоминать молодым машинистам имена людей, оставивших яркий след в истории страны.

А.А. ПОСМИТЮХА,

ветеран труда, г. Киев. Фото из архива Юго-Западной дороги

## КРОССВОРД «Электрический»

Для решения кроссворда заполните соответствующие номерам названия предметов или понятий.

ПО ГОРИЗОНТАЛИ: 5. Прибор для регулирования силы тока. 6. Французский высокоскоростной двухэтажный электропоезд. 8. Прибор для измерения электрического напряжения. 11. Порядковое число проводов. 14. Камера со смазкой в тепловозном двигателе. 15. Лопастное колесо гидротрансформатора. 16. Напольный светильник. 17. Переключатель с пружинными контактами. 20. Замыкание электрической цепи. 22. Диэлектрический материал. 23. Остановка механизма из-за недопустимых нагрузок. 26. Прибор для измерения продолжительности коротких импульсов тока. 27. Изобретатель лампы накаливания. 28. Осмотр и ремонт электрооборудования.

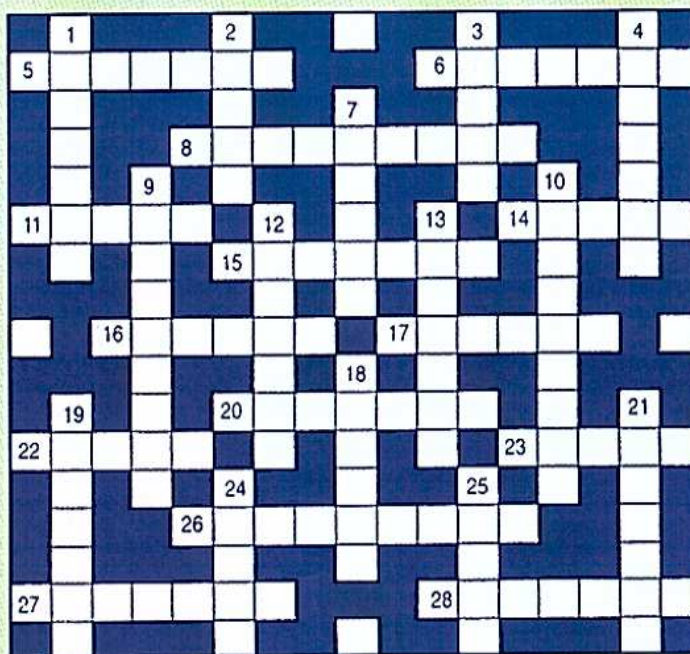
ПО ВЕРТИКАЛИ: 1. Элементарная частица. 2. Отрицательный полюс источника постоянного тока. 3. Элемент соединения кабеля. 4. Именной магистральный электропоезд Днепропетровского электровозостроительного завода. 7. Протекание микротока через диэлектрик. 9. Чувствительный элемент в устройствах для измерения температуры. 10. Устройство для плавного изменения индуктивности. 12. Разрыв провода контактной сети в результате воздействия электрического тока. 13. Межтепловозная соединительная коробка. 18. Самопроизвольное временное размыкание контакта электрической цепи. 19. Немецкий ученый, установивший закономерность протекания электрического тока в разветвленных цепях. 21. Предельное расстояние от неподвижных частей сооружений и инфраструктуры дорог. 24. Средство для передачи электрической энергии на расстояние. 25. Квантовый генератор света.

(Ответы см. на с. 45)

Составил Ш.Х. УСМАНОВ,  
г. Саласпилс, Латвия



в часы досуга



# ЦЕЛОЕ ЛЕТО ЛЮБИМОЙ РАБОТЫ



Свердловская детская железная дорога начала 53-й сезон пассажирских перевозок. Торжественная линейка состоялась в первый летний праздник — День защиты детей — в Центральном парке культуры и отдыха им. Маяковского в Екатеринбурге.

Начальники пяти смен отработали о готовности прохождения практики на детской магистрали. Юных железнодорожников (их здесь называют «южики»), родителей, гостей праздника с открытием движения поездов по малой магистрали поздравил начальник детской дороги Виталий Марункевич. Честь поднять флаг детской железной дороги была предоставлена начальникам смен и председателю совета юных железнодорожников Данилу Коваленко.

Добрые слова поздравлений, напутствий, пожеланий высказали и гости праздника — заместитель начальника Свердловской железной дороги по территориальному управлению Вадим Логачёв, руководитель Екатеринбургского филиала дорпрофсожа Владимир Разумовский. Заместитель начальника ДЖД Ирина Лукьянова зачитала приказ о поощрении юных железнодорожников.

Перед собравшимися выступили творческие коллективы, давние и надежные друзья «южиков». Затем всех пригласили на перрон, откуда отправлялся первый в сезоне 2013 г. поезд. Новым было то, что в голове состава был новенький ТУ10, который дорога получила в прошлом году. За правым крылом тепловоза — машинист Василий Главатских.

— Хороший тепловоз, комфортабельный, — одобительно говорит о машине Василий Леонидович. — Мы его уже обкатали на нашей магистрали. Этим летом юные машинисты будут иметь возможность управлять всеми видами тепловозов, которые есть в нашем парке.

На Свердловской детской дороге занимается более семисот подростков от 10 до 16 лет. Курс обучения рассчитан на три года. Ребята изучают технические дисциплины, правила техники безопасности, а летом применяют свои знания на практике. Первогодки проходят практику в должности проводников, ревизоров, дежурных по переезду, кондукторов. Ребята постарше будут работать машинистами, дежурными по станции, диспетчерами, осмотрщиками вагонов.

Голос диктора объявил об отправлении. Вагоны заполнены детворой. Гудок... Состав отправился в путь. А в билетную кассу уже выстроилась очередь: желающих прокатиться в праздничный день было предостаточно.

— Мы всегда с нетерпением ждем этот день, — с волнением в голосе говорит начальник пятой смены Катя Суртаева. — Особенно долгожданный он для первогодков. Для меня это последнее лето на ДЖД. Я — выпускница. У нас у всех впереди целое лето любимой работы. Не пугает даже то, что надо рано вставать. Когда занимаешься тем, что нравится, никакие трудности не страшны.



Подъем флага на линейке открытия движения поездов на Свердловской детской железной дороге

В заключение несколько цифр: 2,5 млн. человек стали пассажирами Свердловской ДЖД за полувековую историю ее существования. Здесь прошли обучение более 45 тыс. школьников, свыше 3,5 тыс. из них сейчас работают на предприятиях Свердловской магистрали.

Протяженность Свердловской ДЖД составляет 2,5 км. Она объединяет 2 станции, 2 остановочных пункта, 5 стрелочных переводов, 2 путепровода, локомотивное депо. Подвижной состав включает 4 локомотива и 8 вагонов. Все вагоны курсирующего состава раскрашены в цвета фирменных поездов Свердловской магистрали: «Малахит», «Кама», «Урал», «Ямал», «Демидовский экспресс»...

Главными задачами детской дороги являются:

- профессиональная ориентация школьников для учебы и работы в учебных учреждениях и на предприятиях железнодорожного транспорта;
- создание оптимальных условий для развития у детей способностей к познанию и творчеству;
- внедрение образовательных программ в интересах развития личности ребенка.

Многие выпускники ДЖД продолжают обучение в железнодорожных вузах и техникумах, работают на магистралях нашей страны.

Н.А. ПЕСОЦКАЯ,  
г. Екатеринбург  
Фото автора

Читайте  
в ближайших  
номерах:

- Электрические схемы электровоза ЭП2К
- О взаимодействии подвижного состава и путевой автоблокировки
- Новые асимметричные токоприемники
- Эффективность работы «Витязей» в условиях БАМА
- Светодиодная индикация стойки управления модернизированного тепловоза ТЭМ7А
- Как определять режим загрузки по сцеплению локомотивов с асинхронным тяговым приводом
- Инструменты IRIS для тормозных систем
- Влияние смазки на износ гребней колес





Заместитель начальника Свердловской дороги В.В. Логачёв поздравляет «южиков» с открытием сезона



Будущие железнодорожники Свердловской магистрали



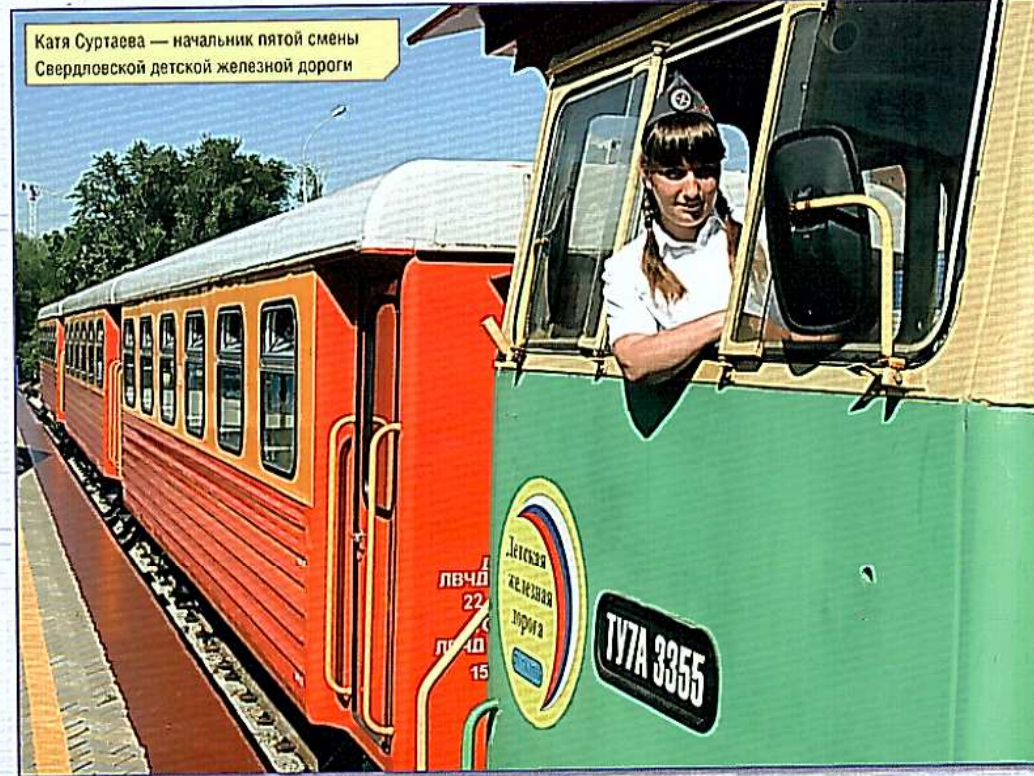
Начальники смен рапортуют о готовности к прохождению летней практики на детской дороге



Машинист В.Л. Главатских доволен новым ТУ10



Гульфина Миняева — проводник-наставник юных железнодорожников



Катя Суртаева — начальник пятой смены Свердловской детской железной дороги

# ЗНАКОМЬТЕСЬ: ТЕПЛОВОЗ 2ТЭ116УД

В 2012 г. на Луганском тепловозостроительном заводе создан новый локомотив 2ТЭ116УД, оборудованный дизелем GEVO-12 и тяговым агрегатом А723МУ2. Подробности о модернизированном тепловозе читайте на с. 37 — 41. На снимках — некоторое оборудование тепловоза 2ТЭ116УД (сверху вниз, слева направо):

✦ общий вид тепловоза;

✦ дизельное помещение (правая сторона тепловоза) — дизельный двигатель GEVO-12GE. С этой стороны проход только вдоль дизель-генератора. Проход на другую секцию (в шахту холодильника) здесь невозможен из-за размещения водомасляного теплообменника, тормозного компрессора и фильтра очистки дизельного масла;

✦ кабина управления машиниста, пульт управления практически тот же, что и на тепловозе 2ТЭ116У. На стороне помощника машиниста размещена панель индикации системы контроля температуры моторно-осевых подшипников КМБ (отличие от прежнего пульта);

✦ блок ECU системы управления дизелем (СУД);

✦ коробка зажимов дизеля — соединение электрооборудования дизель-генератора с электрической схемой тепловоза. В верхней части размещены два кнопочных выключателя — «Останов дизеля» и «Проверка впрыска»;

✦ клапанная коробка одного из 12 цилиндров дизеля. Маленькая кубическая (слева внизу) коробка с подходящими к ней двумя проводами — электромагнитный клапан управления топливоподачей в цилиндр дизеля.

