

№ 7

2017

ОКОМОТИВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

РЖД

Повышение надежности локомотивов: где предел?

Цветная схема электрических цепей электровозов ВЛ10К

Возможности ремонта электровозов ЭП2К по техническому состоянию

Аппараты цепей электровозов серии ЭП1

Цепи возбуждения тягового генератора тепловоза 2ТЭ25КМ

Изменения в конструкции электровозов ЗЭС5К

Схема тормозного оборудования тепловоза ТЭП70БС

Особенности буксовых узлов электровозов серии ЧС

Школа молодого машиниста



МОСКОВСКАЯ ДОРОГА ПОЛУЧАЕТ НОВЫЕ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА

(см. с. 47)



КРЕПИТЬ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО



Бизнес-форум открыл президент
ОАО «РЖД» О.В. Белозёров

Недавно в Сочи состоялся XII Международный железнодорожный бизнес-форум «Стратегическое партнерство 1520». Участниками крупного мероприятия стали более 1000 делегатов из 24 стран мира и 300 компаний. Сюда прибыли высшие руководители ОАО «РЖД», министерств транспорта РФ и ряда других стран, машиностроительных, логистических компаний. Впервые в работе форума принимали участие делегации из Индии и Кубы.

Глава ОАО «РЖД» О.В. Белозёров зачитал приветственное слово Президента России В.В. Путина к участникам форума. «Ваши ежегодные встречи, объединяющие руководителей железных дорог стран “широкой колеи”, представителей органов власти, экспертного сообщества и деловых кругов, по праву считаются одним из центральных отраслевых событий», отметил В.В. Путин.

Программа бизнес-форума открывалась пленарным заседанием «Выход на новые рынки. Кооперация как инструмент реализации глобальных проектов». Затем на нескольких дискуссионных площадках были рассмотрены основные проблемы и ключевые направления развития транспортного бизнеса, повышения эффективности работы железных дорог. Среди главных тем выступлений — инновационные проекты цифровой железной дороги, строительство высокоскоростных магистралей, беспилотный транспорт, обновление подвижного состава, модернизация инфраструктуры, киберзащищенность, экспорт российской продукции, международное сотрудничество и др.

Форум «Стратегическое партнерство 1520» много лет служит уникальной площадкой для делового общения, наращивания сети контактов, обсуждения планов и перспектив развития бизнеса. По результатам встреч в Сочи состоялось подписание 20 соглашений и контрактов.



В зале заседаний (слева направо) — первый вице-президент ОАО «РЖД» А.С. Мишарин, старший вице-президент С.А. Кобзев, губернатор Краснодарского края В.И. Кондратьев, президент ОАО «РЖД» О.В. Белозёров, генеральный директор АО «Российский экспортный центр» П.М. Фрагков



Каким должен быть подвижной состав в эпоху цифровых железных дорог обсуждали (слева направо) вице-президент ОАО «РЖД» О.С. Валинский, старший вице-президент С.А. Кобзев, руководители компании «Сименс АГ» Д. Мёллер, Й. Айхгольт и другие специалисты



В Сочи приехали руководители транспортных отраслей из 24 стран мира.

В номере:

Курсом инновационного развития

- Повышение надежности локомотивов: где предел?2
ПАРНЮК С.М.
- Внедрение элементов ремонта электровозов ЭП2К по техническому состоянию с использованием данных МСУ4
БЕКРЕЕВ Е.Н., БРИТ В.П.
- Автоматизированный учет расхода топлива6
ЗАХВАТОВ А.В.

В помощь машинисту и ремонтнику

- Аппараты вспомогательных цепей и цепей управления электровозов серии ЭП1 ..10
ПОТАНИН А.А.
- Тепловоз 2ТЭ25КМ: цепи возбуждения тягового генератора12
ТИМОФЕЕВ С.В.
- Цепи запуска асинхронного фазорасщепителя на электропоездах ЭД9Э14
ПРОСКУРЯКОВА Т.И., СЫЧЁВ Е.В.
- Особенности конструкции буксовых узлов электровозов серии ЧС15
ЕРМИШКИН И.А.
- Некоторые изменения в конструкции электровозов ЗЭС5К «Ермак»20
КАБАНЦЕВ А.А.
- Движение поездов на участках с диспетчерской централизацией22
БАРАНОВ В.А.
- Исследование тока ИШ-74 при помощи рельсовых цепей автоблокировки25
ТЕСЛЕВ А.Н.
- Техническое обслуживание и ремонт контакторов типа ПК26
НОВИКОВ А.Ф..

Автотормоза

- Схема пневматического тормозного оборудования тепловоза ТЭП70БС30
ТИТОВ М.В., ШЕЛУХИН С.В.

На научно-технические темы

- Обоснование назначенного срока безопасной эксплуатации локомотивов34
ОГАНЬЯН Э.С.

Школа молодого машиниста

- Принципы работы основных узлов и агрегатов тепловоза. Силы и движение поезда36
РУДНЕВ В.С.

Странички истории

- Помогла ли нам граница?42
ИЛЬИН Ю.Л.

За рубежом

- Двухэтажные поезда на дорогах Северной Америки46
ПОЛИН П.А.

На 1-й с. обложки: на Московской дороге освоена серийная эксплуатация новых электропоездов постоянного тока ЭП2Д производства ОАО «Демидовский машиностроительный завод». Фото С.В. Гусева

В номере вкладка: схема электрических цепей электровоза ВЛ10К



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

№ 7 (727), июль 2017 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ:

ОАО «Российские железные дороги»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БЖИЦКИЙ В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

РЕДАКЦИЯ:

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

КОНТАКТЫ:

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

Подписано в печать 28.06.2017.
Офсетная печать. Усл.-печ. л. 5,62+1,3 вкл.
Усл. кр.-отт. 22,48+5,2 вкл.
Уч.-изд. л. 10,4 + 1,86 вкл. Формат 64×90/8.
Отпечатано в типографии ОАО КНПО ВТИ.
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36.
Тел.: +7 (843) 519-69-05.
E-mail: npovti.t@yandex.ru.
Тираж 3565 экз. Заказ 1167.

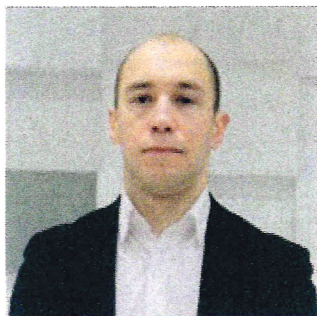
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21834 от 07.09.2005 г.

Подписка принимается в любом отделении связи «Почта России»: П5076 для физ. лиц, П5077 для юр. лиц.
В каталоге «Газеты и журналы» агентства «Роспечать»: 71103 для физ. лиц, 73559 для юр. лиц.
В каталоге АРЗИ «Пресса России»: 87716 для физ. лиц, 88043 для юр. лиц.

ДОРОЖНАЯ НАУКА И ТЕХНИЧЕСКАЯ



ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЛОКОМОТИВОВ: ГДЕ ПРЕДЕЛ?



С.М. ПАРНЮК,

ведущий инженер группы статистической отчетности и анализа Дирекции тяги ОАО «РЖД»

Любая используемая человеком техника, в первую очередь, ценится за свою безопасность. Это качество во многом вытекает из другого свойства — надежности. Говоря о перевозочном процессе на железных дорогах, мы говорим о сложной человеко-машинной системе, элементы которой взаимодействуют в реальном времени. Признаком ее целостности и надежности является четкая взаимосвязь структурных объектов и элементов друг с другом. Не возникает вопросов, что локомотив, как один из элементов такой системы, должен удовлетворять всем установленным требованиям надежности, т.е. иметь способность сохранять заданные свойства и технические характеристики на протяжении определенного временного интервала и в определенных условиях эксплуатации (определение ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике»).

Когда обсуждается надежность технических средств, огромное значение приобретает понятие предельного состояния. Говоря просто, так называется ситуация, при которой дальнейшая эксплуатация машины или прибора становится недопустимой и/или невозможной. При наступлении предельного состояния у локомотива происходит сбой во всем перевозочном процессе. Дальше уже включаются механизмы, призванные поддерживать общую надежность системы, — использование вспомогательного локомотива, вывод поезда с перегона и т.д.

Исходя из этого, в нормативных документах ОАО «РЖД» сформулированы понятия отказов и их классификация по трем категориям, связанным с задержками поездов.

Для справки. Выдержка из распоряжения ОАО «РЖД» от 11.07.2016 № 1375р в редакции от 11.01.2017

Отказы 1-й категории — отказы, приведшие к задержке пассажирского, пригородного или грузового поезда на

перегоне (станции) на 1 ч и более, либо приведшие к событиям, связанным с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта.

Отказы 2-й категории — отказы, приведшие к задержке на перегоне (станции) пассажирского или пригородного поезда от 6 мин до 1 ч, грузового поезда — продолжительностью от 15 мин до 1 ч.

Отказы 3-й категории — «неисправности» — случаи нарушения нормального функционирования технических средств, не имеющие последствий, относящихся к отказам 1-й и 2-й категорий, а также «повреждения» — нарушения исправного состояния технического средства, выявленные в процессе планово-предупредительного технического обслуживания эксплуатационным персоналом, в том числе с применением средств диагностики.

Снижение числа отказов и повышение надежности технических средств — одно из приоритетных направлений работы ОАО «РЖД» в области обеспечения безопасности движения. По итогам 2016 г. в локомотивном комплексе было допущено 20140 отказов 1-й и 2-й категорий — минимальное значение с 2010 г., снижение к уровню 2010 г. составило почти 20 %. Это стало возможным благодаря взятому руководством Компании курсу на обновление локомотивного парка и благодаря совместной работе с заводами-изготовителями и сервисными компаниями.

Использование новых локомотивов с улучшенными характеристиками, повышение качества работы позволили Дирекции тяги (главному центру ответственности ОАО «РЖД» в обеспечении локомотивной тягой) за последние годы обеспечить тягой возрастающие год от

года объемы перевозок, существенно повысить производительность локомотива и снизить количество отказов в работе технических средств, а значит, и сбоек перевозочного процесса в целом (рис. 1).

В теории надежности выделяют термин «средняя наработка на отказ» — технический параметр, равный средней продолжительности работы устройства между отказами. Таким образом, в теории, чем больше работает объект, в нашем случае — локомотив, тем выше вероятное число отказов. В стремлении развивать конкурентоспособный на российском и мировом рынках транспортный бизнес Компания прогнозирует увеличение объемов перевозок. При этом чтобы выдерживать конкуренцию не только с железнодорожными компаниями, но и с другими видами транспорта, необходимо значительно повысить внутреннюю эффективность. Что касается Дирекции тяги ОАО «РЖД», то перед ней поставлена задача по оптимизации парка локомотивов.

Возникает задача, когда одновременно с повышением производительности локомотива, увеличением его загрузки, необходимо снизить число возможных отказов. Возможно ли это? Можно ли год от году ставить перед собой задачи по снижению числа отказов на 10, 20, 30 % по отношению к прошлому году? Сейчас в этом разберемся.

Основным техническим документом, максимально подробно описывающим требования, которым должен удовлетворять локомотив, являются Технические условия (ТУ). В локомотивах новых серий в качестве показателей надежности в ТУ внесены коэффициент внутренней готовности и удельное количество отказов 1-го, 2-го, 3-го вида на 1 млн км пробега.

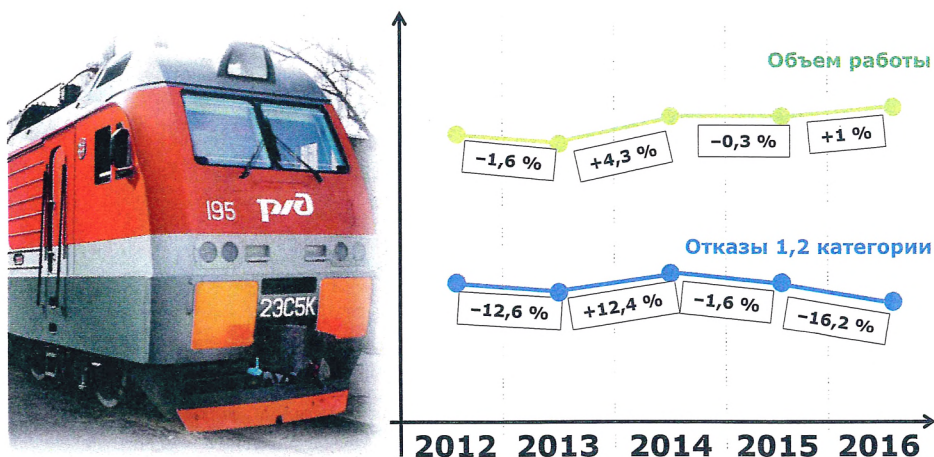


Рис. 1. Динамика изменения объема работы и отказов технических средств в локомотивном комплексе с 2012 г.

Для справки. Выдержка из распоряжения ОАО «РЖД» от 27.12.2013 № 2906/р

Коэффициент внутренней готовности $K_{вг}$ характеризует общее количество неплановых ремонтов, качество производства их ремонта и техническое состояние локомотивного парка и определяется по формуле:

$$K_{вг} = t_{pc} / (t_{pc} + t_{от}),$$

где t_{pc} — суммарное время нахождения локомотивов в работоспособном состоянии, ч;

$t_{от}$ — суммарное время нахождения локомотивов в неработоспособном состоянии в связи с проведением непланового ремонта, ч.

Между классификацией отказов по категориям и по видам также существуют различия.

Для справки. Выдержка из ОСТ 32.46-95

Отказ первого вида — отказ единицы тягового подвижного состава, последствием которого является порча. *Порча* — отказ, вызвавший вынужденную остановку пассажирского поезда на перегоне или промежуточной станции, если дальнейшее движение поезда продолжено с помощью вспомогательного локомотива, а также отмена электропоезда или дизель-поезда из-за неисправности подвижного состава, повлекшая высадку пассажиров на промежуточной станции.

Отказ второго вида — отказ, последствием которого является неисправность. *Неисправность* — отказ, в результате которого допущена задержка поезда на перегоне хотя бы по одному из путей или станции сверх времени, установленного графиком движения, на один час и более.

Отказ третьего вида — отказ, требующий выполнения непланового ремонта.

Для семи новых серий электровозов — ЭП2К, ЭП1М(П), 2(3)ЭС5К, 2ЭС6, ЭП20, 2ЭС10, 2(3)ЭС4К — среднее удельное значение отказов всех трех видов на 1 млн км пробега составляет 10,6. Для новых тепловозов (2ТЭ25КМ, ТЭП70БС, 2ТЭ116УД, 2ТЭ116У, 2ТЭ25А) эта удельная величина равна 12,5 отказов на 1 млн км.

Идеальным или целевым состоянием надежности локомотивного парка является состояние, при котором количество допускаемых на локомотивах отказов и сбоев равно заложенному в ТУ при соответствующем пробеге. Это состояние, при котором единственным фактором, лимитирующим надежность локомотивного парка, становятся его конструктивные особенности. Далеко ли мы сегодня от этого состояния?

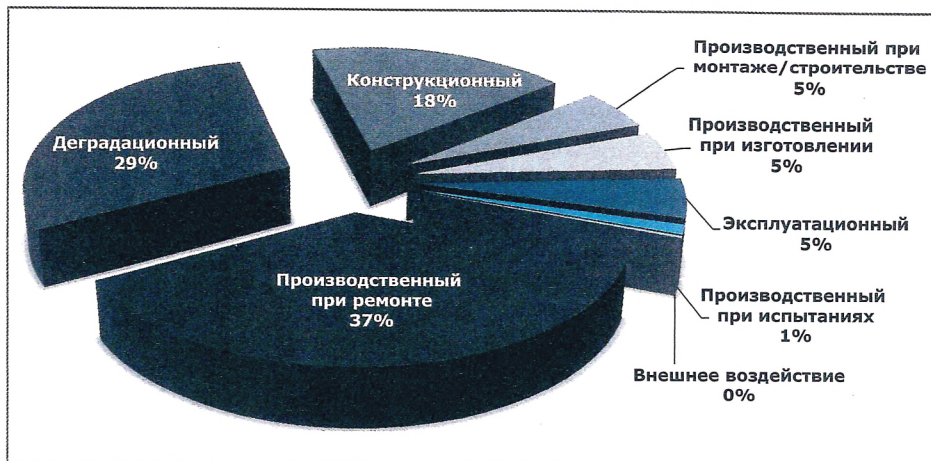


Рис. 2. Характер причин отказов 1-й, 2-й категорий, допущенных в 2016 г. в локомотивном комплексе

По отдельным сериям новых локомотивов, как например, электровозу ЭП2К — при удельном количестве отказов всех трех видов на 1 млн км пробега по ТУ 10,4 фактический показатель в 2017 г. равен 8,3, что намного лучше заявленного. Однако не весь парк таков. На пассажирском электровозе ЭП20 при заявленном в ТУ удельном числе отказов 5,4 фактическое составляет 9,5. И, к сожалению, сегодня подобных негативных примеров немало.

Подобный анализ проводился не только по новым сериям локомотивов, но и по уже «зарекомендовавшим» себя машинам. Чтобы обеспечить сопоставимость данных, приведем количество неплановых ремонтов, которое фактически равно сумме отказов всех трех видов.

Удельное количество неплановых ремонтов по электровозам ВЛ80 всех индексов равно 70,5 (по данным за 4 месяца 2017 г.), ВЛ10 всех индексов — 130,3. Чтобы оценить величину цифр, стоит напомнить, что по ТУ на новых электровозах заложены показатели надежности в удельных величинах от 5,4 до 13.

Аналогично и по тепловозному парку. На базовой для Дальнего Востока серии ТЭ10 разной секционности и всех индексов (кроме индекса К) число неплановых ремонтов на 1 млн км пробега равно 152,4. На «главном тепловозе пассажирского движения» ТЭП70 — 46,5.

Становится очевидным, что даже приближение надежности локомотивов к требованиям, которые закладывались при проектировании, даст скачок в обеспечении безопасности и надежности перевозочного процесса.

Ну а каков же сегодня характер причин отказов в работе технических средств и неплановых ремонтов? Ответ на этот вопрос поможет понять, почему целевые показатели надежности локомотивов не достигаются в эксплуатации.

По итогам 2016 г. 37 % всех отказов в локомотивном комплексе были вызваны нарушением технологии проведения ре-

монтных работ, 29 % — деградационные, вызваны естественным износом и старением техники, а 18 % — конструктивными недостатками (рис. 2). Можно сделать вывод, что менее чем пятая часть всех отказов связана с нарушением установленных правил или норм проектирования и конструирования, а значит, и показатели надежности должны быть, как минимум, приближены к указанным в ТУ.

Характер причин отказов вновь вскрывает уже известные нам «проблемные зоны»: недостаточное качество проведения сервисного обслуживания и ремонта локомотивов и по-прежнему относительно высокая степень износа парка.

Сопоставление фактических показателей надежности с заложенными при проектировании локомотивов говорит о наличии существенного резерва для повышения надежности нашей техники, а значит, и задачи по непрерывному снижению числа отказов год от года, даже при увеличении объема работы, не кажутся невыполнимыми. Одной из главных составляющих в этом направлении является системная и планомерная совместная работа с сервисными компаниями по повышению качества ремонта и сервисного обслуживания.

Ну а где же тот предел, который может быть достигнут? Как вычислить идеальные параметры работы, к которым следует стремиться? Сегодня в Дирекции тяги ОАО «РЖД» ведется разработка алгоритма, который позволил бы нам, зная прогнозируемые объемы работы, прогнозируемые пробеги локомотивного парка и требования надежности по каждой серии локомотивов, связанные с наработкой, вычислить потенциально возможное количество отказов и сбоев. Данная работа — не только поиск идеального предельного состояния при нынешнем уровне готовности техники, это своего рода работа на опережение, работа по повышению надежности не только парка локомотивов, но и перевозочного процесса в целом. Ведь только в непрерывном совершенствовании — ключ к успеху.

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕМОНТА ЭЛЕКТРОВЗОВ ЭП2К ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ МСУ

Опыт депо Барабинск

Е.Н. БЕКРЕЕВ,

начальник филиала «Западно-Сибирский» ООО «ТМХ-Сервис»
группы компаний «Локомотивные технологии»

В.П. БРИТ,

начальник сервисного локомотивного депо Барабинск

Статья посвящена результатам работы группы диагностики сервисного локомотивного депо (СЛД) Барабинск по выявлению предотказных состояний и предложениям по внедрению ремонта локомотивов по техническому состоянию оборудования.



В настоящее время на сервисном обслуживании СЛД Барабинск находится 241 электровоз серии ЭП2К. Данные электровазы обслуживают пассажирское движение на полигоне четырех дорог. Максимальное безотцепочное плечо обращения Мариинск — Самара составляет 2850 км.

В период начальной эксплуатации электровазы ЭП2К после поступления в депо отдельные узлы и агрегаты рекомендовали себя как крайне ненадежные (рис. 1), отказы в работе которых не позволяли выполнить заданные в технических условиях показатели надежности локомотива в целом. События при плане 0,4 случая на 1 млн. км фактически составляли 3,8, отказы при плане 1 случай на 1 млн. км достигли 18,4, а неплановые ремонты (НР) при плане 10 случаев на 1 млн. км пробега — 25,9.

Более 80 % от общего количества неисправностей генерировало электрическое и электронное оборудование: контакторы ПК-32А ЭТ и КВ-160, токоприемники, выключатели жалюзи, микропроцессорные системы управления (МПСУ), преобразователь собственных нужд (ПСН), цифровые видеорегистраторы (РВИ). Также много отказов давало автотормозное оборудование: компрессоры АКРВ, краны машиниста № 395, датчики давления ДЕМ.

При проведении сервисного обслуживания предусмотренные руководством по эксплуатации методы визуального и инструментального контроля не позволяли определять предотказное состояние вышеуказанных узлов и аппаратов. Чтобы повысить уровень эксплуатационной надежности локомотивов, в 2013 г. на базе подразделения Барабинск была создана группа диагностики, основными целями работы которой стали разработка методик определения предотказных состояний

узлов и агрегатов, выдача рекомендаций ремонтному персоналу по проведению дополнительных работ, связанных с устранением причин нарушения работы данных узлов.

На первом этапе была проведена оценка возможностей штатных средств контроля узлов и агрегатов электровазы (рис. 2), в ходе которой определена возможность диагностирования от 30 до 90 % неисправностей оборудования, возникающих в эксплуатации. В рамках организации работы группы диагностики были разработаны типовые шаблоны для определения предотказных состояний оборудования, организовано считывание файлов в основном депо и оборотных ПТОЛ с сохранением единой базы на общесетевом ресурсе. Кроме того, разработана форма диагностической карты и реализована их выдача при проведении сервисного обслуживания, а также организованы контроль выполненных работ по выданным рекомендациям и мониторинг режимов эксплуатации локомотивов.

Все выявленные предотказные состояния вносятся в диагностическую карту, которая включает в себя замечания, выявленные при приемке в ремонт и из журнала формы ТУ-152, перечень отказов и неплановых ремонтов от предыдущего планово-предупредительного ремонта (ППР), а также ме-

роприятия, направленные на повышение эксплуатационной надежности. На основании этих данных в диагностическую карту включаются рекомендации по проведению сверхцикловых работ.

Основными отказами в работе электрического оборудования являются неисправности контакторов для коммутации силовых электрических цепей ПК32А ЭТ. Опытным путем были определены предотказные состояния по времени включения и отключения контактора, выявлено и устранено 489 таких состояний контакторов.

В зону риска также входят возможные неисправности в работе вакуумных контакторов типа КВ-160. предотказное состояние данных контакторов определяется по периодическому отсутствию сигнала о его включении. Всего выявлено и устранено 133 случая подобных дефектов.

Аналогично определяется и неисправное состояние реле цепей управления и низковольтных блокировок оборудования — выявлено 172 случая.

Критериями предотказных состояний токоприемников являются показание сигнализатора о поднятом состоянии токоприемника и показание напряжения в контактной сети. Выявлено 115 случаев.

Предотвратить неисправности в работе электронных систем электровазы, таких как преобразователь собственных нужд, источник питания бортовой сети, система управления локомотивом, методом инструментального или визуального контроля практически невозможно. Однако предотказное состояние данного оборудования можно определить по накоплению ошибок во внутренней памяти оборудования и отклонению от штатного алгоритма работы. Причинами отклонения от штатной работы электронного

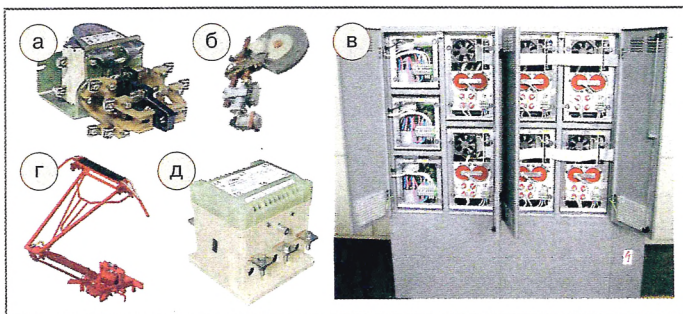


Рис. 1. Электрическое и электронное оборудование электровазы ЭП2К, надежность работы которого была существенно повышена благодаря его диагностированию:

а — реле цепей управления; б — силовые электрические аппараты; в — преобразователи собственных нужд; г — токоприемники; д — контакторы.

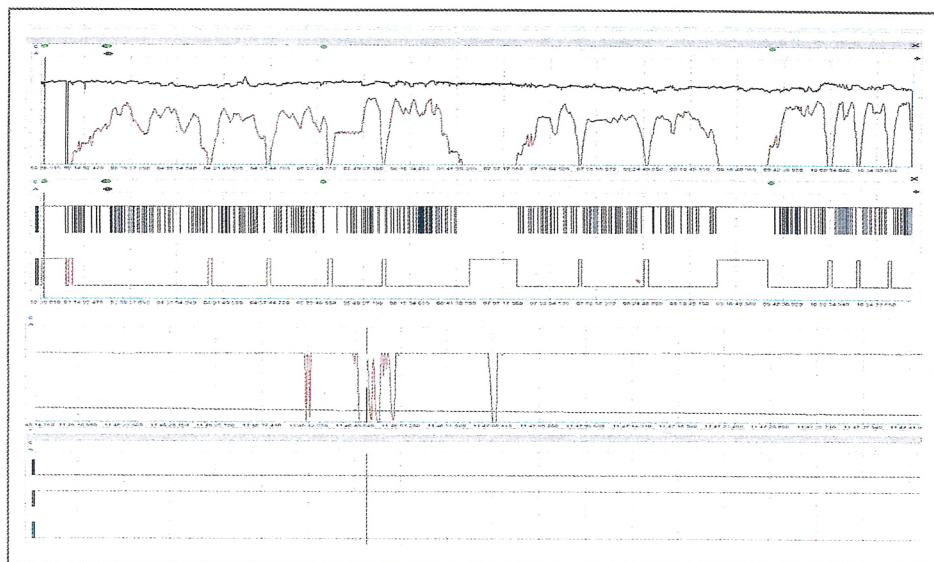


Рис. 2. Пример осциллограмм диагностических данных МПСУ ЭП2К

оборудования являются ложные показания датчиков, сбой программного обеспечения и выход из строя элементной базы. Таких случаев было выявлено 327.

Благодаря тесному сотрудничеству группы диагностики с разработчиками программного обеспечения за три года удалось выявить и устранить порядка 30 недоработок программного обеспечения в части управления схемой тяги, вспомогательным оборудованием, сбором аварийных и резервных схем движения, взаимодействия с подсистемами автоведения.

За время работы группы диагностики выявлено 1267 нарушений режимов эксплуатации. По результатам расшифровки файлов отнесены за ОАО «РЖД» 43 задержки пассажирских поездов, из них 11 — с требованием вспомогательного локомотива и 40 не-

плановых ремонтов. Сумма предъявленных РЖД затрат составила около 11 млн. руб.

Уже к началу 2016 г. ЭП2К были приведены к заданным показателям надежности. Число событий снижено до 0,4 случаев на 1 млн. км (план 0,4), число отказов — до 3,3 (план 3,3), число неплановых ремонтов — до 5 (план 10).

В настоящее время описанная работа групп диагностики интегрируется в проект АСУ «Сетевой график». Для этого в депо организуется планирование дополнительных объемов ремонта по данным указанных групп (рис. 3).

Процесс ремонта по состоянию будет происходить следующим образом. На основании результатов расшифровки файлов в межремонтный период и последней поездки, результатов испытания локомотива перед постановкой на ремонт, виброакустиче-

ской диагностики, заключений химической лаборатории, визуального и инструментального контроля определяется перечень обязательных работ. Кроме того, будет установлен перечень сверхцикловых работ и работ, исключаемых из цикла путем подтверждения группой определения объемов ремонта исправного состояния узлов во время приемки локомотива в ремонт.

На первом этапе необходимо согласовать с заводом перечень узлов и агрегатов, оценить техническое состояние которых можно при расшифровке файлов регистрирующих систем локомотива и визуальным осмотром для определения объемов ремонта.

После передачи данных в диагностическую карту электронного журнала ТУ-28Э в АСУ «Сетевой график» формируется перечень необходимых работ. После формирования перечня работ в ТУ-28Э в автоматическом режиме будет произведен расчет численности контингента ремонтного персонала с формированием заявки на склад потребного количества товарно-материальных ценностей для выполнения установленного объема работ. При потребности в смене оборудования формируется программа ремонта оборудования во вспомогательных цехах и передачи на склад.

Внедрение данной системы позволит снизить трудоемкость, издержки, связанные с перерасходом материалов, проводить адресный ремонт оборудования с учетом его фактического технического состояния, обеспечить заданные показатели надежности.

В качестве проблем внедрения предлагаемых технологий следует отметить, что нормативная база ОАО «РЖД» не предусматривает ведения сервисного обслуживания по техническому состоянию. Необходима научно-техническая поддержка вопроса внедрения ремонта по состоянию со стороны как заводов-изготовителей оборудования, так и Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ) ОАО «РЖД», а также заводов-производителей локомотивов и оборудования.

В СЛД Барабинск сформулированы следующие предложения по развитию диагностической функциональности электровозов ЭП2К:

✦ привести к единой электрической принципиальной схеме все локомотивы серии ЭП2К на крупных видах ремонта;

✦ увеличить объем внутренней памяти МПСУ путем архивации файлов на внутреннем накопителе дисплейного модуля МПСУ;

✦ внести изменения в анализатор файлов МПСУ в части автоматического контроля наличия основных предотказных состояний и нарушений режимов эксплуатации локомотивными бригадами по заранее заданным шаблонам совместно с увеличением объема внутренней памяти МПСУ. Это позволит существенно увеличить объем анализируемых файлов и, как следствие, приведет к увеличению эксплуатационной надежности электровоза ЭП2К.

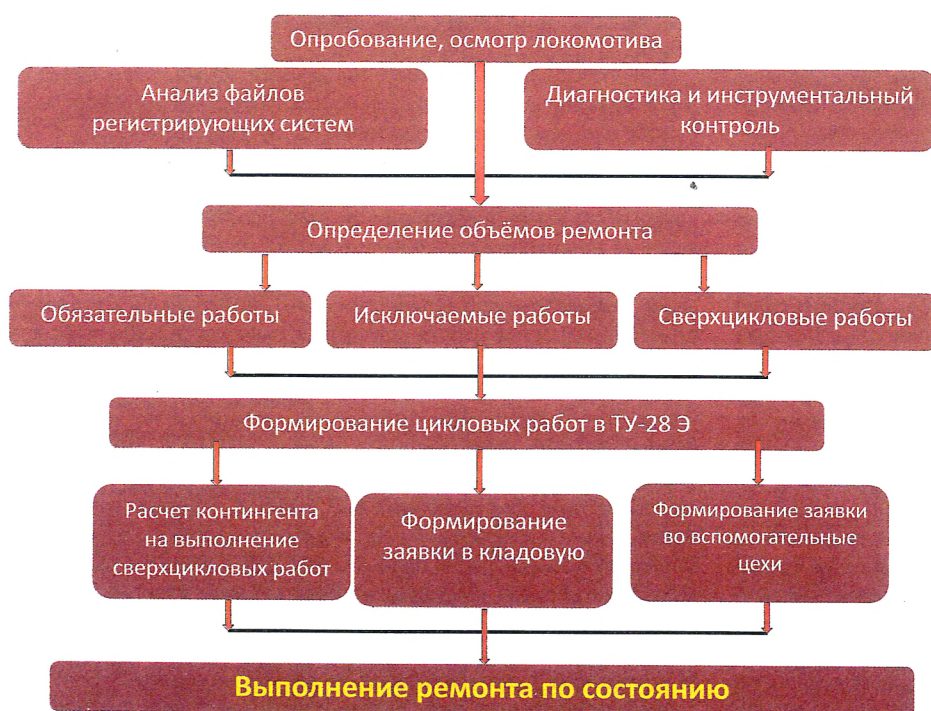


Рис. 3. Структура ремонта с учетом фактического технического состояния в СЛД Барабинск

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЧЕТ РАСХОДА ТОПЛИВА

Обзор систем на основе бортового оборудования и программного обеспечения для тепловозов предприятий промышленного железнодорожного транспорта

А.В. ЗАХВАТОВ,

ведущий инженер топливно-энергетического отдела
Дирекции тяги ОАО «РЖД»

Предприятия промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ) при учете расхода топлива часто сталкиваются с проблемами, связанными с недостатками применяемых методов измерения. Определяя, например, количество топлива в баке с использованием топливомерной рейки, невозможно дать оценку плотности топлива и его расхода в зависимости от вида выполняемой локомотивом работы.

Как показывает практика, основное время работы дизеля маневрового тепловоза составляет режим холостого хода, доля которого может достигать 75 %. При этом время его работы под нагрузкой составляет 25... 36 %. Без четкого понимания того, сколько топлива тратится при выполнении тепловозом какого-либо вида работы, установить в абсолютном значении нормативный расход проблематично. Поэтому расчет нормы расхода топлива имеет погрешность от 10 до 30 %.

Если точно определить расход топлива невозможно, то нормативы искусственно завышают, что затрудняет оценку эффективности работы машиниста и локомотива, открывает возможности для использования топлива не по назначению. В свою очередь, это приводит к отсутствию заинтересованности машинистов в энергоэффективной эксплуатации тепловоза.

Далеко не все системы учета топлива отвечают требованиям, согласно которым они могут использоваться на железнодорожном транспорте. Часто локомотивы оборудуют системами, предназначенными для автомобильного транспорта. Используемые при этом датчики не учитывают размеры и сложную конфигурацию топливного бака локомотива. Кроме того, они не могут измерять плотность и температуру топлива. Если замеры в топливном баке автомобиля имеют относительно небольшую погрешность, то для тепловоза она может достигать 250 л.

Ведение учета расхода топлива вручную и на бумажных носителях увеличивает риск возникновения ошибок и неточностей. Один из участников популярного форума работников железнодорожного транспорта справедливо отмечает: «Сколько машинистов — столько вариантов результата замера топлива в маршрутном листе». Таким образом, влияние человеческого фактора не дает гарантии того, что информация, используемая для учета топлива, достоверна и актуальна.

Чтобы исключить отмеченные недостатки, эксплуатационные депо ОАО «РЖД» и предприятия промышленности, владеющие парком тепловозов, внедряют автоматизированные системы учета топлива. На сегодняшний день на рынке представлен большой ассортимент программных комплексов: АРМ БОРТ + «Kontrol» (ОАО «НИИТКД», г. Омск); АРМ РПДА-Т (ООО «АВП Технологии», г. Москва); «ЭМ-Топливо» (ОАО «Электромеханика», г. Пенза); «АвтоГРАФ» (ООО «ТехноКом», г. Челябинск); «Omnicom Online» (ООО «Омникомм Технологии», г. Москва); «Fort Monitor-3» (ООО «Форт-Телеком», г. Пермь); СКПРТ «Дельта-СУ/GPS» (НПП «Днепрогидротранс», Украина) и др. Сравнительные характеристики этих комплексов представлены в табл. 1.

Системы АПК БОРТ, РПДА-Т (ТМ) были специально разработаны для применения на локомотивах ОАО «РЖД». Соответствие требованиям основного заказчика данных систем обуславливает высокое качество оборудования и точность измерений. Основным недостатком таких систем для предприятий промышленности является их функциональная стандартизированность и отсутствие модульности. Эти решения по учету топлива — «коробочные», т.е. оборудование поставляется на условиях «как есть» — со стандартными для всех

покупателей функциями. Данные системы состоят из нескольких неразрывно связанных подсистем, не все из которых применяются на локомотивах предприятий промышленности.

В составе автоматизированного рабочего места АРМ БОРТ используется Web-приложение (сайт), предназначенное для контроля работы тепловозного парка по данным, полученным от АПК БОРТ. Сайт рассчитан на непрерывную круглосуточную работу в сети, поддерживающей протокол HTTP, функционирует на компьютере АРМ БОРТ в распределенной системе, по сети Интернет. Данные АПК БОРТ, получаемые по сети Интернет, по мере поступления обрабатываются, заносятся в базу данных и становятся доступными для пользователя через сайт по локальной сети или сети Интернет в виде Web-интерфейса.

Сайт позволяет контролировать режим работы силовой установки тепловоза и расход топлива, автоматически оценивать интегральные параметры тепловоза за выбранный интервал времени. При этом определяются удельные расходы топлива по отношению к пройденному пути и проделанной работе. Кроме того, сайт позволяет осуществлять допусковый контроль параметров локомотива (давления масла и топлива, наличие воды в баке и др.). При выходе параметра за установленный порог формируются предупредительные цветовые отметки в отчетах с расшифровкой несоответствия норме.

Главное меню сайта содержит пункты, в которых представляются отчеты по машинистам и локомотивам, удельным расходам, послеремонтному пробегу, текущему техническому состоянию парка тепловозов и др. В таблице «Диагностика состояния локомотива» выводятся рекомендации по результатам анализа технического состояния локомотива. Для экспорта результата в таблицу Excel необходим установленный на компьютере пользователя пакет Microsoft Office.

Пользователь может также выбрать пункты «Отчет о выполненной работе», «Отчет удельных расходов», «Отчет по расходу и эксплуатации». При выборе пункта главного меню «Справочник» на экран выводится окно выбора справочников и списков, которые можно посмотреть, выбирая пункты меню. Пользователи, у которых есть на это разрешение, могут редактировать списки машинистов и локомотивов.

При выборе пункта главного меню «Дислокация локомотива» на экран выводится окно со списком локомотивов, приписанных к депо, с отображением текущего состояния локомотива. Если нажать ссылку на заводском номере, то на экран выводится окно, позволяющее редактировать существующее или добавлять новое событие, под которым понимается изменение режима работы локомотива, влияющее на учет работы и расхода топлива тепловозом.

Предусмотрены пункты главного меню «Нормирование» (на экран выводится окно с пунктами меню, относящимися к нормированию), «Участки работ» (выводится окно со списком участков маневровой работы, который можно редактировать, удаляя ненужные и вводя новые участки работы). Можно выбрать также пункты «Нормы» (всплывает окно выбора даты, в котором после нажатия кнопки «Задание норм» открывается окно задания норм), «Отчеты» (выводится перечень справок по нормированию маневровой работы тепловозов, оборудованных АПК БОРТ). В перечень отчетов по нормированию маневровой работы входят: «Справка о содержании маршрута машиниста», «Справка о расходе ТЭР на локомотивах», «Справка о нормах», «Текущее состояние», «Смена пароля».

Регистратор РПДА-Т(ТМ) предназначен для автоматизированного сбора, регистрации и обработки информации о движении и работе локомотива (с системой передачи данных на сервер ОАО «РЖД») с целью мониторинга, учета работы и расхода топлива, диагностики технического состояния маневровых тепловозов серий ЧМЭЗ, ТЭМ2,

ТЭМ7А, ТЭМ9Н, ТЭМ9ТА, ТЭМ14, ТЭМ18ДМ и ТЭМ28, а также магистральных 2ТЭ10, ТЭП70, М62, 2ТЭ116, 2ТЭ25КМ и 3ТЭ25К2М.

Регистраторы параметров движения позволяют пакетно передавать данные по радиоканалу, определять географические координаты местоположения тепловоза. Предусмотрена встроенная диагностика работы его основных узлов, а также составляющих блоков и датчиков системы РПДА-Т. При нештатной ситуации на блоке регистрации визуально отображаются сообщения о критическом состоянии. Диагностические данные передаются на сервер ОАО «РЖД». Основные объекты диагностирования: дизель-генераторная уста-

новка, система охлаждения, масляная и топливная системы, электрические схемы и агрегаты, тормозная система, система РПДА.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) РПДА позволяет осуществлять допусковой контроль параметров локомотива (давление масла, давление топлива и др.). При выходе параметра за заданный порог формируются предупредительные цветовые отметки в отчетах. При этом дается расшифровка несоответствия норме, выдаются рекомендации (например, проверить сам датчик, целостность проводов, наличие контакта, заменить подозреваемый узел на исправный, выполнить настройку и др.).

Таблица 1

Сравнительная характеристика программного обеспечения систем учета топлива для тепловозов

Характеристики	Программный комплекс							
	«ЭМ-Топливо»	АРМ БОРТ + «Kontrol»	АРМ РПДА-Т	АСК-ВИС 2ВК	«АвтоГРАФ»	«Omnicom Online»	«Fort Monitor-3»	СКПРТ «Дельта-СУ/GPS»
	Производитель							
	ОАО «Электроме-ханника», г. Пенза	ОАО «НИИТКД», г. Омск	ЗАО «ОЦВ» и ВНИИЖТ, г. Москва	ООО «Техно-ВИС», г. Санкт-Петербург	ООО «ТехноКом», г. Челябинск	ООО «Омникомм Технологии», г. Москва	ООО «Форт-Телеком», г. Пермь	НПП «Днепро-техтранс», Украина
Защита от несанкционированного доступа (разграничение прав доступа)	+	+	—	+	+	+	+	+
Версии	Net, Web	Web, Net	Net	Net	Web, Net, Mobile	Web, Net, Mobile	Web, Mobile	Web, Net
Мониторинг в реальном времени	+	+	+	+	+	+	+	+
Каналы передачи данных	GPRS, GSM, USB	GPRS, GSM, WI-FI	USB	SMS, GPRS, GSM	SMS, GPRS, GSM, WI-FI	GPRS, GSM, WI-FI	SMS, GPRS, GSM	SMS, GPRS, GSM
Связь с машинистом	—	—	—	—	+	—	+	+
Построение маршрутов	—	—	+	+	+	+	+	—
Ввод грузов	+	—	—	—	—	—	+	—
Ввод видов работ	+	+	+	+	—	—	—	+
Формирование состава	+	—	—	—	—	—	—	—
Контроль состояния грузов	+	—	—	—	—	—	+	+
Картография	+	+	+	+	+	+	+	+
Мониторинг местоположения	+	+	—	+	+	+	+	+
Мониторинг пробега	+	+	+	+	+	+	+	+
Контроль состояния оборудования	+	+	+	+	+	+	+	+
Приход/расход топлива	+	+	+	+	+	+	+	+
Учет топлива на начало и конец поездки	+	—	—	—	+	—	+	—
Учет топлива в тяге и холостом ходу	+	+	+	+	—	—	—	+
Учет расхода топлива по видам работ	+	+	+	—	—	—	—	+
Нормирование расхода топлива	+	+	+	+	+	+	+	+
Расчет перерасхода/экономии топлива	+	+	+	+	—	—	—	+
Расход топлива по пройденному пути	+	+	+	+	+	+	+	+
Учет расхода топлива по геозонам (влияние рельефа)	+	—	—	—	+	+	+	—
Контроль нарушений скорости	+	+	+	+	+	+	+	+
Контроль отклонения от маршрута	—	—	—	—	+	+	+	—
Контроль нарушений расхода топлива (сливы)	+	+	+	+	+	+	—	+
Автоматические формы	+	—	—	—	+	+	—	—
Форматы отчетов	xls, вывод на печать. Любые форматы по запросу	xls, вывод на печать	xls, вывод на печать	Текстовый формат отчетов	txt, rtf, doc, ppt, xml, xls, odp, odt, ods, csv, dvbf, ole, tiif, png, jpeg, svg, html, pdf, печать	xls, xml, 1C, вывод на печать	pdf, xls, csv, печать	xls, вывод на печать
Конструктор отчетов	+	—	—	—	+	+	+	—

Местоположение тепловоза на карте определяется при установке программного обеспечения ООО «АВП Технологии» на сервер заказчика. Отчетная форма представляется в виде таблицы АРМ РПДА-Т «Показатели расхода топлива за смену», в которой красным цветом выделяется расход топлива не по назначению. На графике поездки тепловоза выводится красным цветом сигнал о расходе топлива не по назначению, местоположение тепловоза в момент слива топлива и его количество.

Программные комплексы «АвтоГРАФ», «Omnicom Online», «Fort Monitor-3» разрабатывались изначально для учета топлива на автомобильном транспорте. Такие системы устанавливаются, в основном, на локомотивах предприятий промышленности, которые имеют смешанный транспортный парк с преобладающим числом грузовых автомобилей. Преимущество данных систем состоит в том, что программное обеспечение может быть доработано по требованию заказчика, также может быть изменена комплектность оборудования.

Основной недостаток таких систем — невысокая точность. Она обусловлена использованием емкостных датчиков для измерения топлива. Такие датчики предназначены, в первую очередь,

для автомобильного транспорта. Измерение расхода топлива осуществляется без учета его фактической плотности, в литрах с последующим пересчетом в килограммах по заданной норме плотности топлива, что приводит к увеличению погрешности.

Помимо отмеченного, системы рассчитаны на использование в топливных баках малого объема. Главным образом, достаточно доступная цена делает их привлекательными для ППЖТ. Но, как показывает практика, применение таких систем на тепловозах ведет к повышенной погрешности измерения, а также вызывает значительные затраты на их ремонт.

Программный продукт «ЭМ-Топливо» и соответствующее бортовое оборудование (ОАО «Электромеханика», г. Пенза) были разработаны специально для локомотивов предприятий промышленности, являясь модульной системой, которая может быть выстроена с учетом необходимых заказчику функций. Применение в системе поплавковых магнитно-стрикционных датчиков с плотномером обуславливает высокую точность измерений.

Основное назначение систем учета топлива состоит в автоматизации контроля расхода топлива на локомотивах предприятий

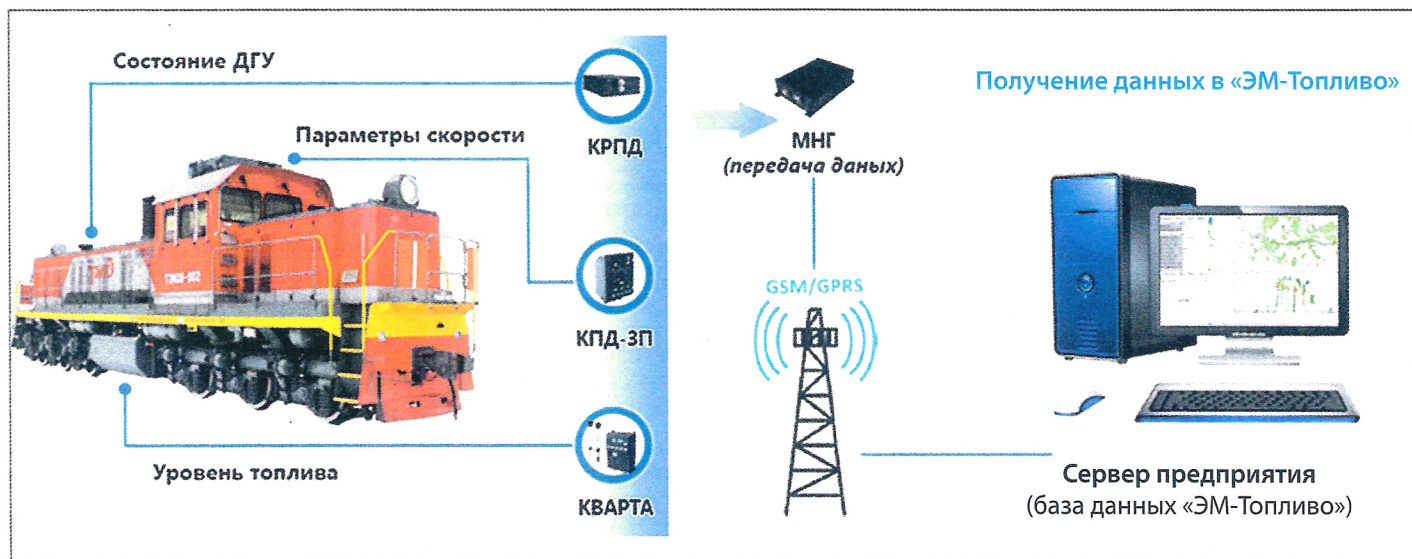


Рис. 1. Взаимодействие бортового оборудования КВАРТА и программного обеспечения «ЭМ-Топливо» для автоматического учета топлива

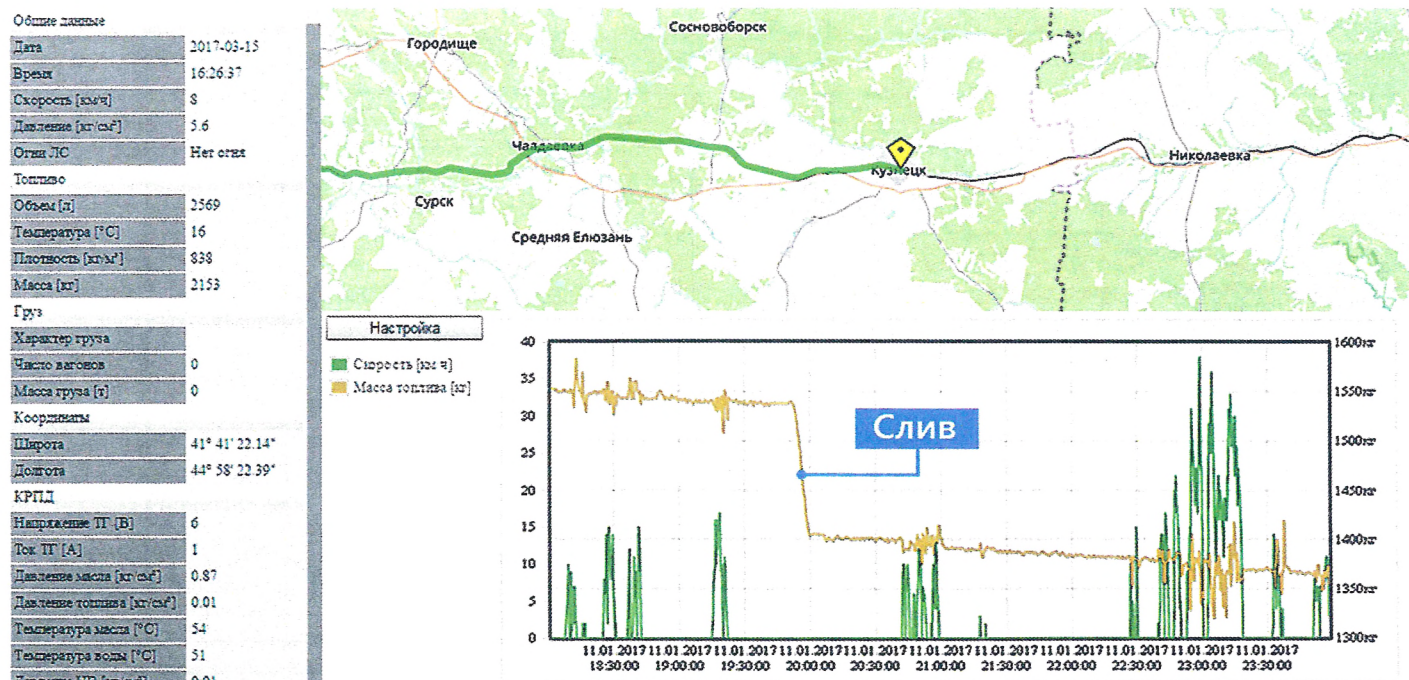


Рис. 2. Возможности ПО «ЭМ-Топливо» для оперативного контроля расхода дизельного топлива

Таблица 2

Маршрутный лист в «ЭМ-Топливо»

Остаток топлива на начало, кг	Выдано + доправка, кг	Слив, кг	Остаток топлива на конец, кг	Фактический расход, кг	Нормативный расход, кг	Экономия +/- перерасход, кг	Пробег, км	Простой			Холостой ход			Рабочий режим			Режим транспортирования		
								время, мин	норма, кг	факт, кг	время, мин	норма, кг	факт, кг	время, мин	норма, кг	факт, кг	время, мин	норма, кг	факт, кг
95	380	0	436	39	50	11	9,7	10	0		458	33	40,0	—	—	—	50	6	9,5

промышленности с учетом основных технологических этапов: складской учет топлива, экипировка и эксплуатация локомотива. Внедряемое программное обеспечение должно давать возможность сбора и обработки статистических данных о расходе топлива с целью разработки объективных норм. Желательно, чтобы при этом также учитывались выполняемые локомотивным парком технологические операции.

Одним из решений, которое учитывает особенности эксплуатации тепловозов предприятий промышленного железнодорожного транспорта, являются разработанные ОАО «Электромеханика» бортовое оборудование КВАРТА и программное обеспечение «ЭМ-Топливо». Взаимодействие бортового оборудования и программного обеспечения для автоматического учета топлива выстроено следующим образом (рис. 1).

① Комплекс КВАРТА обеспечивает непрерывное измерение температуры, плотности и количества топлива в баке локомотива. В отличие от уровнемеров (используются в автомобильных системах), которые рассчитывают количество топлива на основе излучаемых и принимаемых сигналов, поплавковые датчики в составе системы КВАРТА измеряют уровень топлива по принципу магнитострикции. Такие измерения не зависят от типа топлива (зимнее, летнее), примесей и формы бака, допуская погрешность всего 0,65 %.

② Комплексы серии КПД-ЗП осуществляют измерение, индикацию и регистрацию скорости, ускорения, пройденного пути, времени, другой скоростемерной информации

③ Основное влияние на расход топлива оказывает работа дизель-генераторной установки. Комплекс КРПД регистрирует и хранит параметры работы ДГУ, совместно с системой КВАРТА позволяет контролировать ее техническое состояние, выявляя ситуации, близкие к неисправности.

④ Модуль навигации и передачи данных (МНГ) позволяет по каналам сотовой связи осуществлять передачу на сервер пользователя в режиме реального времени информацию о координатах, параметрах движения и количестве топлива для обработки в программе «ЭМ-Топливо». При этом не обязательно оснащать локомотив всеми перечисленными комплексами. Модульный принцип построения системы позволяет формировать комплектацию, которая будет удовлетворять целям конкретного ППЖТ.

Программа «ЭМ-Топливо» работает на основе измерений бортового оборудования КВАРТА и КПД, выпускаемых ОАО «Электромеханика». При этом контролируются: текущие остатки топлива на складах и в баках локомотивов; расход топлива в каждой поездке и по каждой технологической операции; перерасход топлива, возникающий из-за применения необъективных норм. Кроме того, фиксируются: несанкционированный слив топлива из бака тепловоза как во время ТО, так и на маршруте; недолив топлива поставщиками; расход топлива по эксплуатируемому локомотивному парку (рис. 2).

Система «ЭМ-Топливо» состоит из двух программных продуктов: программы, которая устанавливается на компьютер для анализа собранных данных и автоматического учета топлива; on-line-сервиса для получения данных о работе локомотива в реальном времени. On-line-сервис отображает основные измерения бортовых систем, определяет сливы и простои техники с последующей отправкой SMS и e-mail сообщений

для оперативного реагирования. Местонахождение локомотива отображается на электронной карте, благодаря чему можно быстро и эффективно перераспределить работы при обнаружении простоя.

Компьютерная программа «ЭМ-Топливо» имеет широкую систему автоматических отчетов о расходе топлива по объему и массе (л, кг), по парку в целом и отдельно по машинисту, локомотиву и складу за выбранный период времени. Программа учитывает важные параметры, влияющие на расход топлива:

- ❖ нормативный и фактический расходы;
- ❖ режимы работы тепловоза (холостой ход, тяга, маневровые работы, прогрев и др.) и виды работ (груженный, порожний, подталкивание и др.) с последующим анализом фактического расхода топлива по каждому виду;
- ❖ массу перевезенного груза;
- ❖ рельеф местности (для этого производится разделение поездки по географическим зонам и установление фактического расхода топлива в каждой зоне) и др.

Пример формы отчета маршрутного листа в «ЭМ-Топливо» представлен в табл. 2.

Программа позволяет создавать любые формы отчетов в зависимости от запросов пользователей.

Опыт внедрения системы учета топлива на основе бортового оборудования и программного обеспечения «ЭМ-Топливо» производства ОАО «Электромеханика» показывает хорошие результаты. В частности, экономия дизельного топлива при этом может достигать 2,5 — 5,0 % от общего его потребления тепловозом

Таким образом, основой для снижения затрат на топливные ресурсы локомотивного парка являются оперативный контроль расхода топлива и точное нормирование, поэтому ППЖТ все чаще внедряют автоматизированные системы учета топлива. Выбирать систему учета следует исходя из поставленных задач, структуры транспортного парка, а также применяемого в нем оборудования. Относительно рассмотренной системы «ЭМ-Топливо» можно выделить следующие преимущества использования автоматического учета топлива на ППЖТ:

- ❖ сбор статистики по расходу топлива с учетом технологических операций и видов работ ДГУ локомотива позволяет более точно определить нормы расхода;
- ❖ использование объективных норм расхода топлива и предотвращение его несанкционированного использования сокращают затраты на эксплуатацию локомотивного парка;
- ❖ аналитика проводится как в целом по парку, так и по каждому машинисту, локомотиву и складу за любой период времени. Автоматический сбор данных облегчает работу управленческого персонала, повышая эффективность принятия решений;
- ❖ дополнительный контроль ДГУ позволяет снизить затраты на «горячий простой» и одиночное следование локомотива;
- ❖ повышается трудовая дисциплина локомотивных бригад и кладовщиков. Наличие «ЭМ-Топливо» способствует бережливому отношению к расходу топлива.

Опыт внедрения системы «ЭМ-Топливо» на ППЖТ показывает, что корректировка норм расхода дизельного топлива может обеспечить экономию расходов до 5,0 %.



АППАРАТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ И ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ ЭП1



Инж. А.А. ПОТАНИН,
Юго-Восточный учебный центр
профессиональных квалификаций,
г. Воронеж

Электромагнитные вентили броневых типа предназначены для дистанционного управления подачей сжатого воздуха в цилиндры пневматических приводов аппаратов и других устройств, использующих сжатый воздух. Обычно вентили являются составной частью аппарата, с которым он работает.

Вентиль (рис. 1) состоит из электромагнита и распределительной клапанной коробки. Сам электромагнит представляет собой катушку 8, залитую эпоксидным компаундом в стальной втулке (броне) 7, являющейся частью магнитопровода, а также сердечника 5, фланца 9 и якоря 10. Распределительная клапанная коробка изготовлена в виде пластмассового корпуса 4 с уплотнительными буртами по месту размещения впускного 2 и выпускного 6 клапанов. Они расположены на шпильке 3 в центральной части корпуса, которая жестко связана с якорем. Впускной клапан подпружинен выключающей пружиной 1 и имеет места для установки пробки 13 или штуцера. В корпусе имеется канал 5 для подвода воздуха в цилиндры приводов аппаратов.

При подаче питания на катушку 8 вентиль якорь 10 притягивается (ход — $0,5 \pm 0,1$ мм), преодолевая сопротивление пружины 1, закрывает выпускной клапан 6 и открывает впускной 2. Воздух поступает к приводу исполнительного механизма. При отключении катушки вентиль под действием пружины 1 впускной клапан 2 закрывается, прекращая подачу воздуха, а выпускной 6 открывается, выпуская воздух из привода в атмосферу.

Клапан токоприемника ЭВТ-4 изготовлен на базе электропневматического вентиля броневых типа и дополнен рядом деталей. Так, на воздухоподводящем штуцере 12 (рис. 2) установлен болт с фиксирующей гайкой 1, которым регулируют сечение подводящей трубки и, следовательно, темп подачи воздуха в пневмопривод токоприемника (время подъема). Под резиновым уплотнением выпускного клапана 10 размещен промежуточный дроссельный клапан 3, который прижимается пружиной 11. Ее усилие изменяют регулировочной втулкой 4.

При отключении катушки вентиль 5 под действием пружины впускной клапан 2 закрывается, прекращая подачу воздуха, а выпускной 10 — открывается, выпуская воздух из пневмоприво-

да токоприемника в атмосферу, и освобождает дроссельный клапан 3. Когда давление воздуха в пневмоприводе становится больше, чем давление пружины 4, открывается дроссельный клапан 3, и воздух из пневмопривода начнет выходить по двум путям. В результате произойдет быстрый отрыв токоприемника от контактного провода. После снижения давления воздуха в пневмоприводе дроссельный клапан закрывается, и оставшийся воздух будет выходить одним каналом, обеспечивая плавное опускание подвижных частей токоприемника. Время опускания токоприемника регулируют изменением затяжки пружины 11 сечением дроссельного клапана 3.

Электропневматический клапан КП-8 (рис. 3) предназначен для дистанционного управления работой тифона, свистка и подачи сжатого воздуха в форсунки песочниц электровоза. Клапан состоит из двух скрепленных корпусов — верхнего

5 и нижнего 2. В корпусе 2 установлен поршень 4, уплотненный манжетой 3. В верхнем корпусе 5 размещен шток 6, нагруженный пружиной 8 и уплотненный втулкой 7. Снизу шток уплотнен манжетой 12, расположенной на шайбе 13.

При включении вентиля 10 сжатый воздух поступает под поршень 4, который перемещается вверх вместе со штоком 6, и резиновая втулка 7 открывает канал, соединяющий питающую магистраль с потребителем. Когда вентиль выключается, шток 6 под действием пружины 8 садится на место и резиновой втулкой 7 перекрывает подачу воздуха.

Клапан токоприемника КТ-20-02 использует для управления токоприемником электровоза ЭП1М и регулирования его времени опускания. Конструктивно он, в целом, подобен клапану КП-8,

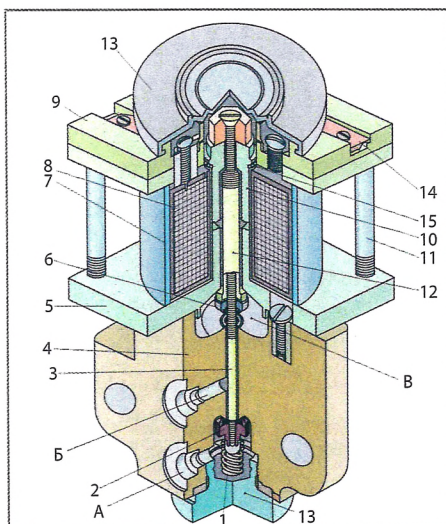


Рис. 1. Электромагнитные вентили броневых типа:
1 — выключающая пружина; 2 — впускной клапан; 3 — шпилька; 4 — корпус; 5 — сердечник; 6 — выпускной клапан; 7 — стальная втулка; 8 — катушка; 9 — фланец; 10 — якорь; 11 — шпилька; 12 — регулировочный винт; 13 — пробка; 14 — выводы; 15 — катушка

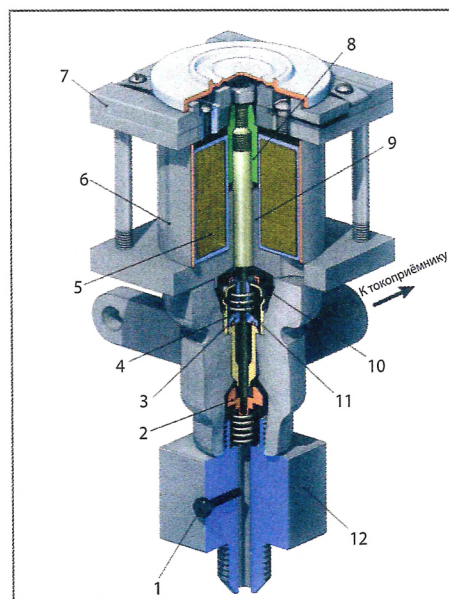


Рис. 2. Клапан токоприемника ЭВТ-4:
1 — болт с фиксирующей гайкой; 2 — впускной клапан; 3 — дроссельный клапан; 4 — регулировочная втулка; 5 — катушка; 6 — стальная втулка; 7 — фланец; 8 — якорь; 9 — сердечник; 10 — выпускной клапан; 11 — пружина; 12 — воздухоподводящий штуцер

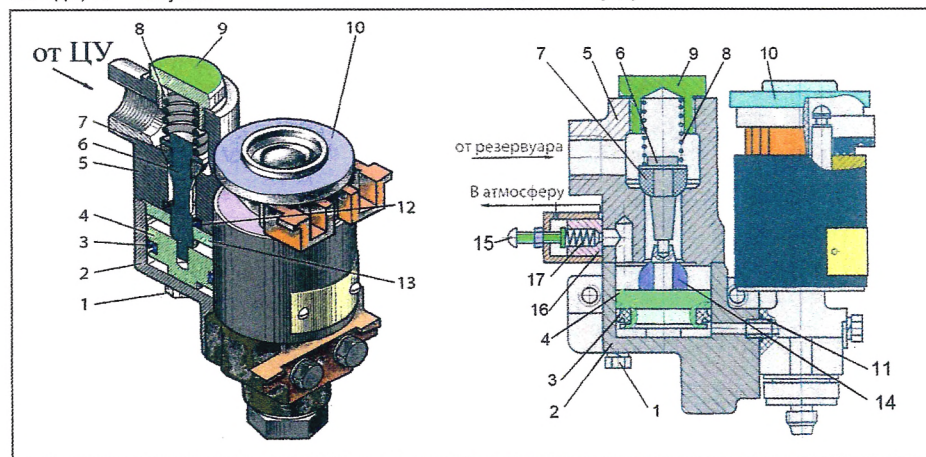


Рис. 3. Электропневматические клапаны КП-8 и КТ-20-02:
1 — болт; 2 — нижний корпус; 3 — манжета; 4 — поршень; 5 — верхний корпус; 6 — шток; 7 — резиновая втулка; 8 — пружина; 9 — пробка; 10 — вентиль; 11 — резиновое кольцо; 12 — манжета; 13 — шайба; 14 — втулка; 15 — винт; 16 — клапан; 17 — пружина



но дополнен втулкой 14, которая открывает канал выхода воздуха в атмосферу из пневмопривода токоприемника и винтом 15. Последний может изменять пропускное сечение выходного отверстия клапана 16 путем регулирования затяжки пружины 17.

Вентиль защиты ВЗ-6 (рис. 4) предназначен для блокирования входа в высоковольтную камеру, т.е. обеспечения безопасности обслуживания электровоза. Пневмоприбор состоит из двух электропневматических вентилей 3 (второй на рисунке не показан), закрепленных на кронштейне с переключающим клапаном 11.

Вентиль оборудован рычагом ручного включения 13. В кронштейне расположены каналы: нижний 9, через который подводится воздух к вентилем, и верхний, в который запрессованы латунные втулки 10. Между ними установлен переключающий клапан 11 с резиновыми уплотнениями.

При подаче питания на любой из вентилей устройство включается и пропускает воздух, перемещающий переключающий клапан к пневмоблокировке штор высоковольтной камеры (ВВК). Они фиксируют шторы ВВК вышедшими штоками в закрытом положении. Только в этом случае воздух подойдет к клапану токоприемника. При обесточивании обоих вентилей вентиль защиты выключается.

Блокировочное устройство БУ-01 (рис. 5) предотвращает доступ в ВВК при поднятом токоприемнике, когда неисправна одна из пневматических блокировок штор ВВК. Блокировочное устройство представляет собой кулачковый переключатель, закрытый кожухом. Состоит из следующих частей: вертикального вала 6 с кулачком 2, блокировочным контактом 1, рукояткой 7 для поворота вала в одно из двух положений, а также двух замков из валиков 3 и ключей 10, плоских пружин 4 и 9 для фиксации валиков замков, рукоятки кулачкового вала в крайних положениях.

Вертикальный вал 6 и валики 3 с ключами 10 взаимно заблокированы так, что поворот кулачкового вала в положение «Реле давления зашунтировано» невозможен до тех пор, пока оба ключа не будут вставлены в валики и повернуты на 90°. Если кулачковый вал находится в означенном положении, то при отсутствии одного из ключей повернуть и вынуть второй ключ невозможно, невозможно также поворот самого вала.

Указанными ключами пользуются в случае неисправности одной из пневматических блокировок штор ВВК, так как подъем токоприемника возможен только в положении «Реле давления зашунтировано».

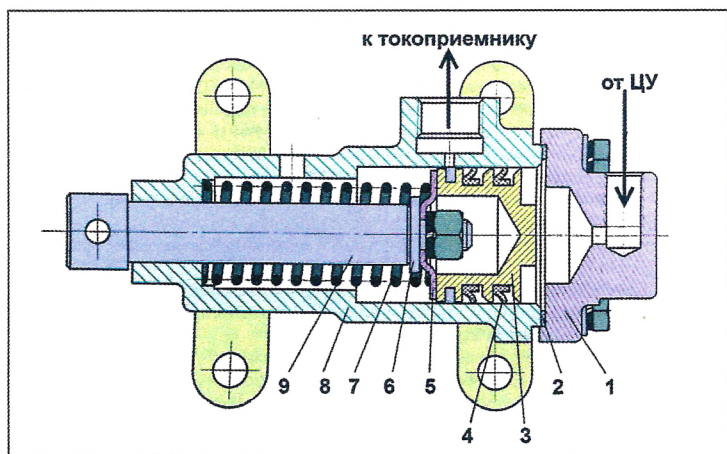


Рис. 6. Пневматическая блокировка ПБ-3:

1 — крышка; 2 — прокладка; 3 — поршень; 4 — резиновая манжета; 5, 6 — шайбы; 7 — пружина; 8 — корпус; 9 — шток

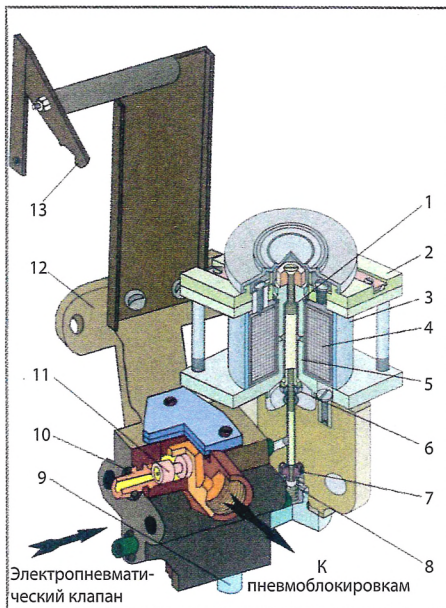


Рис. 4. Вентиль защиты ВЗ-6:

1 — якорь; 2 — фланец; 3 — электропневматический вентиль; 4 — катушка; 5 — сердечник; 6 — выпускной клапан; 7 — впускной клапан; 8 — выключающая пружина; 9 — воздухоподводящая трубка; 10 — латунная втулка; 11 — переключающий клапан; 12 — кронштейн; 13 — рычаг принудительного включения

Пневматическая блокировка ПБ-3 (рис. 6) предназначена для блокирования штор высоковольтной камеры в закрытом положении. Она состоит из чугунного корпуса 8, в котором расположен цилиндр с поршнем 3, штоком 9 и возвращающей пружиной 7. Поршень 3 уплотнен двумя резиновыми манжетами 4. Цилиндр закрыт крышкой 1 и уплотнен прокладкой 2.

Сжатый воздух от цепей управления поступает через крышку 1 под поршень 3. Поршень, преодолевая сопротивление пружины 7, перемещает шток 8, блокируя тем самым шторы ВВК в закрытом положении. При этом манжеты 4 освобождают путь воздуха к токоприемнику.

АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ

Реле максимального тока (РМТ) с трансформатором тока ТПОФ-25 (рис. 7). Трансформатор тока в комплекте с реле максимального тока и главным вы-

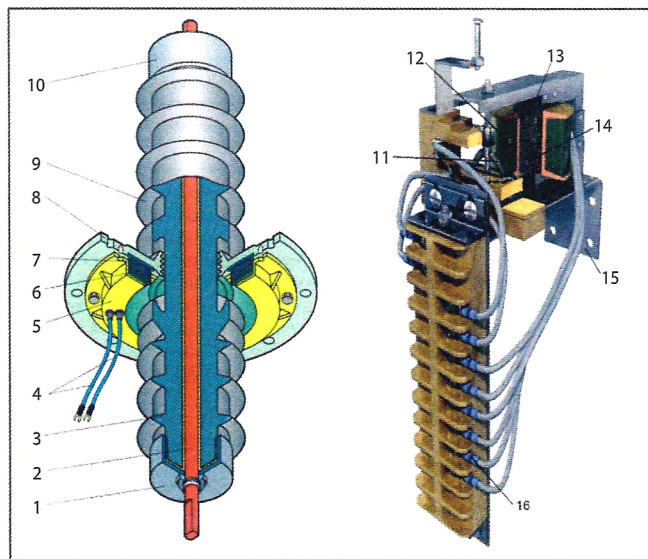


Рис. 7. Трансформатор тока, реле максимального тока:

1, 5, 10 — крышки; 2 — стержень; 3, 9 — изоляторы; 4 — выводы вторичной обмотки; 6 — шихтованный сердечник; 7 — изоляционная прокладка; 8 — фланец; 11 — контакты; 12 — секционированная катушка; 13 — якорь; 14 — сердечник; 15 — кронштейн; 16 — рейка зажимов

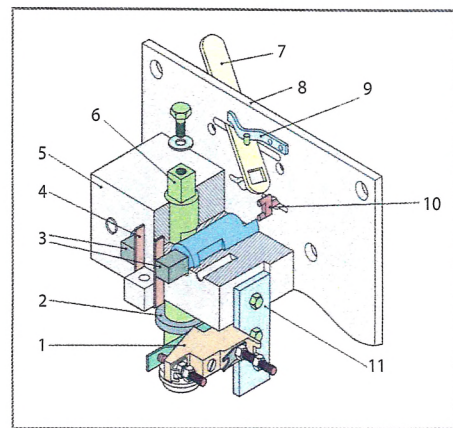


Рис. 5. Блокировочное устройство БУ-01:

1 — блокировка; 2 — кулачок; 3 — горизонтальные валики; 4, 9 — пружины; 5 — корпус; 6 — вертикальный вал; 7 — рукоятка; 8 — плита; 10 — ключ; 11 — рейка

ключателем предназначен для автоматического отключения высоковольтной цепи электровоза при перегрузках и коротких замыканиях, а также служит высоковольтным вводом цепи 25 кВ в кузов электровоза. Трансформатор тока (главный ввод) установлен на электровозах переменного тока разных серий. При протекании тока по стержню 2 (первичная обмотка) во вторичной обмотке наводится электродвижущая сила. Выводы вторичной обмотки 4 подсоединены к рейке зажимов реле максимального тока (к выводам В1, В2 секционированной катушки реле). В зависимости от вида подсоединения можно менять ток уставки защиты. РМТ отрегулировано на ток срабатывания 450 А (при прохождении тока по стержню ТТ). При этом по катушке 12 будет протекать ток, создающий достаточное магнитное поле, которое притянет якорь 13 к сердечнику 14, и контакты 11 реле переключатся.

Реле перегрузки (токовое) служат для защиты силовых и вспомогательных цепей электровоза от перегрузок и коротких замыканий. Все реле перегрузки (рис. 8) максимально унифицированы. При протекании через шину 1 тока, превышающего ток уставки, создается магнитное поле, якорь 6 преодолевает сопротивление отключающей пружины

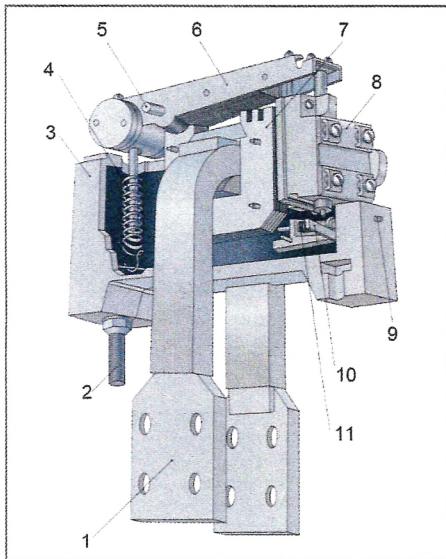


Рис. 8. Реле перегрузки (токовое):

1 — шина; 2 — болт; 3 — боковина; 4 — отключающая пружина; 5 — ось; 6 — якорь; 7 — шихтованный сердечник; 8 — блокировочные контакты; 9 — указатель срабатывания; 10 — защелка указателя; 11 — пружина защелки

4, притягивается к сердечнику 7. При этом переключаются блокировочные контакты 8, защелка 10 высвобождает выскакивающий указатель срабатывания 9.

Тепловые реле ТРТ (рис. 9) предназначены защищать двигатели переменного тока привода вспомогательных машин от перегрузок и коротких замыканий. ТРТ всех вспомогательных машин име-

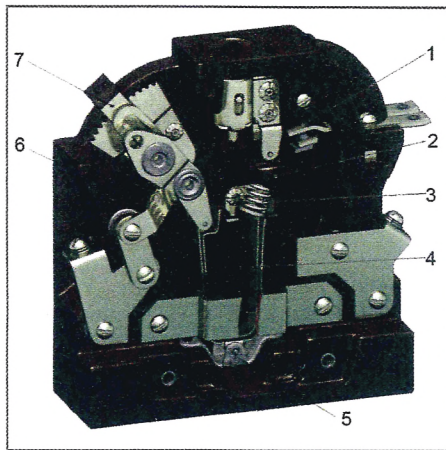


Рис. 9. Тепловые реле ТРТ:

1 — неподвижные контакты; 2 — изоляционная колодка; 3 — пружина; 4 — биметаллическая пластина; 5 — ось; 6 — корпус; 7 — рычаг механизма уставки

ют одинаковое устройство. В корпусе 6 установлена на оси 5 U-образная биметаллическая пластина 4. Ее один конец соединен с рычагом 7 механизма уставки, на другой установлена пружина 3, которая опирается на изоляционную колодку 2. На последней расположены подвижные контакты (неподвижные контакты 1 находятся в корпусе).

По биметаллической пластине 4 протекает часть тока нагрузки защищаемой машины, пропорциональная нагрузке. Если он превышает ток уставки, то биметаллическая пластина нагревается, ее свободный конец перемещается, размыкает блокировочные контакты 1, которые отключают контактор защищаемой машины, и машина оста-

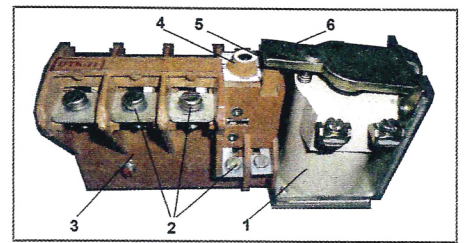


Рис. 10. Электротепловое токовое реле:

1 — электромагнит; 2 — выводы; 3 — электротепловое реле; 4 — регулировочный резистор; 5 — кнопка; 6 — якорь

навливается. Через 1... 2 мин ТРТ остывает, блокировочные контакты замыкаются, и реле самовосстанавливается.

Ток срабатывания ТРТ регулируют с помощью рычага 7 механизма уставки путем изменения натяга биметаллической пластины. При изменении температуры окружающей среды на каждые 10°С ток уставки отклоняется на 3,5 %. Поэтому зимой ТРТ регулируют на минус 3° летом — на плюс 3°, весной и осенью — на ноль.

Электротепловые токовые реле РТТ-85 с дистанционным возвратом (рис. 10) защищают трехфазные электродвигатели от токовых нагрузок недопустимой продолжительности. Устройства состоят из двух частей: электротеплового реле 3 и устройства дистанционного возврата из электромагнита 1 и якоря 6, который воздействует на кнопку возврата реле 5. При прохождении большого тока недопустимой продолжительности биметаллические пластины изгибаются, и контакты размыкаются. Для возврата реле в рабочее положение необходимо подать ток на катушку реле.

ТЕПЛОВОЗ 2ТЭ25КМ: ЦЕПИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА

Для включения системы возбуждения тягового генератора необходимо включить автоматический выключатель «Возбуждение», расположенный на пульте управления. В дальнейшем данный выключатель можно не выключать — в этом случае возбуждение тягового генератора будет происходить автоматически после запуска дизеля.

При включении данного выключателя происходит подключение цепи питания обмотки возбуждения возбуждителя G2 через регулировочные резисторы (см. рисунок). Ток обмотки возбуждения при этом должен составлять 7 А (регулируется резисторами R26 и R27). Для контроля тока возбуждения в цепи обмотки установлен шунт RS1, значение тока отображается на дисплее пульта управления машиниста на экране «Возбуждение генератора».

Устройство обработки информации (УОИ), получив сигнал о включении автоматического выключателя «Возбуждение» (по проводу 5817 на контакт X8:17) включает контактор KM2 и начинает плавно открывать тиристоры (+T, -T) в выпрямителе A2.1 (управление производится по кабелю 15). После подачи питания на обмотку возбуждения возбуждителя на его обмотках появляется переменное напряжение, которое через предохранитель ПР1 (160 А) поступает на вход выпрямителя A2.1. Выпрямленное постоянное напряжение с выхода выпрямителя A2.1 (+) поступает на обмотку возбуждения тягового генератора G1 по следующей цепи в первый полупериод: ПУ → KM2 → QS4 (рабочее положение P7-P6) → R26 → R27 → RS1 → возбуждитель G2 → QS4 (рабочее положение P4-P2) → T1 (трансформатор коррекции) → вход «~1» выпрямителя A2.1 → тиристор +T → диод → выход «+» → RS2 → G1 → выход «-» → диод → выход «~2» → ПР1 → G2. Во второй полупериод питание G1 происходит аналогично, только в обратном направлении от клеммы U2 к клемме U1 синхронного возбуждителя.

Для контроля за возбуждением генератора в УОИ поступает следующая информация:

- напряжение каждой звезды на выходе генератора (фиксируется значение выпрямленного постоянного напряжения);
- переменное трехфазное напряжение преобразуется в постоянное выпрямителями UZ2, UZ3 (измеряется датчиками напряжения U9, Ш0);
- ток в обмотке возбуждения вспомогательного генератора (сигнал снимается с шунта RS2 при помощи датчика тока Ш8);
- угол открытия тириستоров в выпрямителе A2.1.

Данные параметры отображаются на экране «Возбуждение генератора» дисплея машиниста.

Включать автоматический выключатель «Возбуждение» допускается на любой позиции контроллера, однако рекомендуется данную операцию выполнять при холостых оборотах дизеля.

На тепловозе 2ТЭ25КМ предусмотрен режим аварийного возбуждения тягового генератора. Для перевода системы возбуждения в аварийный режим работы необходимо при остановленном дизеле (или при работе дизеля на нулевой позиции контроллера машиниста) и отключенном автоматическом выключателе «Возбуждение» переключить рубильник QS4 из положения «Рабочее» в положение «Аварийное».

После включения автоматического выключателя «Возбуждение» и включения контактора KM2 выполняется подключение цепи питания обмотки возбуждения возбуждителя G2 через блок регулировочных резисторов R25 — R27. Ток обмотки возбуждения при этом должен составлять 2 А (регулируется резистором R25).

После подачи питания на обмотку возбуждения возбуждителя на его обмотках появляется напряжение, которое через предохранитель ПР1 (160 А) поступает на вход выпрямителя A2.1. После переключения рубильника QS4 переменное напряжение с выхода возбуждителя будет поступать на диодные неуправляемые модули в выпрямителе A2.1, минуя управляемые тиристоры. После этого выпрямленное постоянное напряжение поступает на обмотку возбуждения тягового генератора по следующей цепи: ПУ → KM2 → QS4 (аварийное положение P7-P5) → K1 → ВУ1 → RS1 → возбуждитель G2 (напряжение питания G2 будет ограничиваться резисторами R25, R26, R27) → QS4 (аварийное положение P4-P3) → диод → выход «+» → RS2 → G1 → выход «-» → диод → выход «~2» → ПР1 → G2. Во второй полупериод питание G1 аналогично в обратном направлении.

Также при переключении рубильника QS4 выполняется подача питания на реле K1, сигнал с которого поступает в УОИ (по проводу 5614 на контакт X6:14). При этом УОИ регистрирует режим аварийного возбуждения и не выполняет управление тиристорами в выпрямителе A2.

В данном режиме возбуждение тягового генератора на каждой позиции контроллера (а, следовательно, и мощность, отдаваемая на тягу) фиксировано, поэтому тяговая характеристика тепловоза получается более жесткая.

Для более плавного трогания тепловоза на аварийном возбуждении в схему включен контактор KM3, который до 4-й позиции находится в отключенном состоянии. В схему возбуждения полностью включено сопротивление R25, ограничивающее ток возбуждения. Начиная с 4-й позиции контроллера машиниста, контактор KM3 включается и выводит из схемы часть токоограничивающего сопротивления R25, и возбуждение G2 увеличивается.

С.В. ТИМОФЕЕВ,

преподаватель Саратовского подразделения Приволжского учебного центра профессиональных квалификаций





ЦЕПИ ЗАПУСКА АСИНХРОННОГО ФАЗОРАСЩЕПИТЕЛЯ НА ЭЛЕКТРОПОЕЗДАХ ЭД9Э



Т.И. ПРОСКУРЯКОВА, Е.В. СЫЧЁВ,
преподаватели Юго-Восточного учебного центра
профессиональных квалификаций, г. Воронеж

При включении аккумуляторной батареи начинается протекать ток по цепи: провод 15 → автоматический выключатель QF7 «Питание 110 В» → провод 15Н → переключатель системы питания (ПСП) SA1.3 в положении «Нормально» → провод 15НА → контакты КК10.2 теплового реле TP10 → провод 15ДА → контакты КК9.2 теплового реле TP9 → провод 15Д → ячейка а4 блока защиты расщепителя фаз UI.

После включения высоковольтного выключателя от вывода X1 главного трансформатора ток протекает по цепи: провод 62Ф → контакты QF1 «Питание 220 В, 50 Гц АРФ» → провод 62С, выключатель QF4 «Питание 220 В» → провод 62К → ячейка с5 блока UI «Питание 220 В» → ячейка с4 → провод 61 → вывод 01 главного трансформатора. Через 1... 2 с замыкается контакт реле К2 (внутри блока UI) между ячейками а4, а2.

После этого ток протекает от провода 15 через выключатель QF7 «Питание 110 В» по цепи: провод 15Н → переключатель SA1.3 ПСП в положении «Нормально» → провод 15НА → контакты теплового реле КК10.2 TP10 → провод 15ДА → контакты реле TP9 → провод 15Д → ячейка а4 → контакты реле К2 → ячейка а2 блока UI → провод 15Г → катушка реле К2.1 ПКР → провод 30. Реле включается, и замыкаются контакты КР в цепи катушки контактора КМ1.1 и 61ШГ-61ШД (К2.2).

Создается цепь питания блока БУС напряжением 220 В: вывод X2 главного трансформатора → провод 62Ю → контакты выключателя QF1 «Питание 220 В, 50 Гц АРФ» → провод 62Ш → ячейка А3 → ячейка А6 блока БУС → провод 61Ш → контакты переключателя SA1.1 ПСП в положении «Нормально» → провод 61ШГ → блокировка К2.2 ПКР → провод 61ШД

→ выключатель QF6 «Питание БУС» → провод 61 → вывод 01 главного трансформатора. Блок начинает стабилизировать напряжение 220 В.

На катушку КМ1.1 КР подается питание по цепи: провод 15 → выключатель QF7 «Питание 110 В» → провод 15Н → SA1.3 ПСП в положении «Нормально» → провод 15НА → контакты теплового реле TP10 → провод 15ДА → контакт теплового реле TP9 → провод 15Д → замыкающийся контакт ПКР → провод 15ГА → катушка КМ1.1 КР, провод 30. Контактор включается.

Замыкаются блокировочные контакты КМ1.4 КР в цепи катушки контактора КМ1.2 (КС), и готовится цепь на включение контактора КМ1.2 КС. Размыкается блокировочный контакт 15РБ-15РА КМ1.2 КР между проводами ячейки с6, с7 блока UI. Начинается отсчет времени 3... 3,5 с на запуск асинхронного расщепителя фаз. Замыкается силовой контакт КМ1.1 КР, подается питание на обмотки расщепителя.

Рассмотрим схему питания обмоток расщепителя фаз.

Первый полупериод — вывод X2 главного трансформатора → провод 62Ю → главный выключатель QF1 «Питание 220 В, 50 Гц АРФ» → провод 62Ш → тиристор VS2 → провод 62Э → шина питания провода 62 в положении «Нормально» → провод 62Я → трансформатор ТА8 → провод 62ИБ → контакт теплового реле TP9 → провод 62ИА → силовой контакт контактора КМ1.1 КР. Далее ток протекает по двум параллельным цепям:

① контакт КК10.1 теплового реле TP10 → провод 62ЕИ → диод VD2 → провод 62Р → резистор R7 → провод 62Ц → блокировка К1.4 реле ПНФ → провод 62Е → управляющий электрод тиристора VS4. Тиристор открывается, и питание поступает на пусковую обмотку асинхронного расщепителя фаз: контакт КК10.1 TP10 → тиристор VS4 → пусковой резистор R13 → провод 63Д → пусковая обмотка С2 → нулевая точка обмотки → двигательная обмотка С3 → провод 61 → вывод 01 главного трансформатора;

② силовой контакт КМ1.1 КР → провод 62И → двигательная обмотка С1 → нулевая точка → двигательная обмотка С3 → провод 61 → вывод 01 главного трансформатора.

Второй полупериод — вывод 01 → провод 61 → двигательная обмотка С3 → нулевая точка. В этом месте цепь разветвляется на два участка:

① двигательная обмотка С1 → провод 62И → силовой контакт КР;

② часть обмотки С2 → провод 63Д → пусковой резистор R13 → диод VD1 → контакт К1.4 реле ПНФ → провод 62Ц → резистор R7 → управляющий электрод тиристора VS3.

Тиристор открывается, и создается цепь: пусковой резистор R13 → тиристор VS3 → провод 62ИЕ → контакт КК10.1 реле TP10 → провод 62И → силовой контакт контактора КМ1.1 КР → провод 62ИА → контакт КК9.1 TP9 → провод 62ИБ → трансформатор тока ТА8 → провод 62Я → шина питания провода 62 в положении «Нормально» → провод 62Э → тиристор VS1 → провод 62Ш → выключатель QF1 «Питание 220 В, 50 Гц АРФ» → провод 62Ю → вывод X2 главного трансформатора.

С увеличением частоты вращения ротора напряжение на обмотке С3 возрастает до 105... 115 В (величина напряжения контролируется по цепи: ячейка с2 → провод 63Ц → блокировочный контакт КМ2.4 контактора КС → провод 63 → обмотка С2 → нулевая точка → провод 63Ф → ячейка с3). Замыкаются контакты реле К1 между ячейками а2, а3.

Подается питание на катушку реле К3.1 ПНФ1 по цепи: ячейка а3 → провод 15НВ → катушка реле К3.1 ПНФ1 → провод 30. Реле К3.1 включается и через замкнутый контакт К3.2 реле ПНФ1 встает на самопитание от провода 15Г: замкнутый контакт К1.1 в цепи катушки ПНФ → блокировка К1.1 реле ПНФ1 → провод 15НД → катушка КР → провод 30.

Реле ПНФ включается, размыкается контакт К1.3 ПНФ в цепи провода 34 (гаснет светодиод «Напряжение сети» на пульте машиниста), замыкается контакт К1.5 ПНФ в цепи провода 28. Катушка контактора КМ2.1 КС получает питание по цепи: провод 15 → выключатель QF7 «Питание 110 В» → провод 15Н → переключатель систем питания SA1.3 ПСП в положении «Нормально» → провод 15НА → блокировка К1.5 реле ПНФ → провод 28 → блокировочный контакт контактора КМ1.4 КР → провод 28А → катушка контактора КМ2.1 КС, провод 30.

Контактор КС включается и замыкает блокировочный контакт 15РБ-15РА между ячейками с6, с7 блока UI. Тем самым прекращается отсчет времени 3... 3,5 с на запуск фазорасщепителя. Размыкается блокировочный контакт КМ2.3 КС в цепи контроля напряжения генераторной фазы между ячейками с2, с3, замыкается силовой контакт 62Э-62 контактора КМ2.1 КС. После запуска расщепителя на провод 62 подается стабилизированное тиристорами VS1, VS2 напряжение 220 В от блока БУС.



ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ ЧС

Соединение колесных пар с рамой тележки конструктивно выполнено в виде буксовых узлов, которые предназначены для передачи вертикальной нагрузки от веса локомотива на колесные пары, а от колесных пар — сил тяги и торможения, боковых горизонтальных усилий на рамы тележек.

Буксовый узел включает в себя следующие основные элементы:

1 устройства продольного и поперечного соединений буксы с рамой экипажа;

2 подшипниковый узел, обеспечивающий механическую связь невращающихся конструкций экипажа с вращающейся колесной парой. В него входят собственно подшипники (на современных локомотивах — подшипники качения) и несущий корпус буксы с крышками и уплотняющими устройствами, служащий как для передачи сил на подшипники, так и для предотвращения попадания в них различных загрязнений. На корпусе буксы предусмотрены заземляющие (токосъемные) элементы и крепления для узлов, через которые реализована силовая связь колесной пары с рамой экипажа;

3 упругий элемент вертикальной связи, через который экипаж опирается на буксу (так называемая буксовая ступень рессорного подвешивания). В качестве упругого элемента могут использовать витые пружины, листовые рессоры, резинометаллические или пневматические упругие элементы.

В конструкции современного тягового подвижного состава применяют несколько типов буксовых узлов. Рассмотрим их более подробно.

ЧЕЛЮСТНОЙ БУКСОВЫЙ УЗЕЛ

Одной из первых конструкций буксового узла, в котором использовали поступательную пару с плоскими направляющими, является так называемый челюстной буксовый узел (как пример его установки, можно упомянуть моторные вагоны электропоезда ЭР2).

Данная конструкция узла имеет ряд существенных недостатков: наличие поверхностного трения буксовых направляющих, необходимость их постоянного смазывания, быстрый износ соприкасающихся поверхностей, рост продольных и поперечных зазоров. Поэтому подобную конструкцию не применяют на современных сериях подвижного состава.

ПОВОДКОВЫЕ БУКСОВЫЕ УЗЛЫ

Массовое применение шарнирно-поводковых механизмов в данных узлах началось после создания резинометаллических шарниров (сайлент-блоков). Они позволили избавиться от поверхностного трения и связанных с ним износов. Первоначально буксовые узлы с поводками применили на отечественных грузовых электровозах серии ВЛ. Среди чехословацких локомотивов подобную конструкцию внедрили на локомотивах ЧС4. Буксовая ступень рессорного подвешивания состоит из витых однорядных пружин 1 и 7 (рис. 1), поводков 2 и 9, соединяющих корпус буксы 10 и раму тележки 4. Балансир 8 симметричен и в средней части валиком 11 закреплен в вилке корпуса буксы.

Упругие перемещения буксы относительно рамы тележки ограничены жесткими упорами 3 и 5. Вертикальные колебания рамы тележки, возникающие в движении, подавляет гидравлический гаситель 12. Съемную коробку 6 устанавливают, чтобы не ослаблять сечение боковины рамы тележки отверстием под шток в нижнем горизонтальном листе, необходимом для установки пружины непосредственно на боковину.

УЗЛЫ С НЕСООСНЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ НАПРАВЛЯЮЩИМИ

Этот вид буксовых узлов внедрен на электровозах ЧС2К, ЧС6, ЧС7, ЧС8, ЧС200. Так, на электровозе ЧС2К имеются два шпинтона

1 (рис. 2), запрессованные в цилиндрические посадочные места литого основания 11. Шпинтоны закреплены гайками 10. Рабочая цилиндрическая поверхность детали свободно, с минимальными зазорами входит в бронзовый стакан 5, являющийся одновременно скользящей втулкой и резервуаром жидкой смазки для трущейся пары. Стакан связан с приливом буксы с помощью цилиндрического резинометаллического блока 2. Для герметизации трущейся пары стакан соединен с буртом шпинтона пыленепроницаемым чехлом 9.

Вертикальная нагрузка на буксу передается через нижнюю листовую рессору 7 и рессорные серьги 6. Последовательно с рессорой включены витые буксовые пружины 3, опирающиеся на нее призматическими опорами 4. Для смазки пары трения «втулка в корпусе буксы — серьга 6» используют смазочный канал, закрытый фитингом 8.

При проходе односторонней вертикальной неровности ось колесной пары поворачивается относительно рамы тележки и буксовых направляющих в плоскости, поперечной пути. Применение сферических буксовых подшипников предотвращает защемления роликов в этой ситуации.

На электровозе ЧС7 применен буксовый узел с несоосными цилиндрическими направляющими при пружинном подвешивании (рис. 3). Конструктивно (рис. 4) в данном узле крылья буксы не только несут резинометаллические втулки 5, но и воспринимают горизонтальные силы при движении локомотива. Кроме того, на них опираются пружины буксовой ступени рессорного подвешивания.

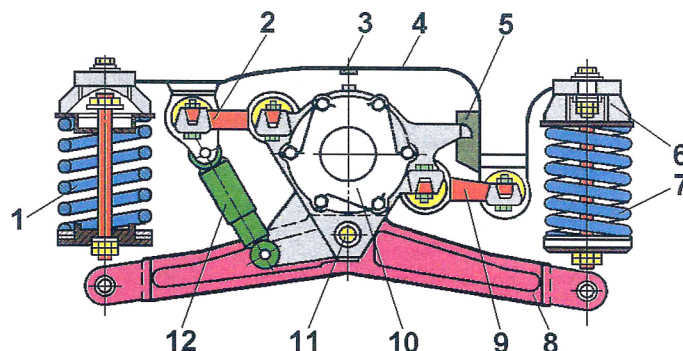


Рис. 1. Буксовый узел электровоза ЧС4Т:

1, 7 — пружины; 2, 9 — тяговые поводки; 3, 5 — упор; 4 — рама тележки; 6 — коробка; 8 — балансир; 10 — букса; 11 — валик; 12 — гидравлический гаситель

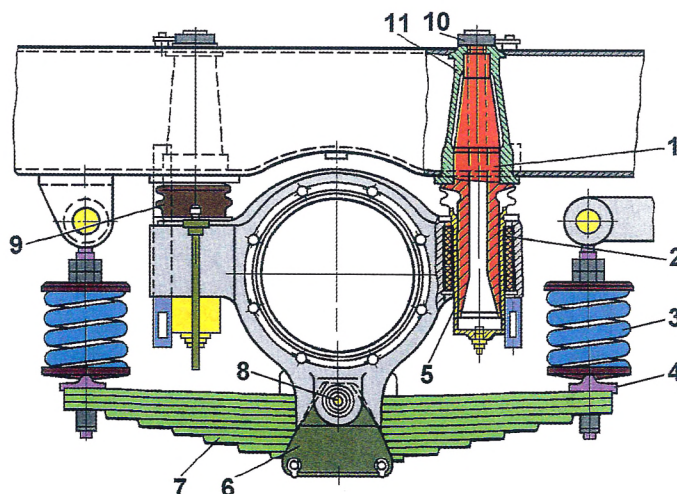


Рис. 2. Буксовый узел электровоза ЧС2К:

1 — направляющая буксы (шпинтон); 2 — резинометаллический блок; 3 — буксовые пружины; 4 — опора; 5 — стакан; 6 — серьга рессоры; 7 — листовая рессора; 8 — фитинг; 9 — чехол; 10 — гайка; 11 — литое основание

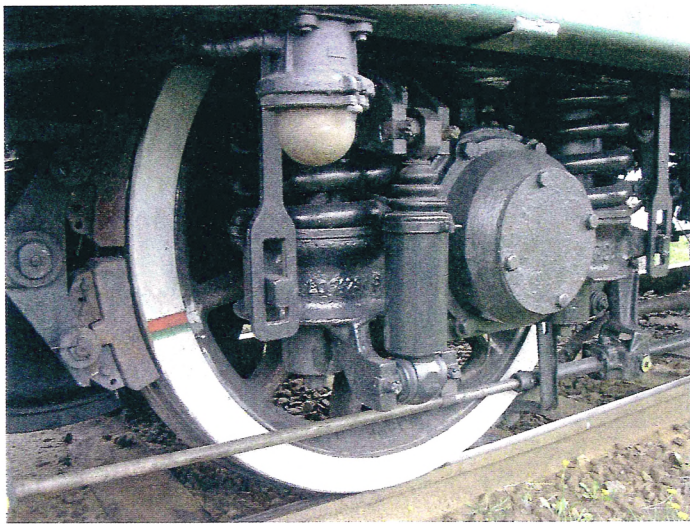


Рис. 3. Буксовый узел электровоза ЧС7

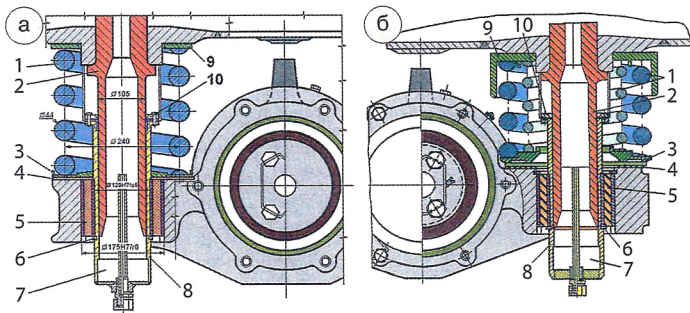


Рис. 4. Конструкция буксовых узлов ЧС7 с одновитковыми (а) и двойными буксовыми пружинами (б):

1 — буксовые пружины; 2 — шпнтон; 3 — поддон; 4 — резиновая шайба; 5 — резинометаллический блок; 6 — опорное кольцо; 7 — полость для масла; 8 — стакан; 9 — верхняя опорная чашка; 10 — сальниковое устройство

Комплект из двух цилиндрических пружин 1 (см. рис. 4,б) опирается на поддон 3, который, в свою очередь, через резиновую шайбу 4 установлен на площадке крыла буксы. На электровозах более поздних серий в первичном рессорном подвешивании применены однорядные цилиндрические буксовые пружины с увеличенным диаметром прутка (см. рис. 4,а). Конструкция трущейся пары «шпнтон 2 — бронзовый стакан 8» мало отличается от принятой на электровозах ЧС2, за исключением наличия сальникового устройства 10, заменившего пылезащитную гармошку.

Рама тележки опирается на пружины верхней опорной чашкой 9, служащей одновременно несущей деталью для крепления верхней проушины гидравлического гасителя колебаний. Нижняя проушина гасителя присоединена к кронштейну корпуса буксы через резиновые втулки. Опорные чашки имеют различную конструкцию в зависимости от числа буксовых пружин.

Буксовые узлы электровозов ЧС6, ЧС8 и ЧС200 имеют аналогичную конструкцию. Главный ее недостаток — наличие поверхностного трения шпнтона и стакана буксы. Как следствие, необходимо постоянно смазывать трущуюся пару. Модернизация данного узла на электровозе ЧС7 № 210 состояла в использовании в узлах резинометаллических блоков, выполненных в виде конических элементов (рис. 5).

Они выполняют три функции: создают беззастойную упругую связь между корпусом буксы и рамой тележки, одновременно с буксовой пружиной воспринимают часть нагрузки от рамы, рассеивают энергию колебаний в материале изделия (резине).

В рассматриваемой конструкции (рис. 6) резинометаллический блок 5 состоит из внутренней конусной опоры 8, закрепленной на шпнтоне 2, и обоймы 6, смонтированной в корпусе буксы 1. Над обоймой 6 установлена опора пружины 4 с резиновой прокладкой и чашкой, на которую опирается буксовая пружина 3. Под резино-

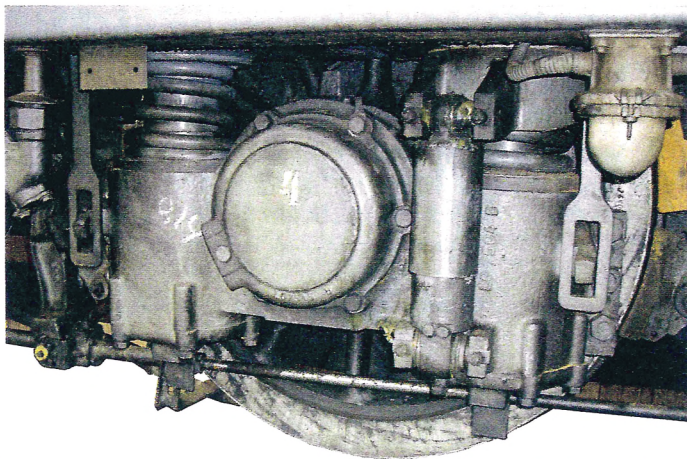


Рис. 5. Модернизированный буксовый узел электровоза ЧС7 № 210

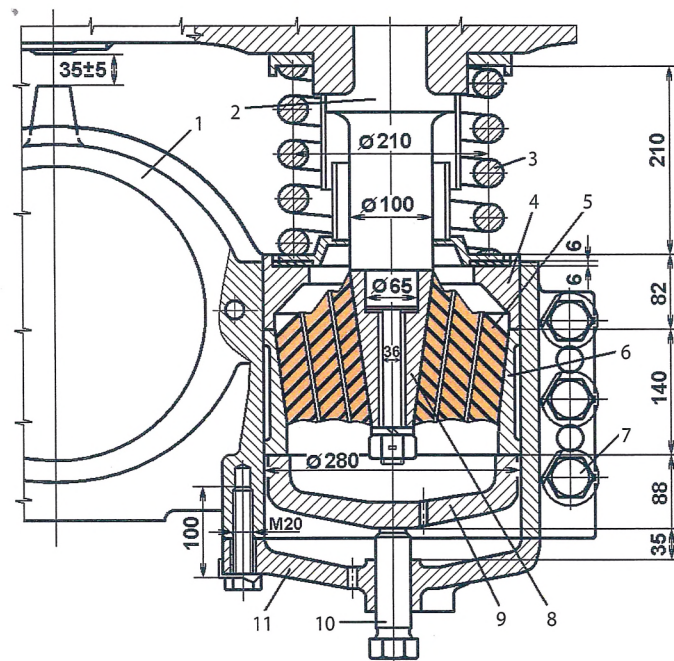


Рис. 6. Конструкция модернизированного узла:

1 — корпус буксы; 2 — шпнтон; 3 — буксовая пружина; 4 — опора пружины; 5 — резинометаллический блок; 6 — обойма блока; 7 — болты; 8 — внутренняя обойма резинометаллического блока; 9 — подвижная опора; 10 — неподвижная опора; 11 — регулировочный винт

металлическим блоком и обоймой 6 находится подвижная опора 9. С помощью регулировочного винта 10 в неподвижной опоре 11 задается необходимый уровень опоры 4 над корпусом буксы 1. После этого положение блока 5 и обоймы 6 фиксируют тремя болтами 7.

КОНСТРУКЦИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

На электровозе ЧС2К применяют два типа букс (рис. 7) — неподвижные и свободные. Неподвижные находятся со стороны зубчатой передачи, свободные — на противоположной. Постановка свободных букс компенсирует монтажные неточности при изготовлении и сборке букс, а также предупреждает заедание подшипников при температурных удлинениях оси колесной пары. Корпус буксы 2 отлит из стали. На наружной части имеются два боковых прилива с отверстиями под шпнтон, в нижней части — приливы под крепление серёг листовых рессор.

У свободных букс, в отличие от неподвижных конструкций, между наружным кольцом подшипника 3, наружной 4 и внутренней 1 крышками имеются зазоры по 3 мм, позволяющие корпусу буксы 2 перемещаться относительно подшипника. Со стороны колеса корпус буксы закрыт крышкой 1, в проточку которой помещено войлочное уплотнение 12. Его прижимают к наружной поверхности фигурной



втулкой 11, посаженной в нагретом до 130 °С состоянии на предподступичную часть оси 9.

Наружная часть втулки образует с крышкой 1 дополнительное лабиринтное уплотнение, которое вместе с войлочным кольцом препятствует выходу из буксы смазки. На втулку насажено дистанционное кольцо 10 с конической наружной поверхностью, соответствующей конусу в крышке 1. Небольшой зазор, образуемый между крышкой и втулкой, также препятствует выходу смазки из буксы, так как последняя, попав на поверхность конуса втулки, под действием центробежной силы стремится возвратиться внутрь корпуса буксы.

Особенностью буксовых узлов электровозов серии ЧС2К является сферический роликовый подшипник 3 типа SKF-22328. Он состоит из двух стальных закаленных колец — внутреннего и наружного. Между кольцами размещены ролики бочкообразной формы. Геометрические оси роликов расположены наклонно. Бочкообразная форма и наклонное положение приданы для того, чтобы, во-первых, выполнить внутреннюю поверхность наружного кольца в виде пояса, вырезанного из шара, центр которого лежит на осевой линии колесной оси, и, во-вторых, чтобы смягчить жесткие боковые толчки от ударов гребней колес о рельсы.

Для того чтобы ролики располагались на одинаковом расстоянии друг от друга, между кольцами вставлены два сепаратора. Они изготовлены из бронзы для уменьшения трения о них роликов. Внутреннее кольцо подшипника, расточенное на конус, ставят на коническую разрезную закрепительную втулку 5 и плотно прижимают к шейке оси 9 с помощью пресса. После установки подшипника эту втулку закрепляют корончатой гайкой 6, накрученной на резьбу хвостовика оси. Гайка фиксируется стопорной планкой 7, прикрепленной к торцу оси болтами М16.

Чтобы предотвратить повреждения подшипников качения на электровозах ЧС2

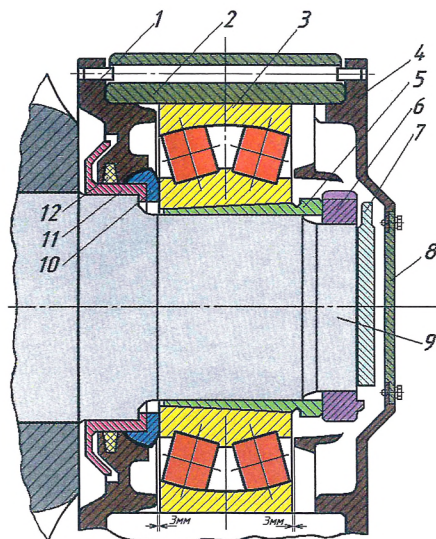


Рис. 7. Буксовый узел электровоза ЧС2К:

1 — крышка; 2 — корпус буксы; 3 — буксовый подшипник; 4 — наружная крышка; 5 — закрепительная втулка; 6 — корончатая гайка; 7 — стопорная планка; 8 — лючок; 9 — ось колесной пары; 10 — дистанционное кольцо; 11 — фигурная втулка; 12 — уплотнение

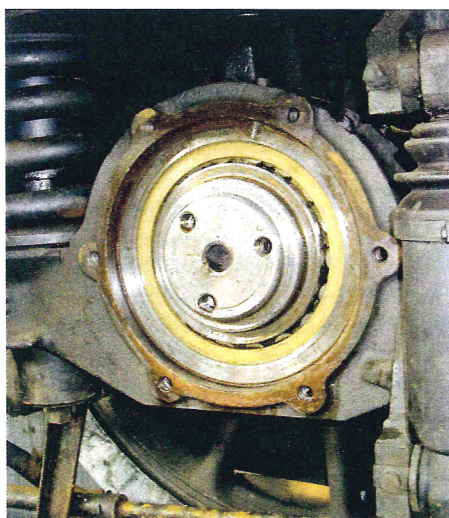


Рис. 8. Буксовый подшипник электровоза ЧС7

всех индексов, на их осях установили пять заземляющих (токоотводящих) устройств. Конструктивно они выполнены с медно-графитовыми щетками или с контактными дисками, изготовленными из материала МГСО.

На локомотивах ЧС7 букса (рис. 8) выполнена в виде корпуса с запрессованными в нем подшипниками качения. Он отлит из стали с приливами для крепления резинометаллических сайлент-блоков и валика гасителя колебаний. Внутри корпуса буксы (рис. 9) установлены однорядные подшипники с цилиндрическими роликами: задним 3 и передним 4 подшипниками.

Внутренние кольца подшипников монтируют на шейку оси 1 в горячем состоянии при температуре 100... 120 °С; наружные кольца подшипников установлены в корпусе буксы. Внутренние элементы подшипников разделены между собой проставочным кольцом 6. Торец внутреннего кольца заднего подшипника 3 упирается в лабиринтное кольцо 2, напрессованное на шейку оси. При этом зазор от ролика до бурта внутреннего кольца подшипника составляет порядка 10 мм.

Выточки в корпусе буксы 11 образуют лабиринт, предохраняющий полость буксы от инородных тел, а также от вытекания смазки из буксы. Пространство между лабиринтом и подшипником, а также между подшипниками заполняется консистентной смазкой «Буксол».

Передний подшипник 4 зафиксирован упорным кольцом 5, смонтированным на шейке оси. При этом зазор от ролика подшипника до кольца 5 составляет 0,4... 2,6 мм. Аксиальное усилие на передний подшипник последовательно передается через: прижимную плиту 14 → резиновый осевой упор 13 → опорную плиту 12 → кольцо 5. Резиновый осевой упор равномерно распределяет усилие по роликам подшипника. Зазор в 10 мм между роликами и буртом внутреннего кольца полностью разгружает задний подшипник в аксиальном направлении.

Предварительное сжатие резины достигается с помощью болтов 9, крепящих упор к

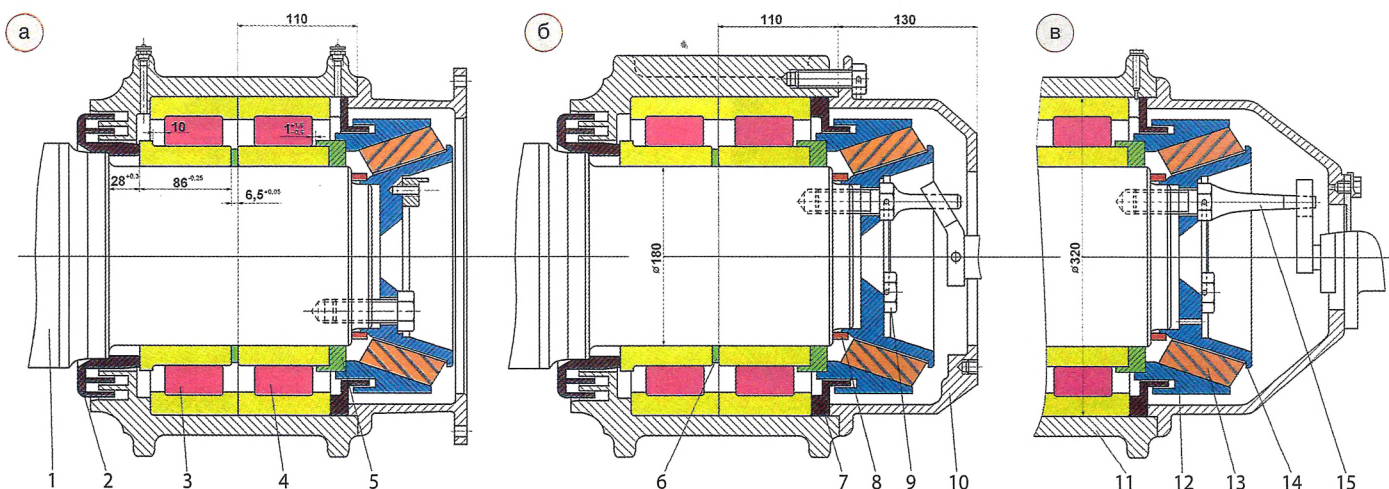


Рис. 9. Буксовый узел электровоза ЧС7 (а) с приводом регулятора «ДАКО» (б) и со скоростемера (в):

1 — ось колесной пары; 2 — лабиринтное кольцо; 3 — задний подшипник; 4 — передний подшипник; 5 — упорное кольцо; 6 — проставочное кольцо; 7 — лабиринт; 8 — дистанционное кольцо; 9 — болт; 10 — передняя крышка; 11 — корпус буксы; 12 — опорная плита; 13 — резиновый осевой упор; 14 — прижимная плита; 15 — болт



торцу шейки оси 1 колесной пары. Величина сжатия определяется шириной дистанционного кольца 8. Один из болтов выполняет функции поводка 15 для привода скоростемера или скоростного регулятора «ДАКО». В дальнейшем, при оборудовании электровозов датчиками пути и скорости (ДПС-У), между двумя болтами 9 устанавливают стальную пластину, и уже к ней прикрепляют поводок для вращения диска датчика скорости.

Конструктивные особенности торцевых упоров (рис. 10,а) зависят от того, на какой колесной паре смонтирован буксовый узел. Так, при установке на колесную пару датчика защиты от боксования и юза опорная плита имеет «зубчатку» (рис. 10,б) для работы индукционного датчика.

На электровозах с № 151 заземляющее (токосъемное) устройство перенесено на крышку буксы. При этом на прижимную плиту устанавливают стальной стакан (рис. 11), с которым контактируют угольно-графитовые щетки для отвода тока силовой цепи электровоза (рис. 12).

В процессе эксплуатации резина, примененная в упоре, неизбежно утрачивает свои качества: ее жесткость не только становится оптимального значения, но и появляется возможность трения упорного кольца о торцы роликов. Это приводит к перегреву буксовых узлов на высоких скоростях движения и повышенному износу гребней колес. Чтобы предупредить подобные неисправности, необходимо обеспечить предварительный натяг осевых упоров с усилием 20 кН (2 тс) при их допустимой минимальной жесткости.

Для повышения надежности работы буксовых подшипников была разработана специальная методика установки и контроля осевых упоров на электровозах ЧС6, ЧС7, ЧС8, ЧС200. Она предусматривает проведение ряда дополнительных работ по проверке параметров резиновых упоров и сборке буксовых узлов.

Она предписывает на плановых ремонтах ТР-3 проверять техническое состояние осевых упоров и необходимую деформацию преднатяга на специальном тарировочном стенде типа СКУ-4 (рис. 13).

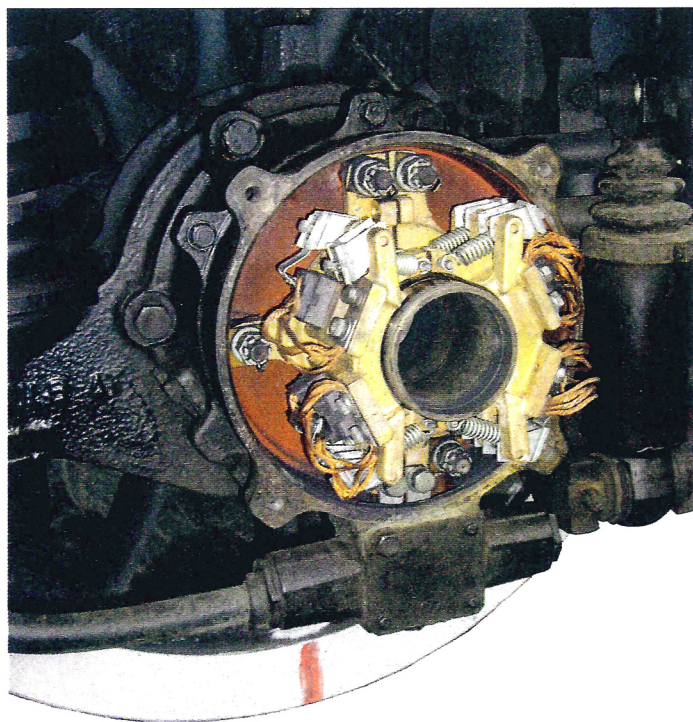


Рис. 12. Общий вид токосъемного устройства электровоза ЧС7

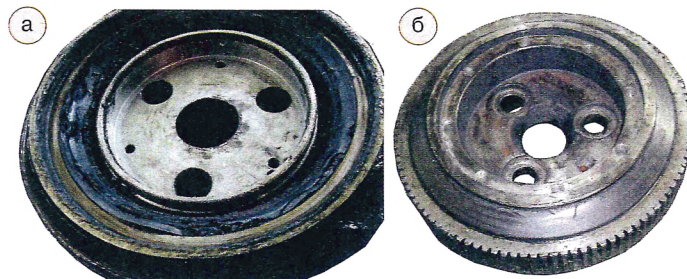


Рис. 10. Осевые упоры электровоза ЧС7:

а — с расслоением резины; б — под установку индуктивного датчика



Рис. 11. Стальной стакан токосъемного устройства

Затем специалисты должны рассчитать ширину дистанционного кольца (ЧС6, ЧС7, ЧС200) или дистанционного пакета колец (ЧС4Т, ЧС8).

Методика контроля осевых упоров на стенде СКУ-4

✳ Вставить осевой упор 8 (см. рис. 13) в наружное металлическое кольцо 4. Внутри осевого упора установить внутреннее кольцо (конический фланец) 6.

✳ Включить домкрат 15, поднять комплект осевого упора в сборе до планки 5 и сжать усилием до 40 кН, определяемым по показаниям манометра 16.

При данном усилии торец внутреннего кольца 6 должен быть выше торца наружного кольца 4 приблизительно на 3 — 4 мм, а резиновая вставка упора 8 должна быть поджата равномерно. При возникновении неравномерных выпуклостей, выдавливания резины, перекосов комплект необходимо разобрать и собрать заново. Если при повторном поджатии отмеченные неисправности повторяются, то упор бракуют. Его считают

непригодным для работы, если торец внутреннего фланца при усилии поджатия 40 кН оказывается на одном уровне с торцом наружного кольца, т.е. комплект упирается наружным кольцом в планку 5.

При сжатии комплекта необходимо отрегулировать положение планки 13 с наконечником стержня индикатора 9. Стержень инди-

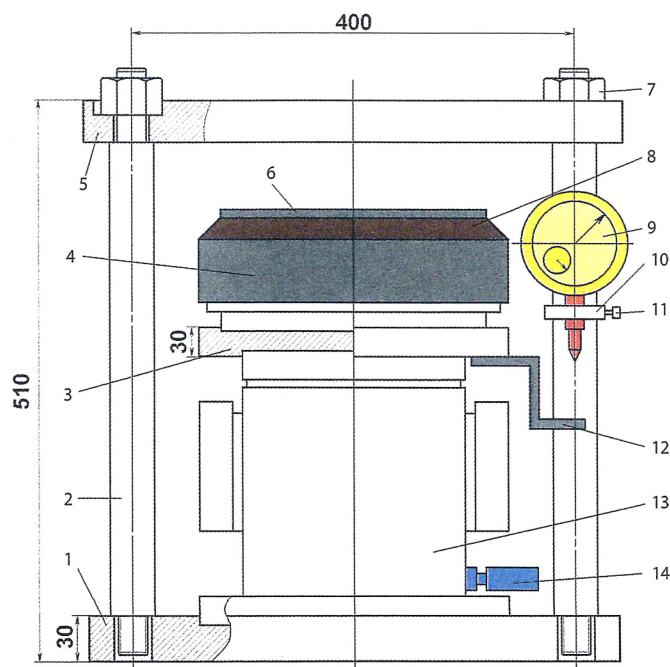


Рис. 13. Схема стенда типа СКУ-4:

1 — основание; 2 — стойка; 3 — промежуточная плита; 4 — кольцо; 5 — планка; 6 — внутреннее кольцо; 7 — гайка; 8 — резиновый упор; 9 — индикатор; 10 — кронштейн; 11 — фиксатор; 12 — планка; 13 — домкрат; 14 — манометр



Величина Y в зависимости от размера деформации упора

f_1 , мм	4	5	6	7	8
Y , мм	-17	-18	-19	-20	-21

катора должен быть перпендикулярным планке 13, а кронштейн 10 — жестко закреплен на стойке 2 и фиксировать индикатор. В момент касания внутреннего кольца осевого упора и планки 5 планка 13 должна соприкоснуться со стержнем индикатора.

✎ Включить домкрат и поднять комплект в сборе до соприкосновения внутреннего кольца с планкой 8, контролируемого по началу отклонения стрелки индикатора.

✎ Включить домкрат и поджать осевой упор в сборе усилием 20 кН, контролируемым по манометру 16. По индикатору определить соответствующую деформацию осевого упора f_1 (рис. 14,а, рис. 14,б) и записать ее в журнале испытаний.

✎ Поджать домкратом комплект с усилием 40 кН, контролируемым по манометру, определить по перемещению стрелки индикатора деформацию f_2 осевого упора и записать ее в журнал.

✎ Отключить домкрат и снять комплект осевого упора в сборе с плиты 3.

Осевой упор бракуют, если при поджатии с усилием 20 кН его деформация f_1 более 8 мм, а при усилии по манометру 40 кН деформация f_2 превышает 14 мм (рис. 14,в).

Напомним, что осевые упоры электровозов ЧС4Т и ЧС8 имеют конусную форму. Однако их характеристики отличаются от одноименных узлов локомотивов ЧС6, ЧС7 и ЧС200. Расчетный предварительный натяг 20 кН осевого упора на оси колесной пары перечисленных машин обеспечивается подбором пакета дистанционных колец толщиной 1 мм. Его устанавливают между торцом оси и внутренним металлическим кольцом упора (см. рис. 14,б). При контроле упоров (как и в первом случае) задают тестовые усилия 20 и 40 кН. При этом деформация f_1 не должна превышать 3,5 мм, а f_2 — 6,5 мм.

Ширину X дистанционного кольца при монтаже комплекта на оси вычисляют по формуле:

$$X = A_{cp} - Y,$$

где A_{cp} — среднее значение трех замеров расстояния от конического фланца до торца оси;

Y — определяется по таблице в зависимости от деформации f осевого упора при усилии поджатия 20 кН.

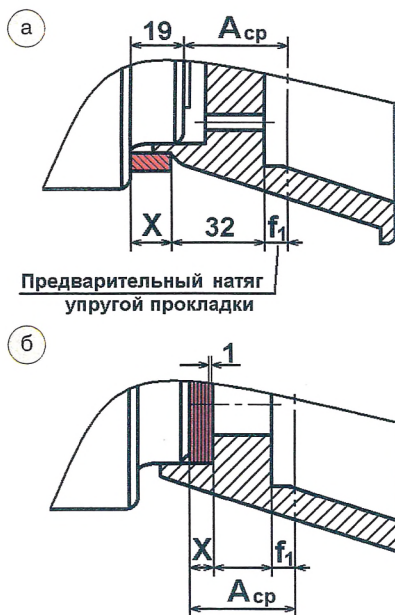
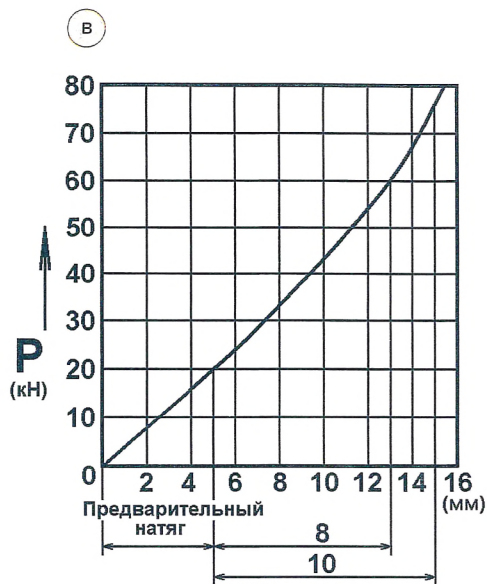


Рис. 14. Схема определения ширины кольца электровозов ЧС7 (а); пакета колец ЧС8 (б) и характеристика упора (в)



Методика установки осевых упоров на оси колесной пары с определением ширины дистанционного кольца для обеспечения предварительного натяга 20 кН (см. рис. 14):

✎ на каждую ось подобрать попарно упоры с одинаковыми данными контроля при стендовых испытаниях (меловыми записями на резиновых кольцах);

✎ определить величину вычитаемого числа « Y » (электровозы ЧС7) для вычисления ширины дистанционного кольца;

✎ установить на три болта комплект без дистанционного кольца (пакета колец) на ось колесной пары и предварительно сжать осевой упор, равномерно затянув болты с усилием до 40 кН.

✎ отпустить болты до свободного состояния осевого упора и определить тремя замерами среднее расстояние A_{cp} : ЧС7 — от конического фланца до торца оси колесной пары (см. рис. 14,а), ЧС8 — от внутреннего кольца до оси колесной пары (см. рис. 14,б);

✎ определить по формулам требуемую ширину X дистанционного кольца или толщину пакета колец;

✎ снять комплект, поставить требуемое дистанционное кольцо (пакет), вновь установить комплект на ось и затянуть болты до предела. Болты закрепить провололочной обвязкой.

(Подбор резиновых торцевых упоров по одинаковым параметрам резины позволяет обеспечить бесперебойную работу данного узла в эксплуатации.)

Инж. И.А. ЕРМИШКИН, г. Ожерелье

На правах рекламы

ЭМ-Топливо - Автоматизированная система учета топлива железнодорожного транспорта



Определяет расход топлива с учетом:

- температурного расширения и плотности топлива;
- профиля пути и формы бака;
- режима работы локомотива;
- массы груза.

Контролирует сливы и простои техники в режиме on-line



Предоставляет широкую систему отчетности для анализа и внедрения точных норм расхода топлива

Тел.: 8 (800)-700-98-02, e-mail: info@elmeh.ru

www.elmeh.ru



НЕКОТОРЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ЗЭС5К «ЕРМАК»

Грузовые электровозы семейства «Ермак» изготавливаются в одно-, двух- и трехсекционном исполнении. Локомотив ЗЭС5К — это трехсекционная модификация. Его серийное производство началось в 2007 г. В отличие от базовой двухсекционной модели трехсекционный сцеп имеет бустерную (промежуточную) секцию, которая расположена между головными секциями локомотива и позволяет увеличить его мощность с 6560 до 10000 кВт.

Бустерная секция имеет комплект оборудования, обеспечивающий работу электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения с управлением одной локомотивной бригадой из кабин головной или хвостовой секции. Дополнительная секция имеет переходные площадки с уплотнением

баллонного типа в обеих торцевых стенках для прохода обслуживающего персонала. Оборудование и электрические цепи, обеспечивающие работу и жизнедеятельность кабины, на бустерной секции не устанавливаются.

Электровозы ЗЭС5К работают на дорогах Сибири и Дальнего Востока, где зарекомендовали себя надежными локомотивами с улучшенными тяговыми и эксплуатационными характеристиками. «Ермаки» используют для вождения составов повышенной массы и длины.

По просьбе редакции наш читатель, машинист депо Уссурийск Дальневосточной дирекции тяги А.А. КАБАНЦЕВ, подготовил обзор изменений в конструкции и электрических схемах электровозов ЗЭС5К до 2013 г.

№001. Электровоз оборудовали краном машиниста №395.

№007. На входной двери кабины управления установлено зеркало.

№011. Установлены дополнительные нагревательные элементы Е10, Е11, Е15, Е16.

№017. Изменена конструкция рамки песочницы для исключения скопления песка под крышкой при засыпке. В цепь сбора тяги введен контакт реле KV84, чтобы снимать тягу от системы КЛУБ. В цепи КЛУБ введены кнопки «Тревога» S69, S70.

№026. Вместо двуполярного источника напряжения ИНД2А-24/24 (панели ПП-720) применили панель питания датчиков тока и напряжения на современной элементной базе.

№028. Стекло прожектора установили вертикально, чтобы защитить его от загрязнения продуктами истирания накладок токоприемника.

№029. Применена более прочная рукоятка задатчика скорости. Чтобы улучшить доступ к оборудованию, модернизировали конструкцию крышки на блоке автоматов цепей управления. Изменена конструкция фальшбортов на крыше для исключения скапливания атмосферных осадков. В цепь замещения рекуперативного торможения пневматическим введен контакт переключателя SA5.

№032. Между пультом и лобовой стенкой кабины установлен защитный козырек. Вместо пусковых конденсаторов КПС-05-38-02, выпускаемых ТОО «Усть-Каменогорский конденсаторный завод» (Республика Казахстан), начата установка отечественных приборов ОАО «Серпуховский конденсаторный завод «Квар»», обеспечен 100-процентный входной контроль силовых конденсаторов. Обратные клапаны с фторопластовым уплотнением, устанавливаемые в цепях главных компрессоров, заменены изделиями с притираемой поверхностью. Введены нагревательные элементы Е21 — Е24 для подогрева влагосборников.

№035. Обратные клапаны с фторопластовым уплотнением, устанавливаемые в цепях главных компрессоров, заменены изделиями с притираемой поверхностью. Увеличена ширина защитного кожуха вала двигателя привода компрессора. Для управления приводом поворотных зеркал заднего вида применены джойстики-манипуляторы фирмы «Шнайдер».

№038. На пульте машиниста установлен разъем порта USB для подключения флеш-накопителя. Обеспечен вывод файлов «Авария» и «Регистратор» через порт USB.

№041. Вместо поглощающих аппаратов типа Ш-2-В-90 применили эластомерные устройства типа 73ZW класса Т2 (черт. 73ZW 110100-5-00У) производства ООО «ЛЛМЗ-Кама». Установлены дополнительные поручни, обеспечивающие удобный доступ для протирки окна. Усилена конструкция крепления каркасов блоков 4, 6, 8 и блоков мотор-вентиляторов МВ1, МВ2. Внесены изменения в конструкцию блока силовых автоматов: быстродействующие выключатели ВБ установили на отдельном съемном каркасе. На локомотиве применили радиостанции Р22/ЗВ-1 «РВ-1М» и РВС-1-02.

№045. Установлена система противопожарного оборудования производства ООО «ДизельРемГруппа». Сняты панели обогрева кабины машиниста «Группа 1». Из цепи управления питанием стеклоочистителя исключено реле KV71. Введены цепи питания от аккумуляторной батареи с установкой предохранителей F44.

№047. Электровоз оборудовали микропроцессорной системой управления с расширенными функциями, компенсаторами реактивной мощности, системой теплового контроля тяговых двигателей, компрессорными агрегатами ВВ-3,5/10, а также кабинами производства АО «Корпорация НПО РИФ».

№054. Изменена конструкция крепления нижнего обтекателя, исключающая сварочные работы при его установке. Применена радиостанции РВС-1-07/0031. В схеме питания лампы прожектора EL1 изменили сопротивление резистора R42. Из цепи датчика напряжения ТЗ исключен предохранитель F13 (цепи второго и четвертого тяговых двигателей). Из цепи первого тягового двигателя исключены вольтметр PV2, резистор R26, емкость C26 и предохранитель F26.

№055. Исключен блок сопряжения БС-224 (А81), введен датчик избыточного давления ADZ-SML-60, 0 — 10 бар, G1/4. Изменено подключение тумблера S21 «Стеклоочиститель», тумблеров S45, S46 управления шторами.

№057. Взамен двигателей НБА-55 с алюминиевым ротором установлены двигатели НБА-55С с медным ротором. В связи с низким качеством и надежностью реле РТТ-85-33-132, применяемых для защиты двигателей НБА-55, их заменили реле ТРТ-142 с принудительным возвратом. Реле ТРТ-142 установлены в двух фазах двигателей, по которым электрические машины получают питание от обмотки собственных нужд тягового трансформатора.

Силовые контакты электромагнитных контакторов КМ11 — КМ14 введены в фазы, по которым двигатели получают питание от обмотки собственных нужд. Для улучшения условий запуска вспомогательных машин применен пусковой двигатель НБА-55С (с работой на холостом ходу) с шариковыми подшипниками. Одновременно из схемы исключен преобразователь ПЧФ-177 и сопутствующая ему аппаратура.

В схеме с пусковым двигателем емкость рабочих конденсаторов КПС-0,5 увеличена с 720 до 950 мкФ (с шести до девяти банок на секцию). Обеспечен пуск двигателя компрессора МК только при включенном пусковом двигателе в нормальном режиме или одного из мотор-вентиляторов МВ1 (МВ2) в аварийном режиме. Внедрено схемно-техническое решение по отображению в регистраторе МСУД числа включений кнопки возврата тепловых реле.

№092. Питающий провод С2 маслососа перенесен с зажима С3 на зажим С2. Указана диаграмма замыкания КМЭ с разверткой 7 и 8 контактных элементов. Изменена схема подключения платы установки сигнала управления в микропроцессорную систему МСУД от контроллера машиниста.

№091 — 095. Локомотивы оборудованы безмасляным компрессором КПБ-50-22-У2 ТУ 318431-001—2010.



№ 110. Вместо радиостанции РВС-1-02 применили аппаратуру РВС-1-07. Введена маркировка выводов обмотки двигателя маслососа М15 — С1, С2, С3 или U1, V1, W1. Введен запрет подачи смазки от блока А21 при подсыпке песка кнопкой «Песок 1» (провод 354).

№ 127, 131. Внедрены тяговые трансформаторы с расширительными баками, перенесенными на их крышки.

№ 131. Применены разделенные лобовые стекла.

№ 142. Вместо воздушного выключателя ВОВ-25-10/630 внедрен высоковольтный вакуумный выключатель ВВО-25-20/630.

№ 150. Применен безмасляный компрессор КПБ-50-22-У2 ТУ 318431-001—1990.

№ 156. В схеме обогрева через блок управления нагревом стекла установили новые коробки зажимов с разъемами РП10-7.

№ 165. Исключена радиостанция РВ-1М. Введены клапан продувки змеевика У20 и нагревательный элемент Е25.

№ 185. Изменена конструкция песочниц для исключения случаев их деформации. Введено включение блока индикации с помощью блокировочного контакта контактора КМ43. Из цепи питания реле КВ47 удален датчик SK11 температуры нагрева масла тягового трансформатора. Исключены электроуправляемые шторы из кабины электровоза. Разрядник ОПН F2 в цепи обмотки тягового трансформатора установили после разъединителя ВВП QS3.

№ 201. Установлены модульные кабины машиниста совместного производства ОАО «Проектно-конструкторское производственное предприятие МДС» и ООО «Производственная компания "НЭВЗ"», модернизированный унифицированный комплекс тормозного пневматического и электропневматического оборудования локомотивов (УКТОЛ-Г).

№ 202. Во исполнение распоряжения ОАО «РЖД» от 30.09.2010 № 2040 «О внедрении единых корпоративных стандартов и технологий для обеспечения внешнего вида локомотивов ОАО «РЖД»» внесены изменения в конструкторскую документацию на электровоз 2(3)ЭС5К, Э5К в части цветового оформления. В цепях защиты маслососа электротепловое токовое реле РТТ-85-29-12 (ТУ 3425-57616784—2008) заменено реле РТТ-142 РУ2 1402 (ТУ 16-523.007—1980). Обеспечена надежная фиксация болтов крепления главных и дополнительных полюсов тягового двигателя НБ-514Б. Автоматический выключатель QF1 типа ВОВ-25-4 заменен выключателем ВВО-25-20/630.

№ 209. Исключен фильтр в цепи вспомогательного компрессора.

№ 215. Внедрены в серийное производство прислонно-сдвижные боковые окна, аналогичные установленным на электровозе 2ЭС5К № 100.

№ 216. Внедрен кожух зубчатой передачи новой конструкции с увеличенной с 6 до 8 мм толщиной боковин со стороны тягового двигателя. Применено крепление кожуха к двигателю с использованием бобышек (сталь 09-Г2Д-13 вместо ст.3пс).

№ 221. В системе отвода конденсата установлены влагосборники между клапанами продувки и главными резервуарами. Внедрены: терморегулятор в цепи нагревателя масла компрессора ВУ-3,5, малогабаритные локомотивные антенны АЛ11/160 метрового радиочастотного диапазона. При электрическом монтаже на электровозах 2(3)ЭС5К применены провода и кабели по ТУ 3581-403-00217053—2011. Исключено попадание влаги из атмосферных отверстий вентилей клапанов продувки на двигатель компрессора. Заменен переключатель питания вспомогательных машин QS28 от другой секции с двумя блокировочными контактами. В цепь включения обогрева картера компрессора мотор-компрессора введен датчик температуры SK7. Изменен тип дисконусных антенн.

№ 232. Изменена конструкция входной двери с применением двойного уплотнения

№ 240. Тяговый трансформатор смещен в сторону кабины, временно сняты 410 кг балласта с буферного бруса. Исключена возможность перетирания центрирующей балочкой рукава импульсной магистрали. На выдвижных ящиках аккумуляторных батарей вместо открытых подшипников установили полузакрытые. Обеспечена надежная конструкция крепления рассекателя потока воздуха на воздуховоде к ВВП-4000. Для увеличения запаса прочности усилена конструкция литых колесных центров. В цепи провода Э01 удален предохранитель F43, провод Э01 перемаркирован на Н019.

№ 246 — 249, 251. Электровозы оборудовали унифицированной системой автоматизированного ведения поезда.

№ 250. Применено опирание тяговых двигателей на моторно-осевые подшипники качения.

№ 269. Изменены конструкции нагнетательного патрубка и гибкого рукава, связывающих компрессор с пневмосистемой электровоза для исключения разрушения патрубка от вибрации. Установлено устройство, предотвращающее саморасцеп рукавов тормозной и питательной магистралей между секциями электровоза. Введены рым-болты для возможности демонтажа выключателя ВБ-8 с помощью подъемных механизмов. Внедрены тяговые трансформаторы ОНДЦЭ-5700/25НУ2 с датчиками реле давления.

Тумблер «Вспомогательные машины» перенесен на место резервного выключателя на блоке выключателей пульта управления. Лампа «ТМ» смещена к центральной части пульта управления машиниста. Чтобы исключить пробой витков дросселя помехоподавления L1, «выбрано» провисание гибкого шунта. Комплект набора запасных частей и принадлежностей дополнили двумя пружинами для центрирующей балочки автосцепки. Цепи включения вспомогательных машин перенесены от тумблера S56 на выключатель блока выключателей S20.

№ 306. Приемник кассеты комплексного локомотивного устройства безопасности КЛУБ установили на пульте помощника машиниста (под панелью тумблеров включения обогрева кабины). Изменена конструкция крепления блока телемеханической системы контроля бодрствования машиниста.

№ 316. Усиlena тяга механизма замка открывания входных дверей.

№ 323. В пневматических цепях «замещения» и «саморасцепа» установлены редукторы № 211 (со стабилизацией давления) вместо редукторов № 348. Для увеличения прочности механической фиксации катушек дополнительных полюсов на сердечнике тягового двигателя НБ-514Б эту операцию стали выполнять с применением устройства «Paromat».

№ 335 — 344. Установлены поглощающие аппараты производства АО «Авиагрегат» (г. Самара).

№ 336 — 341. Установлены кабины производства ОАО «Проектно-конструкторское производственное предприятие МДС».

№ 357. Начата установка унифицированных токоприемников (ТАС-10 всех исполнений и ТАС-16). Тумблер включения САУТ перенесен из кузова на пульт машиниста на освободившееся место тумблера «Вспомогательные машины». Предусмотрена установка защитного щита из изоляционного материала между полом и индуктивным шунтом ИШ-95. Клапаны продувки КП-110-01 заменены клапанами КП-29-02. Для удобства обслуживания и ремонта улучшен доступ к коробке зажимов двигателя П22К привода вспомогательного компрессора. Усиlena конструкция крепления выключателей освещения S106 — S109. Внедрены полимерные проходные изоляторы главного ввода (ИППУ-10/1600).

№ 383. Внедрены форсунки песочниц 0106.ФПЭ (аналог форсунки ОН-3-64) производства ОАО «Муромский ремонтно-механический завод». На питательной магистрали перед краном машиниста № 395 установили сепаратор, в кабине — пневматические клапаны подачи сигналов тифона и свистка. Вместо концевой крана 4314 применили альтернативный концевой кран 271. Между управляющей полостью реле давления 404 и краном управления № 215-1 установлен буферный резервуар объемом 5 л, а также дроссель диаметром 4,5 мм — на выпускное отверстие крана № 215-1, чтобы увеличить время отпуска вспомогательного тормоза. Для удобства обслуживания реле КТ7, КТ4, КТ2 изменено их расположение на блоке № 7. Для удобства проверки срабатывания защиты реле КВ3 панель № 9 перенесена к блоку № 10. Пожарный дымовой извещатель ИП 212-44СВ заменили тепловым извещателем ИП 101-10М/Ш-BR (SK41).

№ 403. Изменена электрическая принципиальная схема платы усилителей тока контроллера машиниста: при прокладке проводов между контроллером машиниста и блоком МСУД применили витые пары для улучшения защиты от помех. В коробках межэлектровозного соединения (на торцах в районе розеток Х31-Х32) выполнен дренаж для удаления конденсата.

№ 481. Пневматические выключатели управления ПБУ-5-05, устанавливаемые в цепях сигнализации отпуска пневматического тормоза, заменены сигнализаторами давления 115.



ДВИЖЕНИЕ ПОЕЗДОВ НА УЧАСТКАХ С ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЕЙ

В ОАО «Российские железные дороги» уделяют пристальное внимание обучению специалистов. По мнению ряда независимых экспертов, система подготовки кадров за рубежом зачастую нацелена на выпуск лишь узких специалистов. В нашей же стране молодым машинистам и тем, кто собирается повысить класс своей квалификации, предоставляют более широкую информацию. Так, выпускники центров профессиональных квалификаций вооружены знаниями не только в области управления локомотивами, но и обладают достаточно подробными представлениями о компетенциях работников смежных областей — путейцев, движенцев, экономистов.

Предлагаем вниманию читателей статью канд. техн. наук В.А. БАРАНОВА, работающего на Октябрьской дороге, в которой рассказано о некоторых аспектах взаимодействия локомотивщиков и движенцев при организации перевозок на участках с диспетчерской централизацией.

На участках, оборудованных диспетчерской централизацией, основными средствами сигнализации и связи при движении поездов являются автоблокировка, АЛСЧ, применяемая как самостоятельное средство сигнализации и связи, или полуавтоматическая блокировка с автоматическим контролем прибытия поезда в полном составе.

Всеми станционными светофорами и стрелками станций, находящимися на диспетчерском управлении, руководит поездной диспетчер. Положение стрелок, открытое или закрытое состояние светофоров, свобода или занятость главных и приемоотправочных путей, изолированных участков станций, блок-участков (при автоблокировке) или перегонов (при полуавтоматической блокировке) поездной диспетчер контролирует по аппарату управления.

Входные, маршрутные и выходные светофоры станций, находящиеся на диспетчерском управлении, он может перевести на автоматическое действие, чтобы обеспечить безостановочный проход поездов. Все распоряжения, касающиеся движения поездов и маневровой работы, поездной диспетчер передает по радиосвязи или телефону машинисту поезда или работнику, на которого на отдельном пункте возложено выполнение операций приема и отправления поездов или производство маневров.

Существует ряд случаев, когда поездной диспетчер регистрируемым приказом передает станции на резервное управление:

- ◆ при неисправности диспетчерской централизации, когда управление одной или несколькими станциями невозможно;
- ◆ при неисправности стрелочного изолированного участка или пути, когда последние показывают ложную занятость;
- ◆ при невозможности перевода стрелки;
- ◆ при отправлении хозяйственного поезда с возвращением обратно или поезда с подталкивающим локомотивом, возвращающимся на станцию отправления с выдачей руководителю работ (главному кондуктору) или машинисту подталкивающего локомотива ключа-железа на право обратного следования. На участках с автоблокировкой — станция отправления, на участках с полуавтоматической блокировкой — станции, ограничивающие перегон;
- ◆ во всех случаях перехода на телефонные средства связи;
- ◆ на участках с полуавтоматической блокировкой в случае необходимости задержки отправления поезда, а также отправления поезда встречного направления.

В перечисленных ситуациях прием и отправление поездов, маневровая работа, а также открытие и закрытие сигналов выполняют дежурные работники, на которых возложены эти операции. До передачи станции на резервное управление поездной диспетчер обязан проинформировать соответствующего специалиста о поездах, находящихся на прилегающих перегонах.

Если до передачи станции на резервное управление поездной диспетчер разрешил производство работ на контактной сети со снятием напряжения на станционных путях, то он обязан сообщить об этом вступающему на дежурство работнику диспетчерским приказом.

Некоторые стрелки или горловины станции могут быть переданы поездным диспетчером на местное управление. В этих случаях стрелки переводит работник, руководящий маневровой работой в данном районе станции. Если эта операция вызвана необходимостью ремонта устройств СЦБ, не требующего предварительной записи в журнале осмотра, то переводить данные путевые устройства и проверять, правильно ли они работают, разрешено специалисту СЦБ.

ПРИЕМ И ОТПРАВЛЕНИЕ ПОЕЗДОВ

Перед приемом поезда на станцию поездной диспетчер должен убедиться в свободности пути приема и стрелочных участков по показаниям индикации на аппарате управления. Только после этого он может задать маршрут приема. Подобный порядок следует соблюдать и перед отправлением поезда: поездной диспетчер задает маршрут отправления после того как убедится по индикации на аппарате управления в свободности входящих в маршрут отправления изолированных участков, свободности перегона, а при автоблокировке — в свободности первого участка удаления (после смены направления движения — в свободности перегона и установленного соответствующего направления движения). Фактический перевод стрелок и открытие входного и выходного светофоров проверяют по индикации соответствующих аппаратов управления.

Некоторые системы диспетчерской централизации позволяют задавать маршруты предварительно (так называемое накопление). В подобных случаях их задают после использования предыдущих маршрутов. На таких участках схемы приема и отправления можно устанавливать также при занятости путей и стрелочных участков. Исключение составляет ситуация, когда на них находится специальный самоходный подвижной состав, что может нарушить шунтирование рельсовой цепи.

Если после открытия входного, маршрутного или выходного (на участках с автоблокировкой) светофора возникает необходимость изменить маршрут, задержать отправление поезда, то поездной диспетчер сообщает об этом машинисту поезда и, закрыв соответствующий светофор, приступает к приготовлению нового маршрута. Повторно светофор открывают лишь после того, как убедятся, что поезд остановлен у входного светофора или на пути отправления.

Если на участках с полуавтоматической блокировкой необходимо задержать отправление поезда, а также отправить поезд встречного направления, то станции, ограничивающие перегон, передают на резервное управление.

Хозяйственные поезда, прибывающие с перегона на соседнюю станцию, а также поезда с подталкивающими локомотивами, следующими на весь перегон, отправляют по разрешающему показанию выходного светофора. Указанные поезда, возвращающиеся на исходную станцию, следуют на перегон с выдачей руководителю работ (главному кондуктору) или машинисту подталкивающего локомотива ключа-железа на право обратного движения. При этом станции отправления на участках с автоблокировкой и станции, ограничивающие перегон на участках с полуавтоматической блокировкой, переводят на резервное управление.

Если невозможно изъять ключ-желез или когда аппарат управления не оборудован ключом-железом, для отправления хозяйственного поезда или поезда с подталкивающим локомотивом, возвращающимся на станцию отправления, действие автоблокировки или полуавтоматической блокировки прекращается. В этом случае устанавливается движение поездов по телефонным средствам связи. До перехода на данный вид управления станции, ограничивающие перегон, на который отправляется хозяйственный поезд, переводят на резервное управление.



Отправление восстановительных, пожарных поездов и вспомогательных локомотивов со станций, ограничивающих перегон, на котором должны проводиться восстановительные или другие подобные работы, осуществляется после вступления на дежурство работников, на которых возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов, и после закрытия перегона. В этих случаях машинистам выдают разрешения на бланке формы ДУ-64. Вспомогательный локомотив может быть отправлен на перегон до вступления на дежурство соответствующих работников по регистрируемому приказу поездного диспетчера, передаваемому непосредственно машинисту поезда:

«Машинисту поезда № ... разрешаю отправиться с ... пути станции ... на перегон ... по ... пути до ... км для оказания помощи поезду № ... с прибытием (возвращением) на станцию ... ДНЦ ...».

ПРОИЗВОДСТВО МАНЕВРОВ

Приготавливать маневровые маршруты и переводить при этом стрелки могут:

☒ поездной диспетчер — с центрального аппарата с передачей указаний по радиосвязи соответствующим работникам о готовности маршрута для маневровых передвижений или с помощью диспетчерской связи по телефонам, установленным в горловинах станций;

☒ дежурный работник, на которого возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов — при передаче станции на резервное управление.

Допускается передача отдельных стрелок на местное управление, при котором их переводит составитель поездов или другой работник в соответствии с технико-распорядительным актом станции.

При передвижениях одиночных локомотивов, специального самоходного подвижного состава по станционным путям общего и необщего пользования, путям необщего пользования стрелки, переданные на местное управление, может переводить один из членов локомотивной бригады (водитель дрезины). После каждого перевода стрелки он должен убедиться в правильности положения остряков по индикации на пульте местного управления или по положению остряков стрелки.

Запрещается переводить стрелку с пульта местного управления или ключом местного управления до освобождения стрелочного изолированного участка, а там, где не включена в зависимость изоляция стрелки, — до освобождения стрелки от подвижного состава.

По окончании маневров стрелочные и маневровые рукоятки, а также ключ местного управления устанавливаются в нормальное положение. Руководитель маневров докладывает об окончании работы поезднему диспетчеру, а тот посылает на станцию соответствующую управляющую команду. Пульты местного управления должны быть постоянно заперты. Доступ к ним разрешен только определенным работникам.

ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ПРИ НЕИСПРАВНОСТЯХ УСТРОЙСТВ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

Если при правильно установленном маршруте и свободном (по показаниям индикации аппаратов управления) пути приема входной светофор не открывается, то поезд вводится на станцию при его запрещающем показании по регистрируемому приказу поездного диспетчера, передаваемому машинисту поезда:

«Разрешаю ввести поезд № ... на станцию ... на ... путь при запрещающем показании входного светофора. ДНЦ ...».

При следовании на станцию по приказу поездного диспетчера машинист должен вести поезд со скоростью не более 20 км/ч с особой бдительностью и готовностью немедленно остановиться.

В случаях неисправности выходного светофора поезд отправляют только при свободном от встречных поездов перегоне и при установленном для отправляемого поезда направлении движения по автоблокировке, по регистрируемому приказу поездного диспетчера:

«Разрешаю поезду № ... отправиться со станции ... с ... пути при запрещающем показании выходного светофора. ДНЦ ...».

Получив такой приказ, машинист имеет право отправиться со станции и вести поезд до первого проходного светофора со скоростью не более 20 км/ч, с особой бдительностью и готовностью немедленно остановиться, а далее — по сигналам автоблокировки.

Если на двух- и многопутных перегонах с односторонней автоблокировкой, оборудованной временными устройствами, позволяющими в неправильном направлении обеспечивать движение поездов по сигналам локомотивных светофоров, выходной светофор на неправильный путь не открывается или отсутствует, то поезд отправляют после прекращения действия автоблокировки.

Если невозможно перевести стрелку с центрального пульта, то поездной диспетчер обязан направить работника станции для осмотра и по возможности устранения причины нарушения управления (например, убрать посторонний предмет, попавший между остряком и рамным рельсом). На отдельных пунктах, не обслуживаемых дежурными работниками, для осмотра, а при необходимости — перевода стрелок могут привлекаться (в установленном порядке) локомотивные бригады проходящих поездов.

Возможны ситуации, когда аппараты контроля показывают ложную занятость пути приема. Как правило, до исправления повреждений поездной диспетчер не должен принимать поезда на этот путь. Однако в случае необходимости прием поездов при запрещающем показании входного светофора возможен по регистрируемому приказу. Предварительно диспетчер обязан убедиться, что путь приема свободен, для чего привлекает работника станции, на которого возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов, или станцию передают на резервное управление. На отдельных пунктах, не обслуживаемых дежурными работниками, проверка свободности пути приема поезда может быть возложена в установленном порядке на локомотивную бригаду.

Если автоблокировка неисправна, то по указанию поездного диспетчера на станциях, ограничивающих перегон, на дежурство вступают работники, на которых возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов. Приказом диспетчера действие автоблокировки закрывается, и движение поездов устанавливается по телефонным средствам связи. До оформления перехода на телефонные средства связи поездной диспетчер должен установить свободность межстанционного перегона, а станции передать на резервное управление.

Если перегоны с неисправной автоблокировкой ограничены отдельными пунктами, на которых отсутствует штат указанных дежурных работников, то до вызова соответствующих специалистов на станцию некоторые поезда могут быть отправлены на свободный перегон по регистрируемому приказу, передаваемому непосредственно машинисту поезда:

«Автоблокировка на перегоне ... не действует. Поезду № ... разрешаю отправиться со станции ... и следовать до входного светофора станции ..., а далее руководствоваться его показанием. ДНЦ ...». Обязательное условие для этого — возможность контроля поездным диспетчером положений путей и стрелок.

На однопутных перегонах, оборудованных автоблокировкой или АЛСН, применяемой как самостоятельное средство сигнализации и связи, двух- и многопутных перегонах, оборудованных постоянно действующими устройствами для организации движения по неправильному пути по сигналам локомотивного светофора, возможны ситуации, когда поездной диспетчер не может изменить направление движения и открыть выходной светофор. Причина неисправности — показание занятости перегона при фактической его свободности.

В этом случае закрывать действие автоблокировки не требуется. Поездной диспетчер убеждается в свободности перегона и при наличии в системе ДЦ режима ответственных команд изменяет направление автоблокировки. Затем, убедившись по индикации на аппарате управления в том, что направление изменилось, приступает к отправлению поездов установленным порядком.

Если поездной диспетчер не может изменить направление автоблокировки при помощи ответственной команды, то станции, ограничивающие перегон, переводят на резервное управление. На дежурство вступают работники, на которых возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов. Они изменяют направление движения по автоблокировке и убеждаются в этом по индикации на аппаратах управления. После проделанного поездной диспетчер отправляет поезд по автоблокировке.



Если при использовании вспомогательного режима невозможно сменить направление движения, то действие автоблокировки или АЛСН, применяемой как самостоятельное средство сигнализации и связи, прекращается, и движение на данном перегоне осуществляется по телефонным средствам связи. Станции, ограничивающие перегон, переводят на резервное управление с вступлением на дежурство работников, на которых возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов.

На участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой с автоматическим контролем прибытия поезда в полном составе возможны ситуации, когда приборы автоматического контроля прибытия поезда на станцию на пульте поездного диспетчера не зафиксировали освобождение перегона. В таких случаях поездной диспетчер по радиосвязи должен вызвать машиниста поезда и передать ему регистрируемый приказ:

«Внимание! Машинист поезда № ... При проследовании вашим поездом стрелочной горловины станции ... приборами автоматики не зафиксировано освобождение перегона ... в полном составе, немедленно остановитесь. ДНЦ ...».

Получив такой приказ, машинист должен немедленно остановить поезд, проверить показания приборов, характеризующих целостность тормозной магистрали, и направить помощника машиниста для проверки номера хвостового вагона и наличия на нем поездного сигнала. О результатах осмотра бригада сообщает по радиосвязи поездному диспетчеру.

Получив от машиниста сообщение о том, что поезд прибыл в полном составе, поездной диспетчер разрешает продолжить движение и, лично убедившись в этом, с пульта управления передает команду «Искусственное прибытие». В случае, когда поездной диспетчер не может этого сделать, для подачи блокировочного сигнала прибытия соответствующую станцию переводят на резервное управление. На дежурство вступает работник, на которого возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов. В установленном порядке он передает блокировочный сигнал прибытия.

Если при осмотре обнаружили, что на перегоне отцепились вагоны, то движение по нему закрывается до вывода вагонов. При управлении поездом в одно лицо поездной диспетчер вызывает на отдельные пункты, ограничивающие перегон, работников, на которых возложено выполнение операций по приему и отправлению поездов, чтобы те проверили фактическую свободу перегона и приняли меры для изменения направления движения.

Когда поступает информация о срабатывании устройств контроля схода и переключении входного (проходного) светофора с разрешающего показания на запрещающее, поездной диспетчер обязан вызвать по радиосвязи машиниста соответствующего поезда и передать ему регистрируемый приказ:

«Внимание! Машинист поезда № ... Вашим поездом вызвано срабатывание устройства контроля схода! Немедленно остановитесь! ДНЦ ...».

Следует помнить, что на двух- и многопутных участках диспетчер обязан не допустить отправление на соседний путь поездов встречного или попутного направления.

В случаях, когда такой поезд был ранее отправлен на перегон, поездной диспетчер (или дежурный по станции) обязан сообщить по радиосвязи машинисту данного поезда о месте срабатывания устройства контроля схода. Получив сообщение об остановке поезда на соседнем пути, машинист поезда встречного направления должен снизить скорость до 20 км/ч и проследовать стоящий состав с особой бдительностью и готовностью остановиться. При отсутствии препятствий для движения он сообщает об этом поездному диспетчеру (или дежурному по станции) и ведет далее поезд по показаниям светофоров.

Машинист остановившегося поезда обязан направить своего помощника осмотреть состав с обеих сторон, чтобы проверить, нет ли волочащихся деталей или сошедших с рельсов колесных пар. О результатах осмотра и принятых мерах машинист докладывает поездному диспетчеру. При управлении поездом в одно лицо порядок осмотра при срабатывании устройства контроля схода устанавливает владелец инфраструктуры.

После устранения причин срабатывания или ложного срабатывания устройства контроля схода машинист докладывает об этом поездному диспетчеру. Тот при участии сотрудника из диспетчерского центра управления перевозками посылает ответственную команду на открытие входного светофора. В дальнейшем (до восстановления устройства контроля схода) входной светофор открывают с помощью ответственной команды.

Если входной светофор не открывается, то поезд вводят на станцию при запрещающем показании входного сигнала. В случае невозможности передать ответственную команду на открытие входного светофора станцию передают на резервное управление. После этого входной светофор открывает работник станции, на которого возложено выполнение операций приема и отправления поездов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ10К

Цветные схемы — на вкладке

На ОАО «Челябинский электровозоремонтный завод» (ОАО «ЧЭРЗ») в течение нескольких лет, начиная с 2001 г., проводили модернизацию электровозов ВЛ10 и ВЛ10У с продлением срока их службы. Обновленным локомотивам присвоили индекс «К». При модернизации устанавливали новые кабины управления увеличенного объема, электронную телемеханическую систему управления ЭСУТ-УВ. Внесли также изменения в силовую схему и схему цепей управления.

Механическая часть обновленного электровоза, тяговые двигатели и вспомогательные машины конструктивно не изменились. На ОАО «ЧЭРЗ» занимались только их максимальным оздоровлением (заменой деталей новыми) для продления срока службы. На электровозе применили, в основном, традиционные для ВЛ10 аппараты.

По просьбам читателей публикуем вкладку с электрическими схемами электровоза ВЛ10К.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Брянские тепловозы перевели на колесно-моторные блоки с моторно-осевыми подшипниками качения

На Брянском машиностроительном заводе (АО «УК "БМЗ"»), входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») началась установка колесно-моторных блоков (КМБ) с моторно-осевыми подшипниками (МОП) качения на все серийные тепловозы. Новый этап в развитии тепловозостроения открыли магистральный 2ТЭ25КМ-208 и маневровый ТЭМ18ДМ-1070.

Колесно-моторные блоки с МОП качения — принципиально новая разработка завода, обладающая улучшенными по сравнению с предшествующими решениями характеристиками. Использование этого

узла на тепловозах дает ряд преимуществ. Заметно сокращаются эксплуатационные расходы, снижается трудоемкость при обслуживании узла. Повышается экономичность тепловоза. Подшипники качения просты в работе и долговечны.

Ранее, по желанию заказчика, БМЗ уже применял такие КМБ на пяти машинах ТЭМ18ДМ, а также на новых моделях тепловозов — ТЭМ19, ТЭМ33, на опытных образцах ТЭМ28 и новейшем 3ТЭ25К2М.

Новый узел с улучшенными характеристиками на всех моделях зарекомендовал себя с положительной стороны и подтвердил заявленные пре-

имущества. Теперь же все серийные локомотивы оснащают колесно-моторными блоками с моторно-осевыми подшипниками.

Конструкция КМБ является унифицированной и предусматривает применение как на маневровых, так и на магистральных тепловозах. Работники инженерного центра внесли все необходимые изменения в документацию для дальнейшей установки и последующей эксплуатации новых КМБ на серийных тепловозах 2ТЭ25КМ и ТЭМ18ДМ.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»



ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКА ИШ-74 ПРИ ПОМОЩИ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ АВТОБЛОКИРОВКИ

Действие локомотивной сигнализации проверяется перед выдачей локомотива под поезд на индуктивном шлейфе, именуемом ИШ-74. Качество работы локомотивной сигнализации на перегоне зависит от того, какой величиной тока шлейфа она проверяется во время проведения технического обслуживания.

Ток ИШ-74 соответствует минимальному току в рельсах при шунтировании релейного конца рельсовой цепи, поэтому нормативный ток шлейфа принимается равным данной величине.

Для нахождения величины этого тока рассмотрим режим АЛС при шунтировании релейного конца рельсовой цепи с наименьшими условиями работы, каковыми являются минимальный ток источника питания I (см. рисунок) и минимальное сопротивление балласта r_6 , обеспечивающие необходимую чувствительность приемных устройств локомотива.

На рисунке представлена эквивалентная схема шунтового режима АЛС рельсовой

цепи автоблокировки, где сопротивление изоляции балласта r_6 характеризует ток утечки между рельсами по верхнему слою балласта, $r_{лш}$ — переходное сопротивление локомотивного шунта между рельсами и колесными парами, а $r_{вхр}$ — входное сопротивление релейного конца рельсовой цепи.

Но так как при вступлении первой колесной пары локомотива на рельсовую цепь напряжение на резисторах r_6 , $r_{лш}$ и $r_{вхр}$ одинаковое, то из уравнения $I_6 \cdot r_6 = I_{лш} \cdot r_{лш} = I_p \cdot r_{вхр}$ токи локомотивного шунта и релейного конца рельсовой цепи, соответственно, равны $I_{лш} = I_6 \cdot (r_6 / r_{лш})$ и $I_p = I_6 \cdot (r_6 / r_{вхр})$.

Поэтому в режиме АЛС полный ток рельсовой цепи можно представить выражением:

$$I = I_6 + I_{лш} + I_p = I_6 \cdot [1 + r_6 \cdot (1/r_{лш} + 1/r_{вхр})].$$

Выделяя из этого выражения ток между рельсами:

$$I_6 = I / [1 + r_6 \cdot (1/r_{лш} + 1/r_{вхр})],$$

находим ток АЛС в рельсах:

$$I_{АЛС} = I_6 = I \cdot r_6 \cdot (1/r_{лш} + 1/r_{вхр}) / [1 + r_6 \cdot (1/r_{лш} + 1/r_{вхр})].$$

Из полученного выражения следует, что при неизменном сопротивлении шунта локомотива и постоянном входном сопротивлении релейного конца рельсовой цепи величина тока АЛС в рельсах зависит только от сопротивления балласта. Чем оно меньше, тем меньше ток АЛС.

Поскольку сопротивление изоляции рельсовой цепи является распределенным параметром и выражается через удельную величину, отнесенную к единице длины рельсовой цепи, $r = r_6 \cdot L$, то можно составить таблицу расчетных токов АЛС рельсовых цепей различных длин при сухом балласте, когда их удельные сопротивления $r = 50$ Ом·км, переходное сопротивление локомотивного шунта $r_{лш} = 3,24$ Ом, входное сопротивление релейных концов рельсовых цепей $r_{вхр} = 0,2$ Ом, а полный минимальный ток в рельсах $I = 1,4$ А (табл. 1).

Нас также интересуют величины токов АЛС рельсовых цепей в дождливую погоду, когда удельное сопротивление мокрого балласта снижается до $r = 1$ Ом·км. Для этого

случая рельсовые значения токов АЛС сведены в табл. 2.

Из результатов полученных расчетов следует, что наиболее неустойчивым параметром рельсовой цепи в условиях эксплуатации является удельное сопротивление балласта. Резкое его изменение от 50 Ом·км при сухом балласте до 1 Ом·км при мокром балласте приводит к изменению не только тока АЛС в рельсах, но и шунтовой чувствительности приемных устройств локомотивной сигнализации.

Например, для рельсовых цепей согласно табл. 1 получен расчетный ток АЛС, равный регулировочному току чувствительности локомотивного приемника. Поэтому в сухую погоду сбои кодов локомотивной сигнализации не наблюдаются.

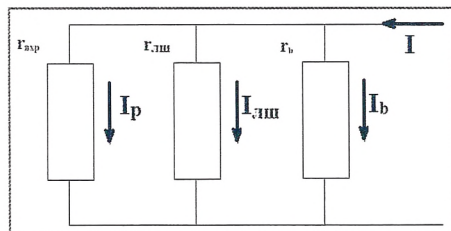
В дождливую же погоду, при занятии релейного конца рельсовых цепей длиной 1,5 км и более (см. табл. 2) наблюдается сбрасывание разрешающей сигнализации локомотива на белый сигнал локомотивного светофора из-за отсутствия приема кодовых сигналов из рельсовых цепей автоблокировки.

Чтобы этого не происходило, усилители УК25/50-м, ячейки ВУ1м-У и ВУ2-У системы КЛУБ-У следует настраивать на минимальную величину тока АЛС — 0,95 А, который протекает по рельсам в дождливую погоду при занятии рельсовой цепи.

Что касается качества контроля проверки локомотивной сигнализации на ПТОЛ, то индуктивный шлейф крепят у подошвы рельсов таким образом, чтобы между шлейфом, подошвой и шейкой рельса сохранялся воздушный промежуток не менее 10 мм. При этом величина тока в шлейфе устанавливается равной 0,95 А и считается нормативной величиной.

А.Н. ТЕСЛЕВ,

электромеханик Валуевского участка
ремонтного депо Лиски
Юго-Восточной дирекции
по ремонту тягового подвижного состава



Эквивалентная схема шунтового режима АЛС

Таблица 1

Токи АЛС при сухом балласте

L, км	1,0	1,5	2,0	2,5
r_6 , Ом	50	33	25	20
$I_{АЛС}$, А	1,39	1,39	1,38	1,38

Таблица 2

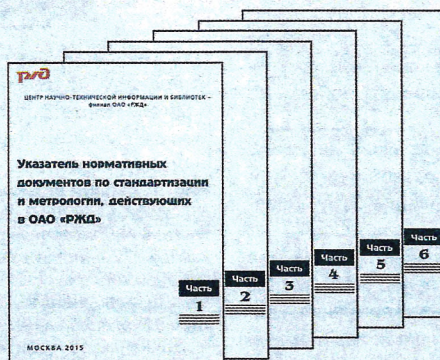
Токи АЛС при влажном балласте

L, км	1,0	1,5	2,0	2,5
r_6 , Ом	1,0	0,66	0,50	0,40
$I_{АЛС}$, А	1,17	1,09	1,01	0,95

ИНФОРМАЦИОННЫЕ УКАЗАТЕЛИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Центр научно-технической информации и библиотек (ЦНТИБ) ОАО «РЖД» предлагает информационные Указатели нормативных документов по стандартизации и метрологии, действующих в ОАО «РЖД» с 2015 и 2016 гг. Выпуск очередного Указателя планируется на I квартал 2018 г.

Указатель 2015 г. «Стандартизация и метрология...» (6 частей) и Указатель 2016 г. «Нормативные документы...» (4 части) включают информацию о действующих нормативных документах — межгосударственных, национальных, предварительных и корпоративных стандартах (ГОСТ, ГОСТ Р, ПНСТ, СТО РЖД), руководящих документах (РД), правилах (ПР), методических указаниях (МИ, МУ



и др.), стандартах НП «ОПЖТ», технических условиях (ТУ), а также нормативные правовые акты и общесистемные нормативные документы, регламентирующие деятельность ОАО «РЖД».

Информация о документах содержит: обозначение, наименование, сведения о замене, разработке и области применения.

По вопросам приобретения Указателей обращаться в ЦНТИБ ОАО «РЖД»:

тел.: 8 (499) 262-32-95, (499) 262-76-88;

тел./факсы: 8 (499) 262-69-11,

(499) 262-68-78

e-mail: informTR@mail.ru

На правах рекламы



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ КОНТАКТОРОВ ТИПА ПК

А.Ф. НОВИКОВ,

г. Пенза

Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания локомотивов предназначена для выявления и устранения предотказного состояния оборудования, входящего в состав локомотива, и обеспечения его надежной работы в межремонтный период эксплуатации.

Одновременно с этим существует и система ремонта локомотивов «по необходимости», т.е. межпоездного ремонта, ощутимо снижающая экономические показатели локомотиворемонтных и эксплуатационных депо.

Низкое качество выполнения плановых видов ремонта обусловлено множеством различных причин: квалификацией и мотивацией персонала, организацией технологических процессов ремонта, логистикой поставки запасных частей и материалов и др.

Важным оборудованием электровозов постоянного тока являются различные контакторы, от работоспособности которых зависит уровень надежности всего локомотива. Ниже рассмотрим конструкцию, основные неисправности и обслуживание пневматических контакторов типа ПК 31-36.

Такие контакторы установлены на электровозах серий ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 и др. Недостаточный уровень технической грамотности ремонтного персонала является основным препятствием для определения предотказного состояния деталей контактора и, как следствие, причиной их повреждения в эксплуатации.

Проверка основных параметров технических данных и технических требований, а также размеров деталей на соответствие нормам допусков износов в «Технических указаниях по ремонту электровозов», не обеспечивает обнаружение всех имеющихся отклонений контакторов от нормального технического состояния. Для этого необходимо хорошее знание конфигурации поверхностей всех деталей, механических и электротехнических свойств их материалов, взаимодействие в процессе работы, периодичности действия и величины механических и электрических нагрузок.

Принцип действия контакторов достаточно прост и понятен для исполнителей всех уровней квалификации. Огрехи в производстве ремонтных работ начинаются с незнания кинематики и взаимодействия деталей контактора.

ПРИНЦИП РАБОТЫ КОНТАКТОРА

Разрыв или раствор контактов обеспечивается расположением и перемещением кронштейнов подвижного и неподвижного контактов (рис. 1). По мере износа контактов раствор увеличивается.

Начальное нажатие, формирующееся жесткостью и размерами притирающей пружины, необходимо для безыскрового передвижения подвижного контакта по неподвижному в процессе включения и отключения контактора. Начальное нажатие не регулируется и обеспечивается только заменой притирающей пружины. Оно легко проверяется нажатием пальца руки на подвижный контакт. При ежедневной проверке нескольких десятков контакторов можно безошибочно определять нажатие с точностью до ста граммов. Но поэтому для обретения навыка точности ощущения стоит все-таки проверять его устройством замера нажатия.

Конечное нажатие возникает при окончании прогиба притирающей пружины в момент прикосновения цилиндрического упора к опорной перемычке на рычаге подвижного контакта. Цилиндрический упор, вставленный в притирающую пружину, ограничивает её прогиб, заканчивает процесс притирки контактов, обеспечивает создание конечного нажатия контактов непосредственно давлением воздуха в цилиндре привода за минусом силы сжатия отключающей пружины.

Конечное нажатие при износе контактов не изменяется и не регулируется. Некоторые отклонения возникают по причине разной жесткости и размеров отключающей пружины при изготовлении: по диаметру проволоки, диаметру и количеству витков.

Провал контактов предназначен для отодвигания линии размыкания контактов. Передвижение подвижного контакта по неподвижному осуществляется путем одновременного перекачивания и скольжения. При этом автоматически происходит взаимная зачистка контактных поверхностей от окислов и нагаров. Площадки длительного контактирования

остаются всегда чистыми. Поверхностям притирания контактов не требуется глубокая заправка напильниками с крупной насечкой, которая создает излишний искусственный износ, укорачивает срок службы и поэтому недопустима.

Величина провала контактов обеспечивается размером зазора δ между цилиндрическим упором $ж$ и опорной перемычкой между боковинами рычага подвижного контакта $и$ (рис. 2). Этот зазор не регулируется и в процессе работы не изменяется; его величина зависит от длины цилиндрического упора.

Провал контактов стабильнее, проще и удобнее определять по величине углового зазора Γ между держателем и рычагом подвижного контакта, который образуется при нажатии рукой на подвижный контакт.

ПРИЧИНЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Время действия контакторов при включениях и отключениях ускорили заменой кожаных уплотнительных манжет поршня в цилиндре привода резиновым кольцом, а также заменой быстро загустевающего прожировочного состава смазками ЦИАТИМ и МВГП.

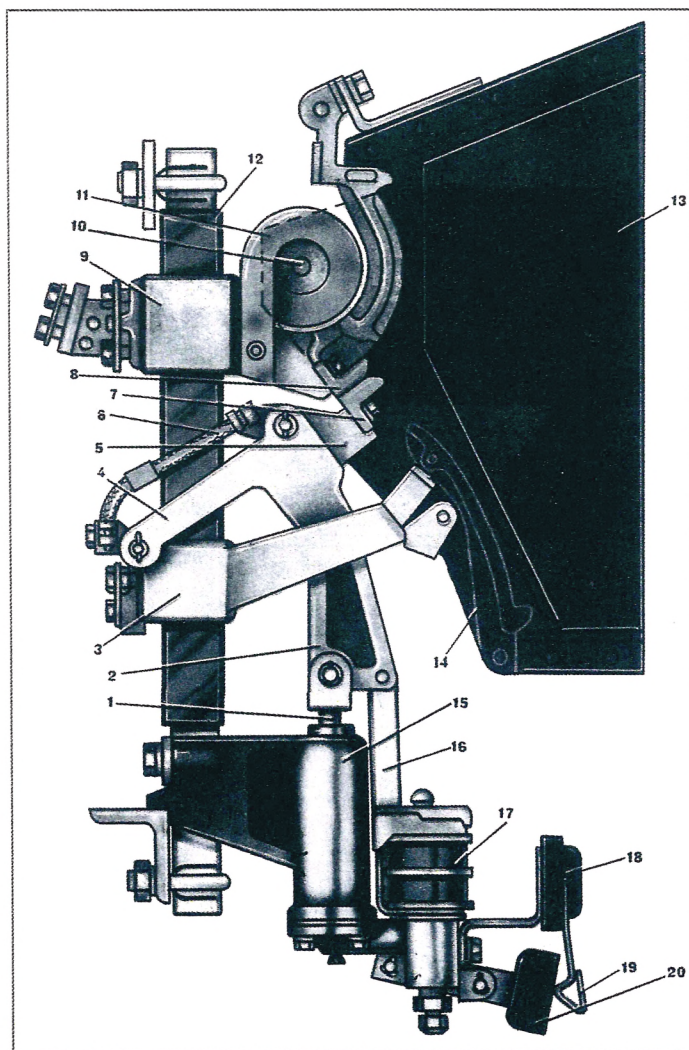


Рис. 1. Общий вид контактора типа ПК-31-36:

1 — шток привода; 2 — изоляционная тяга; 3 — кронштейн подвижного контакта; 4 — контактный рычаг; 5 — держатель подвижного контакта; 6 — гибкий шунт; 7 — подвижный контакт; 8 — неподвижный контакт; 9 — кронштейн неподвижного контакта; 10 — сердечник; 11 — дугогасительная катушка; 12 — изоляционная стойка; 13 — дугогасительная камера; 14 — дугогасительный рог; 15 — пневматический цилиндр; 16 — тяга; 17 — электромагнитный вентиль; 18 — кронштейн с держателем; 19 — блокировочные контакты; 20 — изоляционная колодка

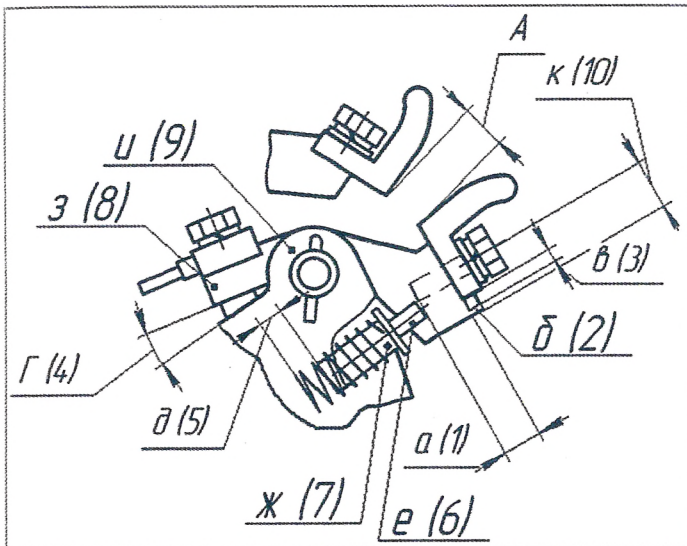


Рис. 2. Основные параметры контактов:

А — раcтвор контактов; а (1) — размер глубины резьбового отверстия крепежного болта; б (2) — упорный бурт; в (3) — зазор между контактом и буртом; г (4) — угловой зазор между держателем и рычагом; д (5) — зазор между торцом цилиндра упора и перемычкой рычага; е (6) — пластинчатый упор; ж (7) — цилиндрический упор; з (8) — держатель подвижного контакта; и (9) — рычаг подвижного контакта

Уменьшение силы трения поршня о стенки цилиндра заметно увеличило скорость его передвижения, а также всех подвижных деталей контактной системы. Значительно возросла сила удара подвижного контакта в неподвижный, участились случаи повреждения контакторов в эксплуатации.

Чтобы снизить число отказов контакторов, было предложено уменьшить скорость движения деталей контактной системы путем снижения скорости заполнения сжатым воздухом цилиндра привода. Достигается это уменьшением диаметра отверстия в штуцере электропневматического включающего вентиля до 1,4... 1,5 мм. При диаметре отверстия более 1,5 мм увеличение времени заполнения цилиндра воздухом (уменьшение скорости контактной системы) не ощущается.

Для контакторов, находящихся в эксплуатации, изготовитель рекомендовал нарезать резьбу в отверстиях штуцера и туда ввертывать резьбовую пробку с калиброванным отверстием диаметром 1,5 мм. К сожалению, электровозы прошли множество циклов депокских и заводских видов ремонта, а калибровка отверстий штуцеров не выполнена до сих пор.

Отливки латунных деталей имеют отклонения размеров более установленных чертежом. Эти отклонения вызывают нарушения размеров отдельных элементов деталей после механической обработки. Механическая обработка вносит свои изменения чертежных размеров деталей. Неотбракованные детали снижают надежность работы контакторов.

Уменьшение толщины отливки рычага подвижного контакта в зоне крепления контакта сказывается на размерах упорного бурта б по высоте и ширине (см. рис. 2). Уменьшается глубина а резьбового отверстия под крепежный болт. Возрастает вероятность выдавливания пластинчатого упора е из паза держателя неподвижного контакта.

Уменьшение размера а от контактной поверхности держателя подвижного контакта до пластинчатого упора е, запрессованного в паз держателя под резьбовым отверстием, создает опасность выдавливания пластинчатого упора крепежным болтом.

Установка контакта с зазором в до бурта не создает упирания торца крепежной полки контакта в бурт. Увеличение размера и от бурта до оси резьбового отверстия на держателе способствует появлению зазора в между контактом и буртом. Несоблюдение размера от торца крепежной полки до оси отверстия на самом контакте также создает условие возникновения зазора в.

При наличии зазора контакт удерживается в закрепленном положении только силой трения между контактом и держателем.

При возникновении пластических остаточных деформаций от действия тепловых и ударных нагрузок усилие нажатия головки болта на контакт ослабевает, переходное сопротивление контактного соединения увеличивается, сила трения уменьшается. Контакт нагревается и сдвигается с места крепления. Начинается ускоренное разрушение контактного соединения.

Перечисленные отклонения размеров деталей и создание зазоров контактной системы относятся к неподвижному контакту.

Удлиненный крепежный болт также создает начальное выдавливание пластинчатого упора из паза. Под действием ударных нагрузок пластинчатый упор смещается, происходит выпадение цилиндрического упора с притирающей пружиной, нормальное действие контактной системы нарушается. Электрической дугой причиняются значительные повреждения деталей.

С изоляционными тягами привода рычага подвижного контакта также имеются проблемы, поскольку в эксплуатации находится несколько видов изоляционных тяг.

Удлиненный треугольник с отверстиями по углам для установки осей соединения со штоком поршня, рычагом подвижного контакта и с тягой привода блокировочных контактов в поперечном сечении имеет форму двутавра. Этот вариант неудобен, так как имеет недостаток — затруднительное удаление загрязнений из углов по всей длине тяги.

Второй вариант имеет радиусный переход от полок к треугольной перемычке, что значительно облегчает удаление загрязнений.

Третий вариант наиболее практичен. Имеет некоторое подобие изолятора крышевого разъединителя. Увеличена длина пути поверхностного перекрытия электродуги, возможно легкое удаление загрязнений.

Форма и размеры деталей дугогасительной системы соответствуют нормам и правилам гашения электродуги, возникающей при размыкании контактов. Дугогасительные камеры продольно-щелевого и лабиринтно-щелевого типа установлены с учетом величины тока и напряжения участков электрической цепи. Контактные шунтировки промежуточных ступеней ослабления магнитного поля обмоток возбуждения тяговых двигателей не нуждаются в установке дугогасительных камер.

Снижение тока в электрической цепи путем отключения реостатных контакторов при быстром сбросе рукоятки контроллера с ходовых позиций 37, 27, 16 до нулевой сопровождается возникновением перенапряжений. Быстрое переключение соединения тяговых двигателей с параллельного на последовательное резко снижает величину тока, увеличивает индуктивность цепи и формирует скачок перенапряжения.

В этом процессе ЭДС самоиндукции силовой цепи суммируется с напряжением на контактном проводе. Общее напряжение силовой цепи становится многократно выше номинального напряжения контактной сети. Поэтому наблюдаются случаи пробоя воздушного промежутка между концом дугогасительного рога неподвижного контакта и скобой крепления стержня контактора к каркасу высоковольтной камеры. Электрический пробой по изоляционным поверхностям происходит и на других аппаратах силовой цепи.

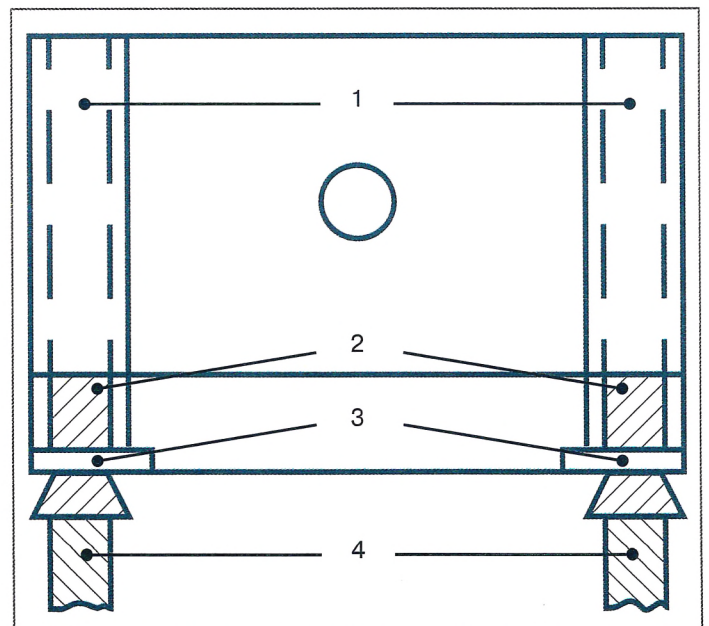


Рис. 3. Гибкий шунт:

1, 4 — жилы шунта; 2 — лакотканевая прокладка; 3 — хомутик наконечника



Установка пластмассовых колпачков на неизолированные торцы стержней и крепежные скобы многократно сократила число электродуговых перекрытий.

Слабым местом системы из-за неудовлетворительного конструктивного исполнения является зона неразъемного сварного соединения дугогасительной катушки с кронштейном неподвижного контакта.

Для пропуска тока от кронштейна подвижного контакта к держателю подвижного контакта установлен гибкий шунт (рис. 3). Он служит для защиты шарнирных соединений рычага с кронштейном и с держателем. Несколько тонких медных скрученных проволочек составляют прядь. Несколько свитых прядей образуют жгутик определенной площади поперечного сечения для пропуска тока заданной величины. Скрутка нескольких жгутиков образует жилу шунта. Шунт контактора изготовлен из двух жил, объединенных на одной стороне общим П-образным наконечником. На другой стороне жилы имеют индивидуальные наконечники.

Жилы шунта, общим наконечником закрепленные на конце держателя подвижного контакта, подвергаются множественному числу изгибов и перегибов при включениях и отключениях контактора. Индивидуальные наконечники закреплены неподвижно на кронштейне подвижного контакта. Для предотвращения излома проволочек прядей около наконечника он имеет специальную конструкцию. Хомутики наконечника через локотканевую прокладку должны нежестко обжимать жилу шунта. В этом случае не происходит резкого изгиба проволочек прядей около пайки наконечника. За хомутиками наконечника жилы имеют изгиб большого радиуса и меньше подвержены излому.

Для изготовления шунтов более приемлемы жгутики с размером поперечного сечения около 4 мм². Жгутики большего сечения состоят из двух слоев противоположного направления закрутки прядей. Механически они более жестки, слабее противостоят изгибу, у них быстрее происходит излом проволочек прядей.

В локомотивных депо нередко всё делают побыстрее и попроще: наконечники изготавливают без хомутиков; жилы пропаивают выше наконечника, из-за чего излом проволочек прядей ускорится.

Детали, подвергающиеся знакопеременным нагрузкам с большими концентрациями механических напряжений, выдерживают уменьшенное число циклов нагружения. Поэтому шунты с упрощенными самодельными наконечниками недолговечны.

На заводах обслуживают по отдельности жилы и наконечники. Иногда после обжима или опрессовки наконечника на жилах не выполняется совместная пропайка. При этом довольно продолжительное время сохраняется хорошая проводимость тока. В дальнейшем происходят окислительные процессы на стыке поверхностей жилы и наконечника, увеличивается переходное сопротивление, происходят перегрев деталей соединения и выпадение жилы из наконечника с соответствующими последствиями.

Пневматический привод очень прост по устройству. Детали привода имеют длительный срок службы и надежны в работе.

В эксплуатации используется несколько типов включающих вентилялей. Основной неисправностью является потеря герметичности впускных и выпускных клапанов. Резиновое уплотнительное кольцо (манжета) служит длительное время. При нарушении герметичности уплотнения поршня необходимы разборка цилиндра и замена кольца. Периодическая доправка смазки МВП обязательна.

Изолированные стержни для монтажа основных деталей — латунных кронштейнов и цилиндра пневматического привода имеют двухслойную изоляцию с высокими диэлектрическими свойствами. По причине полимеризации проявляются хрупкость и растрескивание наружного слоя. Пробоя изоляции оставшегося слоя и других последствий не наблюдалось. Предложенные пластмассовые стержни для замены металлических стержней распространения пока не получили.

Латунные кронштейны находятся на стержнях в статическом положении. Износов и повреждений не имеют. Возможно некачественное выполнение сварки с медной шиной дугогасительной катушки на кронштейне неподвижного контакта. Из-за наличия засоров и газовых пузырьков в металлическом расплаве возможно ухудшение механических свойств в районе крепления неподвижного контакта. Наблюдались надломы — очень узкие трещины в промежутке от неподвижного контакта до сварного соединения с шиной дугогасительной катушки, а также трещины сварного шва. Неприятность представляет зауженный желоб на дугогасительном роге, в который не проходит головка торцевого ключа для крепления болтика неподвижного контакта.

Электроблокировочные устройства низковольтных цепей управления предназначены для осуществления определенной последовательности включений и отключений электрических аппаратов. Работают устойчиво и надежно. Однако плохо закаленные или малоуглеродистые плоские стальные контактные пальцы теряют упругость, отгибаются, тем самым снижают надежность работы контактов. Работоспособность восстанавливается заменой пальцев.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ КОНТАКТОРОВ ПК

Ремонт пневматических контакторов электровозов на деповских видах текущего ремонта осуществляют практически в объеме технического обслуживания.

Основным методом обнаружения предотказного состояния деталей является их осмотр. Визуальный осмотр деталей относят к виду диагностики без использования приборов или других средств контроля. Термины «внимательный», «пристальный», «тщательный осмотр» предметно ничего не обозначают. Поэтому при осмотре деталей надо иметь виртуальное изображение реальных износов или повреждений, увиденных ранее на учебных образцах или на действующих аппаратах. Основное затруднение — представляет обнаружение каких-либо отклонений в начальной стадии, которые в дальнейшем трансформируются в реальные неисправности.

Никакой трудности не представляет обнаружение перегрева контактов, когда их поверхность покрыта слоем окалины. Незначительное потемнение (посинение) поверхностей контакта в районе постоянного контактирования (у пятки) говорит о начальной стадии нагрева. Это подтверждает появление скрипа при подтяжке крепежного болта. Нагрев контакта также подтверждает просевшая разрезная пружинная шайба после снятия контакта.

Есть больше разнообразие неисправностей и повреждений деталей контакторов, которые отчетливо видны при самом поверхностном взгляде. Простая замена поврежденной детали без определения причины повреждения не обеспечивает надежности работы аппарата на длительный срок. Умение определять причины неисправностей и, соответственно, их устранять является фундаментом опыта, навыка и профессионализма работника. Без выявления и устранения причины повторяемость повреждения неизбежна.

Технологический процесс технического обслуживания состоит из технологических операций, которые должны выполняться в определенной последовательности.

При общем осмотре контакторов со стороны среднего прохода высоковольтной камеры отмечают состояние и крепление наконечников кабелей и перемычек на выводах дугогасительных катушек сверху, на кронштейнах неподвижных контактов снизу. При осмотре контакторов со стороны бокового прохода уделяется внимание состоянию проводов низковольтной цепи управления и устройства блокировок.

При снятии дугогасительных камер обращают внимание на плотность соприкосновения полюсов и торцов сердечников дугогасительных катушек. Определяется степень выгорания боковин камеры от действия электрической дуги. При необходимости принимается решение о ее замене. Также определяется состояние дугогасительных рогов и крепление полюсов.

После снятия дугогасительных камер начинается внимательный осмотр каждой детали отдельно взятого контактора. Легким движением руки вверх-вниз, приложенной к подвижному контакту, определяют суммарный износ шарнирных соединений привода подвижного контакта — штока поршня с изоляционной тягой, изоляционной тяги с рычагом подвижного контакта, рычага с держателем подвижного контакта и рычага с кронштейном подвижного контакта. При увеличенном суммарном износе необходимо определить деталь с наибольшим износом отверстия или оси конкретного шарнирного соединения.

Простым взглядом оценивается состояние жил шунта, определяется количество прядей шунта с обрывом или изломом. По причине многочисленных изгибов и перегибов при включениях и отключениях происходит обрыв прядей жгутиков как раз на переходе каждой отдельной проволочки к припою наконечника. Это место называется зоной концентрации механических напряжений.

Для предотвращения изломов и значительного снижения напряжений необходимо организовать радиус изгиба шунта. Этот эффект достигается специальной конструкцией наконечника с хомутиками, обжимающими жилы через локотканевую прокладку.



Самодельные наконечники без хомутиков, с выступанием припоя выше наконечника являющейся причиной быстрых изломов жил. Такое положение создается и при безграмотной пропайке заводского наконечника совместно с хомутиками при деповском ремонте.

Проверка состояния деталей контактной системы начинается с определения наличия или отсутствия нагрева контактов. Изменение цвета боковой поверхности (посинение) контактов в зоне постоянного контактирования (у пятки), не подвергающейся действию электродуги, свидетельствует о нагреве контактов из-за нарушения крепления. Длительная прочность разъемного контактного соединения обеспечивается наличием упоров контактов для противостояния ударным нагрузкам.

Для подвижного контакта упором является буртик на контактной поверхности держателя. А у неподвижного контакта упором является дно паза на дугогасительном роге.

По различным причинам существует несколько вариантов отклонений от чертежных размеров при механической обработке крепежных поверхностей дугогасительного рога и держателя подвижного контакта. Рассмотрим основные из них.

➤ Увеличен размер от бурта до резьбового отверстия на держателе. Торцевая крепежная полка не прикасается к упорному бурту.

➤ Увеличен размер от дна паза до резьбового отверстия на дугогасительном роге. Торцевая крепежная полка не касается дна паза.

В обоих примерах стенки отверстий на контактах прикасаются к боковой поверхности крепежного болта. Под действием удара подвижного контакта в неподвижный происходят расшатывание крепежных болтов и нарушение геометрии резьбовых отверстий.

➤ Уменьшение размера от торца крепежной полки до отверстия на контакте не позволяет выполнить упор контакта в упорный бурт на держателе и в дно паза на дугогасительном роге.

➤ Уменьшенный размер по толщине бурта на держателе не выдерживает ударных действий и скалывается. При этом крепежным болтом деформируется резьбовое отверстие.

➤ Повторное использование перегретых контактов не обеспечивает длительной надежной работы контактора. При нагреве контактов более 200 °С происходит рекристаллизация меди. Механические свойства значительно снижаются. При слабой затяжке крепежного болта происходит не просто нагрев контакта, а обширное объемное повреждение деталей контактной системы под действием электродуги.

Изоляционная тяга двутаврового поперечного сечения с прямыми углами перехода к полкам неудобна тем, что удаление пыли, загрязнений и опилок из продольных углов затруднительно. Было немало случаев перебора электродуги по опилкам на каркас крепления контакторов и на корпус электропневматического вентиля при выпуске электровоза с планового ремонта.

➤ Обслуживание электропневматических вентилях различных модификаций по внешнему виду и по устройству клапанной системы не вызывает каких-либо затруднений. При потере плотности клапанов вентили просто заменяются.

➤ Блокировки цепей управления просты по устройству. Опасность представляют пластинчатые пальцевые контакты со слабыми упругими свойствами. Проверка нажатия таких контактов обязательна.

➤ Пневматический привод имеет практически одну неисправность — потеря герметичности по причине истирания резинового уплотнительного кольца поршня.

➤ Легкую запилровку контактов напильниками с мелкой насечкой следует выполнять в последнюю очередь. Контактную поверхность у пятки не зашлифовывать, так как она не подвергается действию электродуги.

➤ Периодическую подтяжку крепежных болтов необходимо выполнять с небольшого движения на отворачивание. При возникновении скрипучего звука, являющегося признаком нагрева контакта, болт надо вывернуть и по состоянию разрезной пружинной шайбы удостовериться в наличии или отсутствии нагрева контакта. При отсутствии подозрительного звука затянуть крепление болта.

➤ Яркий выраженный нагрев одного контакта обязывает выполнить обследование на нагрев и другого контакта.

➤ Вновь устанавливаемые контакты надо предварительно закрепить с обеспечением упирания в упорный бурт на держателе и в дно паза на дугогасительном роге. Окончательную затяжку болтов выполнить при нажатых контактах давлением воздуха пневматического привода.

➤ Запилкой контактной поверхности одного или обоих контактов создают требуемую длину линии соприкосновения контактов.

➤ По причине нестабильности размеров желоба дугогасительного рога по ширине и глубине неподвижный контакт закрепляют болтом с круглой головкой и крестообразными пазами на ней.

➤ Подвижный контакт закрепляется по-прежнему болтом с шестигранной головкой.

➤ Подтяжка болтов для обеспечения надежного закрепления контактов невозможна при использовании примитивной отвертки с треугольным лезвием, которая выдавливается из паза головки болта при выполнении кругового движения рукоятки.

➤ Отсутствие крестообразной отвертки, использование разработанного, изношенного торцевого ключа с шестигранной головкой не способствуют надежной работе контактной системы.

➤ Проверку последовательности включения-отключения контакторов следует выполнять по таблицам на всех позициях контроллера машиниста.

➤ Не менее важна проверка алгоритма срабатывания реостатных и линейных контакторов от последовательности замыкания-размыкания блокировочных контактов на групповых переключателях КСП-0 и КСП-1, КСП-2 в положениях перехода с последовательного и с последовательно-параллельного на параллельное соединение тяговых двигателей. Так же и в обратном порядке.

Другим важным фактором, влияющим на качество проведения ремонта и обслуживания контакторов, является некоторая самостоятельность персонала при выполнении регламентных работ, что особенно ощутимо при отсутствии действующих технологических карт.

Силу давления сжатого воздуха для нажатия контактов передают шесть звеньев контактной системы: поршень, шток, изоляционная тяга, рычаг, цилиндрический упор и держатель подвижного контакта. Каждая деталь (звено) имеет допустимые по чертежу отклонения от номинальных размеров. В конечном итоге получаются относительные смещения подвижного и неподвижного контактов, которые должны быть в установленных пределах.

При установке или замене контактов в первую очередь должны быть обеспечены упоры контактных полок в буртик на держателе подвижного контакта и в дно паза на кронштейне неподвижного контакта. Для получения полной линии контактирования необходимо делать припиловку контактов.

Чтобы ускорить самопроизвольную установку контактов, исполнители ремонта заранее рассверливают на них отверстия на 2... 3 мм более диаметра крепежного болта. Этим действием они уменьшают опорную поверхность контактирования, создают условия для возникновения нагрева, не обеспечивают прочность и долговечность закрепления контактов.

Шунты ПК имеют специализированные наконечники в целях предотвращения изломов прядей жил при изгибах и перегибах, которые возникают в зоне перехода от пайки наконечника к гибкой части.

Пайка наконечников в перегретом припое сопровождается подъемом его выше наконечника и выше локотканевой обертки по капиллярам жил шунта, что всецело уничтожает специализированность наконечников.

Самостоятельность исполнителей проявляется и в мероприятиях по снижению ударного действия системы подвижного контакта в неподвижный контакт.

Для уменьшения скорости заполнения цилиндра ПК сжатым воздухом, а следовательно, снижения скорости перемещения деталей подвижной системы, использовали какие-то шайбы и даже монеты с калиброванным отверстием диаметром 1,5 мм, устанавливаемыми на входе штуцера в корпус электропневматического вентиля. Самый простой, нетрудоемкий, надежный способ уменьшения отверстия в штуцере — запайка торца штуцера и сверление калиброванного отверстия.

Обслуживание контактов в перегретом припое выше 200 °С сопровождается рекристаллизацией, снижением твердости и механической характеристики меди. Значительно целесообразнее выполнять лужение контактной полки контактов для легкого определения признаков начальной стадии нагрева контактов и своевременного предотвращения объемного повреждения деталей контактной системы.

К слову, один из специалистов Тбилисского электровозостроительного завода, сопровождавший первые партии электровозов ВЛ10, высказал удивление по поводу зачистки боковин и перегородок дугогасительных камер крупнозернистой шкуркой, поскольку нет необходимости удалять остеклованный слой асбоцементных плит, который является защитным слоем от действия электродуги.

Поэтому сразу же прекратили зачистку дугогасительных камер. Жаль, что тогда не заметили ненужность запилки контактов напильниками с крупной насечкой, которыми снимается защитный слой и осуществляется неестественный износ контактов.



СХЕМА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗА ТЭП70БС

М.В. ТИТОВ,

машинист эксплуатационного депо Тайга
Западно-Сибирской дирекции тяги,

С.В. ШЕЛУХИН,

начальник конструкторского бюро
ОАО «Коломенский завод»

Пассажирский тепловоз ТЭП70БС оборудован пневматическим автоматическим, электропневматическим, прямымдействующим неавтоматическим, стояночным и электрическим реостатным видами тормозов. В отличие от тепловозов ТЭП70, на данном локомотиве установлен блок тормозных приборов для пассажирских локомотивов 020, который представляет собой панель с каналами для прохода воздуха с прифланцованными к ней приборами. Применение данного блока позволило упростить процесс монтажа приборов тормоза на тепловозе и облегчить обслуживание приборов в процессе эксплуатации. Схема пневматического тормозного оборудования тепловоза приведена на рис. 1.

НАЗНАЧЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОГО НА БЛОКЕ ТОРМОЗНЫХ ПРИБОРОВ 020

Расположение тормозного оборудования на блоке тормозных приборов БТП можно проследить по рис. 2.

Ф5. Фильтр.

Разобщительный кран КН20. Обеспечивает зарядку из питательной магистрали всех тормозных приборов, расположенных на блоке, питание резервуара РС4, а также отключение блока БТП в случае его неисправности или ремонта.

Разобщительный кран КН15. Служит для отключения питательной камеры реле давления РД1 первой тележки от питательного резервуара РС4 и питательной магистрали (исключает наполнение тормозных цилиндров первой тележки).

Разобщительный кран КН16. Служит для отключения питательной камеры реле давления РД2 второй тележки от питательного резервуара РС4 и питательной магистрали (исключает наполнение тормозных цилиндров второй тележки).

Разобщительный кран КН10. Отключает устройство, обеспечивающее наполнение тормозных цилиндров повышенным давлением в диапазоне скоростей от 160 до 60 км/ч и снижении давления в тормозной магистрали ниже 3,0 кгс/см² (ВТ3 и РЕД2) от питательной магистрали и питательного резервуара РС4.

Разобщительный кран КН11. Отключает устройство, обеспечивающее замещение

Фото А.В. Молчанова

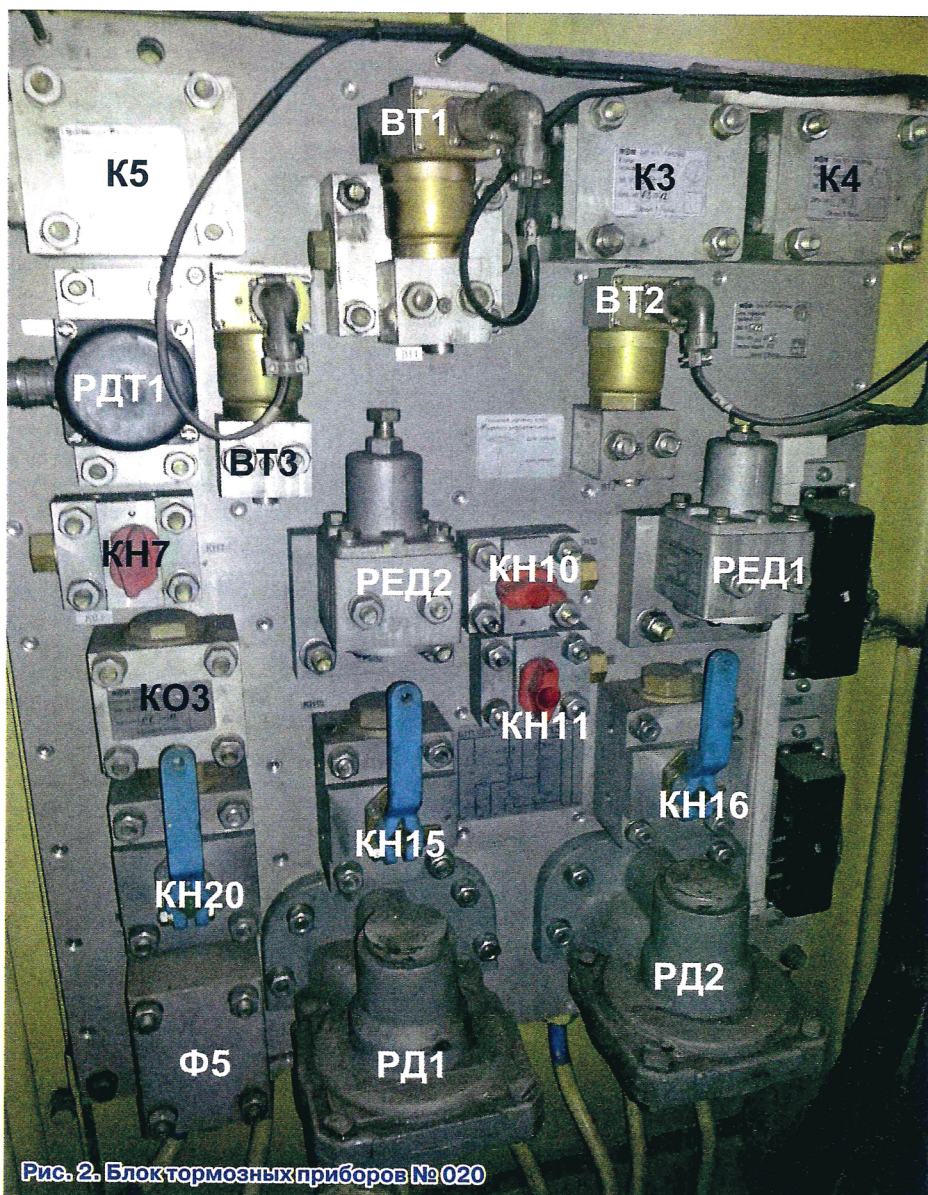


Рис. 2. Блок тормозных приборов № 020

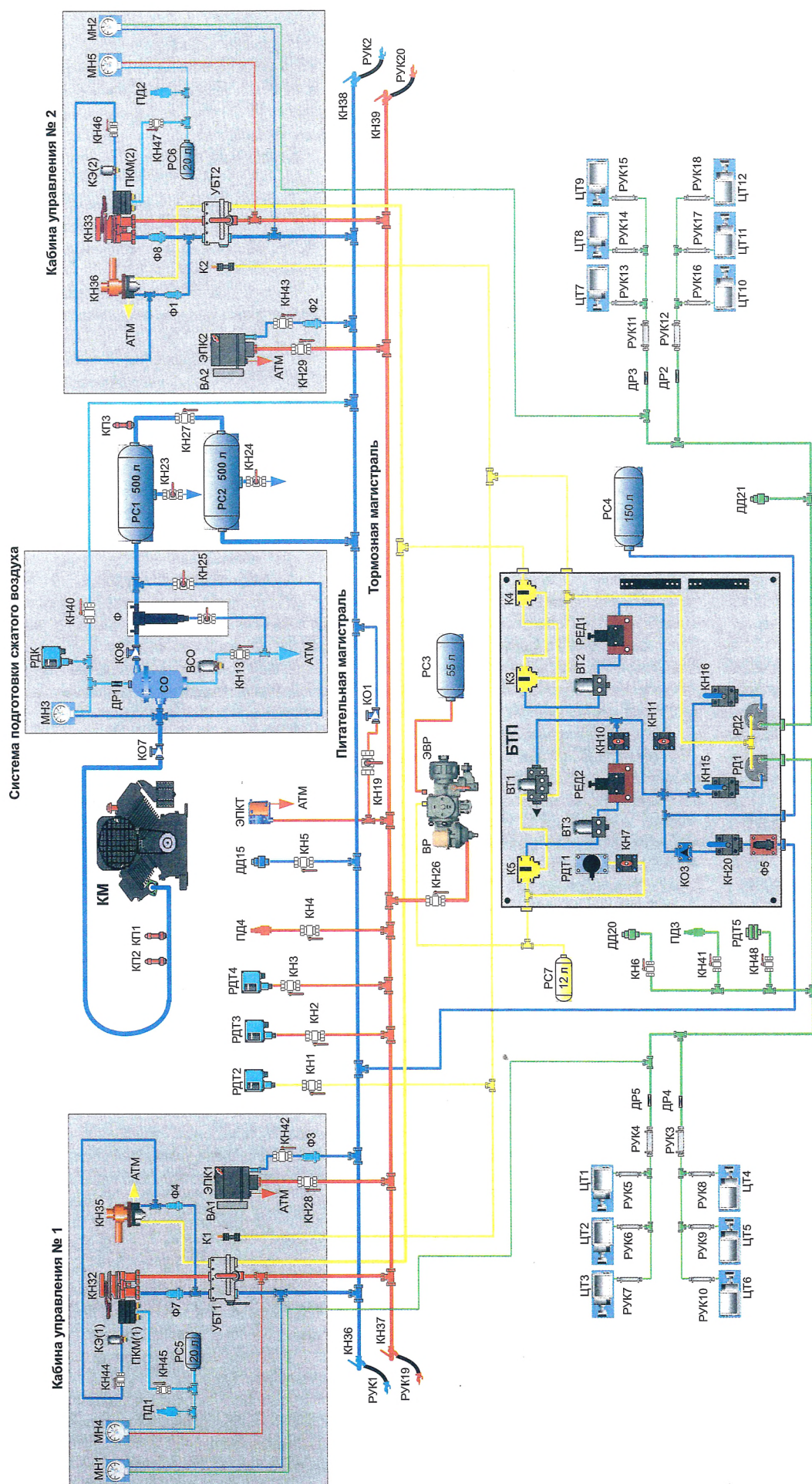


Рис. 1. Схема тормозного пневматического оборудования тепловоза ТЭП70БС:

ВА1, ВА2 — блоки КОИ; ВР — воздухораспределитель № 242-1-01 (№ 292М); ВСО — электромагнитный клапан КЭО 08/10/108/111/10 с ЭМ 00/ДС/110/1; ДД15, ДД20, ДД21 — датчики избыточного давления АДЗ-СМЛ-10.2-1 16 бар; ДР1 — дроссель диаметром 2,1 мм; ДР2 — ДР5 — дроссели диаметром 7 мм; К1, К2 — клапаны № 4315; КМ — компрессор ПК-5,25А; КН1 — КН6, КН13, КН19 — краны 4302; КН23, КН24 — краны 4301; КН25 — КН27 — краны 4309; КН28, КН29 — краны 4309А; КН32, КН33 — краны машиниста № 395М; КН35, КН36 — краны управления № 215; КН36 — КН39 — концевые краны 4314; КН40 — КН48 — краны 4200; КН35, КН36 — краны управления № 215; КО1 — обратный клапан 1-2; КО7, КО8 — клапаны 1-10; КП1 — КП3 — предохранительные клапаны № 3-216; КЭ(1), КЭ(2) — электромагнитные клапаны КЭО 03/10/110/121 с ЭМ 00/ДС/110/1; МН1, МН2, МН4, МН5 — манометры двойные, р = 1,6 МПа; МН3 — двухстрелочный манометр, р = 1,6 МПа; ПД1 — ПД4 — преобразователи давления измерительные ДД-И-1,00-04; ПКМ(1), ПКМ(2) — электропневматические приставки ПЭКМ1/485; СО — сепаратор-осушитель; РДК — датчик-реле давления ДЕМ102-1-02-2; РДТ2 — РДТ4 — датчики-реле давления ДЕМ102-1-02-2; РДТ5 — сигнализатор оттока тормозов № 352А; РД1, РД2 — главные резервуары (2х500 л); РД3 — запасной резервуар (55 л); РД4 — резервуар (150 л); РД5, РД6 — равнительные резервуары; РД7 — резервуар (12 л); РУК1, РУК2 — рукава Р17Б; РУК3 — РУК18 — рукава Р32; РУК19, РУК20 — рукава 369А; УБТ1, УБТ2 — устройства блокировки тормозов № 367А; Ф — пылевой фильтр; Ф1 — Ф4 — фильтры Э114; Ф7



электрического тормоза пневматическим (ВТ2 и РЕД1) от питательной магистрали и питательного резервуара РС4.

Разобщительный кран КН7. Обеспечивает отключение датчика-реле давления РДТ1.

Обратный клапан КО3. Обеспечивает зарядку и поддержание давления в питательном резервуаре РС4 из питательной магистрали, а также отключение питательного резервуара РС4 при снижении давления в питательной магистрали ниже давления в резервуаре.

Электроблокировочный клапан ВТ1. Служит для исключения одновременного действия пневматического и электрического тормозов тепловоза, т.е. для отключения автоматического тормоза при действии электрического (реостатного) торможения.

Электропневматический вентиль ВТ2. Обеспечивает замещение электрического торможения пневматическим в случае срыва электрического торможения.

Электропневматический вентиль ВТ3. Обеспечивает наполнение тормозных цилиндров тепловоза повышенным давлением ($6,0 \pm 0,2$ кгс/см² в диапазоне скоростей от 160 до 60 км/ч при давлении в тормозной магистрали ТМ ниже 3,0 кгс/см²).

Сигнализатор давления РДТ1. При применении автотормозов или ЭПТ и достижении давления в управляющей камере реле давления РД1, РД2 значения 0,3 кгс/см² дает сигнал на разбор тяги (если торможение происходило в режиме тяги) и сбор схемы электрического тормоза.

Редуктор РЕД1. Отрегулирован на давление ($2,0 \pm 0,2$) кгс/см² (работает совместно с электропневматическим вентилем ВТ2).

Редуктор РЕД2. Отрегулирован на давление ($6,0 \pm 0,2$) кгс/см² (работает совместно с электропневматическим вентилем ВТ3).

Переключательный клапан К3. Предназначен для автоматического переключения подачи воздуха между переключательным клапаном К4 и электропневматическим вентилем ВТ2 к реле давления РД1, РД2.

Переключательный клапан К4. Предназначен для автоматического переключения подачи воздуха между воздухораспределителем ВР (электровоздухораспределителем ЭВР) и краном вспомогательного тормоза КН35 (КН36) к реле давления РД1, РД2.

Переключательный клапан К5. Служит для автоматического переключения подачи воздуха между воздухораспределителем ВР (электровоздухораспределителем ЭВР) и электропневматическим вентилем ВТ3 к реле давления РД1, РД2.

Реле давления РД1, РД2. Предназначены для наполнения тормозных цилиндров тепловоза при торможении и выпуска сжатого воздуха из них при отпуске тормозов.

Следует помнить, что в вышеперечисленных разобщительных кранах вертикальное расположение ручки крана на блоке соответствует его открытому положению, а горизонтальное — закрытому.

ЗАРЯДКА СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ ПИТАТЕЛЬНОЙ И ТОРМОЗНОЙ МАГИСТРАЛЕЙ

Источником сжатого воздуха на тепловозе ТЭП70БС служит компрессор типа ПК-5,25А. Привод компрессора выполнен от отдельного электродвигателя постоянного тока. Крутящий момент от электродвигателя передается на вал компрессора через муфту.

При работе компрессора сжатый воздух по напорному трубопроводу подходит к предохранительным клапанам КП1, КП2 и далее через трубопровод охлаждения «змеевик» и обратный клапан КО7 поступает в систему подготовки сжатого воздуха, к манометру МН3 и разобщительному крану КН25.

Применение «змеевика» позволяет несколько понизить температуру нагнетаемого воздуха, так как компрессор не имеет конечного холодильника перед поступлением в сепаратор-осушитель СО системы подготовки сжатого воздуха.

При прохождении сжатого воздуха через сепаратор-осушитель происходит удаление влаги и масла, находящихся во взвешенном состоянии, и его осушение на слое адсорбента. Далее воздух поступает к обратному клапану КО8 и в фильтр Ф, который позволяет улавливать фильтрующим элементом механические примеси из воздуха. Фильтр Ф укомплектован разобщительным краном, позволяющим соединить его с атмосферой.

В процессе эксплуатации при открытии крана обратным потоком воздуха можно произвести очистку фильтрующего элемента. Данная операция проводится при неработающем компрессоре при наличии воздуха в главных резервуарах. Во всех остальных случаях кран должен быть перекрыт.

Далее сжатый воздух заполняет главный резервуар РС1 объемом 500 л и подходит к предохранительному клапану КП3, а через разобщительный кран КН27 также наполняет резервуар РС2 объемом 500 л. Из главных резервуаров воздух поступает к разобщительным кранам продувки резервуаров КН23, КН24 и далее — в питательную магистраль ПМ.

Из ПМ воздух поступает к конечным кранам КН36, КН38 и рукавам РУК1, РУК2.

Рассмотрим, к каким пневматическим цепям поступает сжатый воздух из питательной магистрали в кабине управления № 1:

➤ к манометру МН1;

➤ к устройству блокировки тормозов УБТ1; при этом ключ блокировочного устройства повернут вниз (см. рис. 1), соответственно, блокировочное устройство включено, и сжатый воздух поступает через фильтры Ф7, Ф4 к крану машиниста КН32 и крану вспомогательного тормоза КН35;

➤ через разобщительный кран КН44 к электромагнитному клапану КЭ(1);

➤ через фильтр Ф3 и разобщительный кран КН42 к электропневматическому клапану автостопа ЭПК1.

В кабине управления № 2 сжатый воздух из питательной магистрали поступит только до

устройства блокировки тормозов УБТ2 (так как УБТ2 в нерабочей кабине выключено), к манометру МН2 и через фильтр Ф2 разобщительный кран КН43 — к электропневматическому клапану автостопа ЭПК2.

Также воздух из ПМ поступает к блоку тормозных приборов (БТП). В БТП воздух поступает к следующим пневматическим узлам:

➤ через фильтр Ф5, разобщительный кран КН20 и обратный клапан КО3 — в питательный резервуар РС4 объемом 150 л;

➤ через разобщительные краны КН15, КН16 — в питательные камеры реле давления РД1, РД2;

➤ через разобщительный кран КН10, редуктор РЕД2 — к электропневматическому вентилю ВТ3;

➤ к электроблокировочному клапану ВТ1;

➤ через разобщительный кран КН11, редуктор РЕД1 — к электропневматическому вентилю ВТ2.

Кроме этого от ПМ воздух поступает:

➤ через разобщительный кран КН5 — к датчику давления ДД15;

➤ до обратного клапана КО1.

Зарядка сжатым воздухом ПМ происходит до давления 9,0 кгс/см², после чего электродвигатель компрессора КМ автоматически отключается микропроцессорной системой управления тепловозом по команде датчика-реле давления РДК, сообщенным с ПМ через разобщительный кран КН40. Электродвигатель компрессора вновь включается, когда давление в главных резервуарах РС1 и РС2 становится менее 7,5 кгс/см². На случай неисправности датчика-реле давления РДК или нештатной работы компрессора КМ главные резервуары защищены предохранительными клапанами КП1 — КП3, отрегулированными на давление 10 кгс/см².

Обратный клапан КО7 разгружает трубопровод до компрессора от избыточного давления воздуха при неработающем компрессоре, что в последующем облегчает пуск электродвигателя.

Датчик давления ДД15 предназначен для передачи информации через микропроцессорную систему управления о наличии давления сжатого воздуха в питательной магистрали и главных резервуарах.

Для зарядки тормозной магистрали ручку крана машиниста необходимо установить в положение I или II. Для рассматриваемого нами случая это кран машиниста КН32 в рабочей кабине № 1. При этом от крана машиниста КН32 сжатый воздух поступает в следующие цепи:

➤ через электропневматическую приставку ПКМ(1) и разобщительный кран КН45 — в уравнительный резервуар РС5 объемом 20 л;

➤ к датчику преобразователя давления ПД1 и манометру МН4.

Кроме того, сжатый воздух из питательной магистрали ПМ через кран машиниста КН32, комбинированный кран устройства блокировки тормозов УБТ1 поступает к манометру МН4 и далее — в тормозную магистраль ТМ.

Из тормозной магистрали воздух поступает:

- к концевым кранам КН37, КН39 и рукавам РУК19, РУК20;
- через разобщительный кран КН28 — к электропневматическому клапану автостопа ЭПК1;
- через разобщительные краны КН2, КН3, соответственно, к датчикам-реле давления РДТ3 и РДТ4;
- через разобщительный кран КН4 — к датчику преобразователя давления ПД4;
- через разобщительный кран КН26, воздухораспределитель ВР — в запасной резервуар РС3 объемом 55 л;
- к разобщительному крану «холодного» следования КН19;
- к электропневматическому клапану экстренного торможения ЭПКТ.

В кабине управления № 2 сжатый воздух из тормозной магистрали поступит только до устройства блокировки тормозов УБТ2, а также к манометру МН5 и через разобщительный кран КН29 — к электропневматическому клапану автостопа ЭПК2.

В заключение раздела рассмотрим назначение и функции следящего тормозного оборудования в цепи зарядки тормозной магистрали.

Датчик-реле давления РДТ3. Выключает режим тяги тепловоза при снижении давления в тормозной магистрали ниже $3,0 \text{ кгс/см}^2$ и разрешает последующий сбор тяги при давлении в тормозной магистрали не менее $5,0 \text{ кгс/см}^2$.

Датчик-реле давления РДТ4. При торможении на скорости движения свыше 60 км/ч и падении давления в тормозной магистрали ниже 3 кгс/см^2 замыкает цепь питания катушки электропневматического вентиля ВТ3, расположенного на блоке тормозных приборов БТП (см. рис. 1, 2).

Электропневматический клапан экстренного торможения ЭПКТ дистанционного управления. Служит для обеспечения дистанционной разрядки тормозной магистрали темпом экстренного торможения при подаче электрического сигнала по радиоканалу.

Датчики преобразователя давления ПД1, ПД2. Предназначены для передачи сигнала о давлении воздуха уравнительного резервуара, ПД4 о давлении воздуха в тормозной магистрали в систему КЛУБ-У.

Электромагнитные клапаны КЭ(1), КЭ(2) и электропневматические приставки ПКМ(1), ПКМ(2), установленные между корпусом крана машиниста и редуктором, входят в систему автоторможения поезда.

РАБОТА СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Автоматическая адсорбционная установка осушки сжатого воздуха исключает выпадение влаги в элементах пневмосистем поезда. Применяемый адсорбент — силикагель.

Работа сепаратора-осушителя включает следующие циклы:

- режим осушки — в период работы компрессора;
- режим регенерации — в период прекращения подачи воздуха компрессором;

- процесс регенерации адсорбента — безнагревный.

Принцип работы системы заключается в следующем. При достижении верхнего предельного давления в главных резервуарах одновременно с остановкой компрессора через реле времени подается напряжение на катушку электромагнитного клапана ВСО. Открываясь, клапан соединяет сепаратор-осушитель СО с атмосферой. Происходит выброс воздуха из корпуса сепаратора-осушителя и трубопровода от компрессора до обратного клапана КО8. Вместе с воздухом из корпуса СО выбрасывается отсепарированная из воздуха вода.

Одновременно сухой воздух из питательной магистрали тепловоза через разобщительный кран КН40, дроссель ДР1 диаметром $2,1 \text{ мм}$ проходит через адсорбент СО и далее через открытый клапан ВСО и кран КН13 выбрасывается в атмосферу. Происходит регенерация (восстановление работоспособности) адсорбента. Длительность регенерации, а значит и количество воздуха, потраченного на эту операцию, определяется настройкой реле времени, входящего в состав электрической цепи питания клапана ВСО (в заводской настройке данное время установлено в 30 с). По окончании этого времени катушка клапана обесточивается, и клапан ВСО закрывается. Происходит плавное (посредством дросселя ДР1) заполнение корпуса сепаратора-осушителя воздухом до давления питательной магистрали.

По достижении нижнего предельного давления датчик-реле давления РДК дает команду на включение компрессора. При этом вышеизложенный цикл повторяется. Работу и параметры настройки приборов системы подготовки сжатого воздуха можно контролировать по показаниям двухстрелочного манометра МН3.

При штатной работе системы подготовки сжатого воздуха кран КН25, установленный на обводной магистрали, перекрыт и опломбирован. В случае, если клапан ВСО не открывается (нет процесса регенерации адсорбента), необходимо перенаправить поток воздуха в обход сепаратора-осушителя СО путем открытия крана КН25. Если клапан ВСО не закрывается, то следует дополнительно перекрыть кран КН13. Для стабильной работы системы при отрицательных температурах наружного воздуха клапан ВСО имеет обмотку обогрева.

Описанная выше схема системы подготовки сжатого воздуха реализована на тепловозах ТЭП70БС, начиная с № 258.

На тепловозах ТЭП70БС до № 258 система имеет отличительные особенности (рис. 3). В частности, нагнетаемый компрессором КМ воздух поступает в сепаратор-осушитель, в котором он очищается от взвешенных частиц воды и масла и осушается на адсорбенте. Далее сухой воздух, пройдя через обратные клапаны КО7 и КО8, поступает в главные резервуары РС1 и РС2, соответственно, в питательную магистраль.

Во время работы компрессора КМ управляющая полость клапана К8, вентиль ВСО, реле

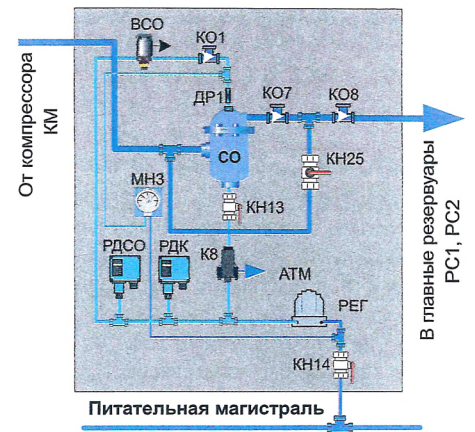


Рис. 3. Схема системы подготовки сжатого воздуха тепловоза ТЭП70БС до № 258:

ВСО — электромагнитный клапан КЭО 08/10/108/111/10 с ЭМ 00/DC/110/1; ДР1 — дроссель диаметром $1,4 \text{ мм}$; К8 — клапан осушки; КН13 — кран 4302; КН25 — кран 4309; КО1 — обратный клапан № Э-175; КО7, КО8 — клапаны 1-10; МН3 — двухстрелочный манометр, $p = 1,6 \text{ МПа}$; РЕГ — регулятор давления ЗРД; РДСО — датчик-реле давления ДЕМ102-1-02-2; СО — сепаратор-осушитель

РДСО и РДК связаны через регулятор РЕГ с атмосферой. Клапан К8 закрыт. Катушка вентиля ВСО обесточена, вентиль открыт. При повышении давления воздуха в питательной магистрали до 9 кгс/см^2 (давление, на которое отрегулирован РЕГ) воздух из питательной магистрали через регулятор РЕГ подводится к управляющей полости продувочного клапана К8, вентиль ВСО, реле РДСО и РДК. Одновременно происходит следующее:

- замыкаются контакты реле РДСО, катушка вентиля ВСО получает питание, клапан вентиля закрывается;
- размыкаются контакты реле РДК, что вызывает остановку компрессора;
- открывается продувочный клапан К8.

В результате этого происходит выброс воздуха из сепаратора-осушителя СО. Во время стоянки компрессора продувочный клапан К8 остается постоянно открытым. При падении давления воздуха в питательной магистрали до 8 кгс/см^2 происходит размыкание контактов реле РДСО, катушка вентиля ВСО обесточивается, клапан вентиля открывается. Воздух из питательной магистрали через регулятор РЕГ, вентиль ВСО, клапан КО1, дроссель ДР1 диаметром $1,4 \text{ мм}$ поступает в сепаратор-осушитель СО и далее через кран КН13 и клапан К8 выбрасывается в атмосферу.

В интервале падения давления с 8 до $7,5 \text{ кгс/см}^2$ происходит регенерация адсорбента осушенным воздухом из главных резервуаров. При давлении $7,5 \text{ кгс/см}^2$ регулятор РЕГ сообщает с атмосферой управляющую полость клапана К8 и реле РДК и РДСО. Клапан К8 закрывается, компрессор включается. Далее цикл повторяется. В случае появления неисправностей в работе клапана К8 до их устранения необходимо перекрыть кран КН13. При работе с закрытым краном КН13 следует производить ручную продувку путем открытия крана КН13 через каждые 3 — 4 ч работы тепловоза.

(Окончание следует)



ОБОСНОВАНИЕ НАЗНАЧЕННОГО СРОКА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВОВ

Э.С. ОГАНЬЯН, д-р техн. наук, АО «ВНИКИ», г. Коломна

В результате длительной работы экипажной части локомотивов (рама и кузов, их шкворневые узлы, рамы тележек, оси колесных пар и др.) под действием знакопеременных циклических нагрузок происходит деградация прочностных свойств металла деталей. Это снижает их сопротивление усталости, что может впоследствии привести к разрушению конструкции. При этом накопление повреждений в материале деталей не должно приводить к внезапным отказам и полной потере их работоспособности, что обеспечивается принятыми методами проектирования, отраслевыми нормативными требованиями к прочности и динамическим качествам локомотивов на определенный период эксплуатации — назначенный срок службы. Для локомотивов его величина составляет в среднем около 30 лет [1].

Это обеспечило значительную физическую сохранность парка эксплуатируемых локомотивов к моменту истечения назначенного срока службы. Однако сложившаяся ситуация со старением парка и требования безопасности делают актуальным обоснованное установление и продление назначенного срока службы локомотивов.

Предлагаемый для этого подход основан на концепции безопасной эксплуатации объекта по его техническому состоянию. Он требует наличия и оценки ресурса базовых частей локомотива. Аналогичный подход был принят для машин и оборудования опасных производственных объектов [2], магистральных газопроводов [3].

Таким образом, задача определения безопасного срока службы локомотива состоит в том, чтобы правильно оценить техническое состояние локомотива и обоснованно спрогнозировать его с высокой надежностью, обеспечив при этом безопасную эксплуатацию локомотива в заданный период по ресурсу (по критериям прочности, жесткости, сопротивления усталости) его несменяемых (базовых) несущих конструкций. Эта задача решается расчетно-экспериментальными методами исследования и оценки напряженно-деформированного состояния базовых частей локомотива, а также с использованием накопленных эксплуатационных данных.

В соответствии с ГОСТ Р 55513–2013 [1] оценка прочности и долговечности конструкций локомотива проводится по коэффициентам запаса статической прочности и сопротивления усталости. Однако коэффициенты запаса не в полной мере учитывают случайный характер и интенсивность эксплуатационных нагрузок (под действием которых происходит накопление усталостных повреждений), поэтому не позволяют оценить ресурс и судить о вероятности поломки детали или степени такого риска за срок службы. Вследствие этого прочность необходимо подтверждать не только коэффициентами запаса, но и расчетами на долговечность (ресурс), учитывающими технические, конструктивные и эксплуатационные факторы, обуславливающие работоспособность объекта и безопасность его эксплуатации с заданными уровнями риска (надежности).

В предлагаемом подходе оценка ресурса проводится в отношении критических элементов базовых частей объектов, испытывающих при эксплуатации наибольшее действие механических нагрузок в диапазоне чисел циклов от 10^0 (статическое нагружение) до 10^9 (многоцикловое нагружение), и осуществляется в начале или на любой стадии эксплуатации с использованием данных о состоянии объектов. При этом учитываются накопленные в процессе эксплуатации циклические, временные, коррозионные и другие повреждения, а также основные конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы, изменяющие характеристики и определяющие наступление предельных состояний несущих (базовых) элементов объектов.

По величине ресурса с введением соответствующих запасов (по напряжениям, деформациям, долговечности) устанавливается срок службы объекта до истощения назначенного ресурса или до очередного освидетельствования и оценки состояния. При этом опре-

деляются также необходимые мероприятия по совершенствованию (доработке), ремонту или замене поврежденных элементов объекта.

При эксплуатации локомотива главная рама и несущие элементы кузова испытывают значительные продольные повторно-статические и ударные нагрузки с относительно малым числом циклов нагружения. Под действием этих нагрузок в ряде элементов конструкций могут возникать напряжения, близкие к пределу текучести материала с возможным образованием в них остаточных деформаций.

В этом случае оценка ресурса должна проводиться по результатам испытаний и расчетов несущей способности конструкции по деформационным критериям и малоциклового усталости. Для этого на локомотиве проводят испытания под действием продольных сил через автосцепки (в том числе испытания на соударения), по результатам которых методом тензометрирования определяется напряженно-деформированное состояние несущих конструкций, выявляются критические элементы главной рамы и кузова, а также элементы, требующие восстановления их несущей способности путем доработки. Необходимые мероприятия для этого целесообразно определять на расчетной конечно-элементной модели.

Локомотив для подобных испытаний отбирают из числа находящихся в эксплуатации не менее половины назначенного срока службы. Его главная рама не должна иметь остаточных деформаций более 10 мм в концевой части и более 3 мм — в средней. Не допускаются также трещины в основных несущих конструкциях (хребтовая, шкворневые, концевые и другие продольные и поперечные балки). В случае обнаружения трещин в иных деталях и элементах кузова они могут быть отремонтированы в соответствии с Правилами ремонта и действующей или специально разработанной ремонтной документацией [4].

Рама тележек работают главным образом в условиях переменных циклических нагрузок. Многоцикловое их воздействие способствует снижению сопротивления усталости рамы вследствие накопления повреждений и деградации свойств материала. Оценка ее ресурса может быть проведена на основе расчета долговечности по показателям эксплуатационной нагруженности и сопротивления усталости конструкции. Они определяются по результатам ходовых динамико-прочностных испытаний локомотива, проводимых на испытательных полигонах, представительных или эксплуатационных участках железнодорожного пути и при стендовых испытаниях на усталость рам тележек. По результатам ходовых испытаний формируется блок (спектр) нагрузок в виде гистограммы распределения амплитуд динамических напряжений (рис. 1) в элементах конструкций и определяются их эквивалентные значения [1, формула (8.7)].

Стендовые испытания на усталость проводятся на нескольких (не менее 6 — 8) образцах рамы или ее наиболее нагруженных частях до их разрушения на базе 10^7 циклов нагружения при разных уровнях амплитуд в асимметричном цикле. Следует отметить, что по действующей в настоящее время методике [1], используемой при оценке сопротивления усталости и сертификации рамы, вибрационные испытания проводятся

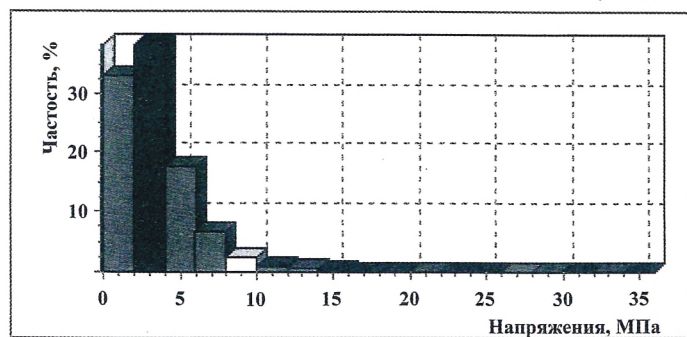


Рис. 1. Гистограмма распределения текущих значений амплитуд динамических напряжений в раме тележки тепловоза

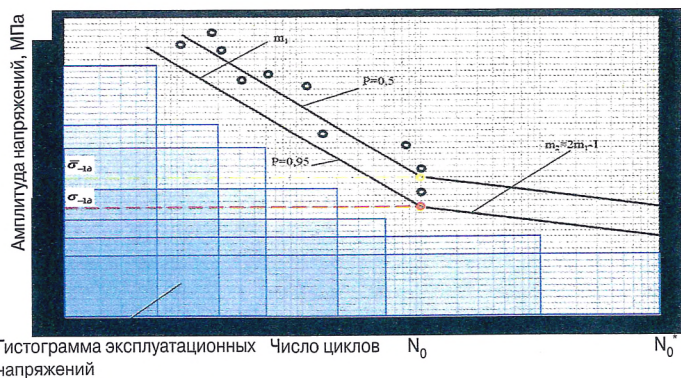


Рис. 2. Кривая усталости:

m_1, m_2 — показатели угла наклона кривой усталости; N_0, N_0^* — базы испытаний; $\sigma_{-1\delta}^*$ — предел выносливости детали при вероятности неразрушения $P = 0,5$ и $P = 0,95$

на одном образце под действием одного уровня нагрузки. Данные испытания предназначены для вновь изготовленных рам с целью выявления некоторых несовершенств конструкции, технологии и дефектов изготовления. Однако для рам, отработавших много лет, эти факторы не являются актуальными. Результаты таких испытаний не позволяют определить предел выносливости рамы, ее запас прочности, показатели кривой усталости, которые необходимы для оценки ресурса.

Образцы для рассматриваемых испытаний на усталость отбираются из числа эксплуатирувавшихся, отставленных от эксплуатации по сроку службы и имеющих наработку не менее назначенной по техническим условиям (ТУ). Несущие элементы отобранных образцов не должны иметь видимых и обнаруживаемых методами неразрушающего контроля трещин, значительной (более 1 мм на 1 м длины элемента) остаточной деформации (кривизна, неплоскостность), износа более допускаемого, глубокой коррозии (свыше 2 мм).

По полученным данным строится кривая усталости (рис. 2), определяются ее параметры и характеристики сопротивления усталости: предел выносливости $\sigma_{-1\delta}$, показатель наклона кривой m , коэффициент запаса n_σ . Кривая усталости характеризует накопление усталостных повреждений в материале детали, описываемое на основании гипотезы линейного суммирования повреждений уравнением вида:

$$N_p = \left(\frac{\sigma_{-1\delta}}{\sigma_{as}} \right)^{m_2} \cdot N_0.$$

Из данного уравнения (для второй наклонной ветви на рис. 2) находится число циклов нагружения детали N_p до предельного состояния по истощению сопротивления усталости и начала разрушения (ресурс).

В данном уравнении предел выносливости детали $\sigma_{-1\delta}$ определяется по формуле в зависимости от квантиля нормального распределения U_p [5] при заданной вероятности неразрушения $P \geq 0,95$:

$$\sigma_{-1\delta} = \bar{\sigma}_{-1\delta} (1 - U_p v),$$

где $v = 0,05 \dots 0,2$ — коэффициент вариации;

$\bar{\sigma}_{-1\delta}$ — среднее значение предела выносливости детали при вероятности неразрушения $P = 0,5$.

Изложенный в данной статье подход к обоснованию срока безопасной эксплуатации локомотивов позволяет оценить техническое состояние базовых частей локомотивов с заданной надежностью. Как показывает опыт его применения, полученные при этом результаты хорошо согласуются с данными эксплуатации.

На основании приведенного метода можно сделать выводы:

1 основанный на расчетных, экспериментальных и эксплуатационных данных и рассчитанный с заданной вероятностью неразрушения (надежностью) ресурс локомотива является научно-техническим обоснованием срока его безопасной эксплуатации, назначаемого в ТУ изготовителя. При этом в качестве назначенного срока службы (безопасной эксплуатации) целесообразно указывать не календарную продолжительность эксплуатации, а наработку. Например, для магистральных локомотивов — в километрах пробега, для маневровых — в часах работы, для специального подвижного состава — в циклах нагружения (числа рабочих операций) или часах работы;

2 изложенный подход является технически обоснованным и экономически целесообразным. В этом случае необходимые мероприятия для контроля технического состояния и назначенного срока службы локомотива в эксплуатации могут быть включены и выполняться в рамках плановых ремонтов. Для локомотивов одного типа представляется возможным установить допускаемые сроки эксплуатации в зависимости от условий, интенсивности работы и темпов истощения ресурса [6].

Библиография

1. ГОСТ Р 55513–2013. Локомотивы. Требования к прочности и динамическим качествам.
2. ГОСТ 33272–2015. Безопасность машин и оборудования. Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы и срока хранения.
3. СТО Газпром 2-3.5-252–2008. Методика продления срока безопасной эксплуатации магистральных газопроводов ОАО «Газпром».
4. Инструкция по сварочным и наплавочным работам при ремонте тепловозов, электровозов, электропоездов и дизель-поездов. ЦТ-336. М., 1996.
5. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. М.: Советское радио, 1962. 553 с.
6. Коссов В.С., Оганьян Э.С., Волохов Г.М., Гасюк А.С., Беневоленская Е.М. Методические аспекты истощения ресурса несущих конструкций локомотива // Тяжелое машиностроение. 2016. № 10. С. 29 — 31.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Завершена сертификация всей серийной продукции на соответствие техрегламентам Таможенного союза

Трансмашхолдинг завершил сертификацию всей серийной продукции на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС 001/2011). Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

С момента начала в 2014 г. работы по сертификации продукции в соответствии с требованиями ТР ТС, предприятия холдинга получили более 100 сертификатов. Последними были сертифицированы пассажирские локомотивы Коломенского завода — электровоз постоянного тока ЭП2К и тепловоз ТЭП70БС.

Среди продукции Трансмашхолдинга уже имеются образцы, которые получили сразу сертификаты Таможенного союза (не сертифицировались в соответствии с требованиями национального законодательства). Это тепловозы Брянского машиностроительного завода 2ТЭ25КМ и ТЭМ19, магистральный грузовой электровоз переменного тока Новочеркасского электровозостроительного завода 4ЭС5К, электропоезда постоянного и переменного тока Демиховского машиностроительного завода ЭП2Д и ЭП3Д, а также

вагоны локомотивной тяги Тверского вагоностроительного завода — 61-4483 (для сопровождения грузовых и хозяйственных поездов), 61-4495 (для перевозки спецконтингента), 61-4492 (пассажирский двухэтажный с местами для сидения).

В настоящее время в процессе сертификации находятся новые тепловозы Брянского машиностроительного завода — маневровый ТЭМ28 и магистральный грузовой 3ТЭ25К2М.

Наличие сертификата — обязательное требование для всего железнодорожного подвижного состава. Получение сертификатов позволяет без ограничений эксплуатировать технику во всех странах Евразийского экономического союза — России, Казахстане, Белоруссии, Армении и Киргизии.

До 1 августа 2014 г. сертификация в России проводилась на соответствие Нормам безопасности на железнодорожном транспорте (НБ ЖТ) в Системе сертификации на федеральном железнодорожном транспорте. Эти сертификаты действуют до 1 августа 2017 г.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВОЗА

(Продолжение цикла статей. Начало см. «Локомотив» № 8 — 12, 2015 г.; № 1 — 12, 2016 г.; № 1 — 6, 2017 г.)

Часть 18. СИЛЫ И ДВИЖЕНИЕ ПОЕЗДА

В.С. РУДНЕВ, профессор МИИТа

На движущийся поезд, в зависимости от режима работы локомотива и условий эксплуатации, могут действовать три основные группы сил: тяги, создаваемой при взаимодействии колес локомотива с рельсами; сопротивления движению вагонов и локомотива; тормозные силы поезда. Рассмотрим физические основы образования этих трех групп сил, действующих на поезд.

СИЛЫ ТЯГИ ЛОКОМОТИВА

Образование силы тяги (движущей силы) при взаимодействии колес локомотива с рельсами. Из школьного курса физики известно, что одним из основных условий движения материального тела любой формы (в том числе круглой) является приложение *внешней* силы по отношению к этому телу.

Как уже отмечалось ранее («Локомотив» № 8, 2015 г.), внешняя движущая сила (сила тяги) на железнодорожном транспорте создается колесными парами локомотивов только во взаимодействии с рельсами. В результате преобразования электрической энергии в механическую работу тягового электродвигателя (ТЭД) тепловоза через зубчатую передачу редуктора сообщает оси колесной пары вращающий момент. Если пренебречь потерями на трение в моторно-осевых и буксовых подшипниках, можно посчитать, что вся величина этого момента используется для вращения колесной пары.

Рассмотрим в упрощенном виде одиночное колесо локомотива, катящееся равномерно с поступательной скоростью v по твердой горизонтальной поверхности рельса под действием вращающего момента M , приложенного, например, от тягового электродвигателя тепловоза (рис. 1). Будем предполагать, что колесо и рельс абсолютно жесткие и не деформируются при взаимодействии, а колесо не имеет собственной массы.

На колесо действует вертикальная сила $P = mg$, представляющая собой часть силы тяжести (веса) тепловоза, приходящуюся на точку опоры колеса A , где m — соответствующая величина части массы тепловоза; g — ускорение свободного падения, m/c^2 . Со стороны поверхности рельса на колесо в точке A действует вертикальная реакция N , которая (при статическом равновесии) по третьему закону Ньютона равна по величине силе P . Следовательно, равнодействующая сил, действующих на колесо по вертикали, равна нулю, и перемещения колеса в вертикальном направлении исключены — колесо силой P прижато к рельсу, с которым оно имеет непрерывный контакт в точке A .

Действие момента M , приложенного к колесу, в соответствии с правилами физики можно представить в виде пары сил F_1 и F_2 , действующих на плече, равном радиусу колеса R ($F_1 = M/R$). Эта пара сил является *внутренней* по отношению к локомотиву и, следовательно, сама по себе не может вызвать его движение.

Одна из этих сил действует в точке A — от колеса на рельс, вдоль его поверхности, упираясь в нее и стремясь сместить точку A колеса относительно соответствующей ей точки поверхности. Этому сдвигу, в определенных пределах, препятствует наличие сцепления (одно из видов механического трения) между колесом и рельсом.

Реакция F_k рельса на колесо в той же точке A — по закону действия и противодействия — численно равна силе F_1 и направлена противоположно ей — в сторону предполагаемого качения колеса (на рис. 1 — вправо). Равенство сил $F_k = F_1 = M/R$ свидетельствует об отсутствии проскальзывания колеса относительно рельса, и точка A является для колеса мгновенным центром вращения.

Вторая сила (из пары) F_2 приложена в точке O на оси колеса и действует от нее через подшипники на конструкцию транспортного средства также горизонтально и в направлении его движения. Очевидно, эта сила и может быть движущей силой для локомотива. Но, строго говоря, она является внешней только для той части массы тепловоза, которая движется поступательно (т.е. за исключением колесных пар, зубчатых колес тяговых редукторов, якорей ТЭД и других деталей локомотива, масса которых находится в сложном движении: поступательном и вращательном).

Поэтому движущей силой — силой тяги — любого типа локомотива (тепловоза, электровоза, газотурбовоза) следует считать силу реакции пути — F_k , которая, без сомнения, является *внешней* уже по отношению ко всему локомотиву. В нашем случае силы F_k и F_2 не отличаются по величине, так как мы допустили, что колесо не имеет массы. Рассмотрим действие силы F_k .

Эта сила, безусловно, внешняя по отношению ко всему локомотиву, что позволяет ей и вызывать его движение. Она создается под действием момента, приложенного от источника энергии, для автономного транспортного средства — от его энергетической установки, и зависит от величины этого момента. Иными словами, эта сила управляемая, так как машинист локомотива может управлять режимом работы энергетической установки (дизелем) и, стало быть, величиной движущей силы, что и позволяет ему, меняя величину силы F_k , управлять процессом транспортного движения.

Важно еще раз отметить, что движущая сила локомотивом (как и в колесном транспорте) создается именно при взаимодействии колес его колесных пар с рельсами (дороги). Ведь ясно, что если приподнять локомотив, оторвать его от рельсов, например, на домкратах, его колесные пары под действием приложенного к нему момента будут вращаться, но движущей силы для поступательного движения не будет. Подобная же ситуация снижения или полного отсутствия движущей силы может возникать и при потере трения между колесом и дорогой любого колесного транспортного средства. Таким образом, в колесном наземном транспорте колесо может служить «двигателем», т.е. органом, создающим движущую силу.

Колесо — одно из величайших изобретений человечества, было создано как средство борьбы с трением скольжения в транспортном движении. С появлением механических транспортных машин колесного транспорта (автомобилей, локомотивов и др.) их ведущие колеса стали не только средством снижения сопротивления движению, какими они продолжают оставаться у повозок, вагонов и т.п., но и средством создания движущей силы на транспорте.

На железнодорожном транспорте движущую силу, реализуемую в точках касания колес с рельсами, обычно называют касательной силой тяги F_k . На это и указывает индекс «к» при обозначении силы.

Вся система тяговых расчетов, принятая на отечественных железных дорогах, изначально ориентируется на проведение расчетов с горизонтальными силами, отнесенными именно к точке касания колес с рельсами.

Сила сцепления колес локомотива с рельсами и основной закон локомотивной тяги. Как было показано выше, величина силы тяги локомотива зависит от суммарного момента M_k , приложенного ко всем его ведущим колесам, который, в свою очередь, меняется в зависимости от изменений скорости движения и режима работы силовой установки тепловоза. Очевидно,

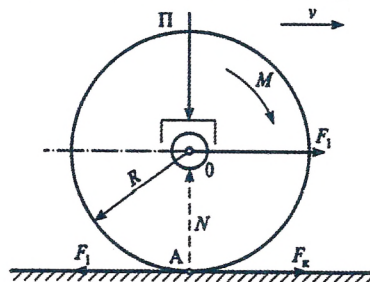


Рис. 1. Образование силы тяги F_k при взаимодействии колеса локомотива с рельсом



чтобы увеличить силу тяги, создаваемую колесами локомотива при взаимодействии с рельсами, нужно увеличить вращающий момент M_k , чтобы уменьшить, соответственно, снизить его величину.

Наиболее актуальной бывает необходимость увеличения силы тяги локомотива на отдельных этапах его движения с поездом (в моменты трогания неподвижного поезда с места, во время его разгона с большим ускорением, при движении на крутых подъемах).

Однако безграничное увеличение вращающего момента M , приложенного к каждой ведущей оси, бессмысленно, так как сила тяги возникает как реакция на действие силы F_1 (на вращающий момент M) при отсутствии скольжения в точке А, т.е. наличии сцепления каждого колеса колесной пары с рельсами (см. рис. 1).

Физическая природа сцепления ведущих колес локомотива с рельсами чрезвычайно сложная и зависит от множества переменных факторов. В настоящее время существует ряд теоретических гипотез физического взаимодействия колеса и рельса, однако по ряду причин они не могут быть в полной мере экспериментально подтверждены или опровергнуты.

Сила сцепления колес одной колесной пары $F_{сц}$, как и сила трения, по закону Кулона-Амонта на прямо пропорциональна величине силы, прижимающей трущиеся поверхности друг к другу — в нашем случае это нагрузка от колесной пары на рельсы $2P$. Следовательно, $F_{сц} = 2P\psi$, где ψ — коэффициент сцепления. Стало быть, величина $F_{сц}$ и есть предел максимальной величины силы тяги локомотива.

Таким образом, наибольшее значение силы тяги $F_{к макс}$ не может быть больше максимальной величины силы сцепления между колесами колесной пары и рельсами, т.е. $F_{к макс} \leq F_{сц}$.

Если посчитать, что значения коэффициентов сцепления всех колес колесных пар локомотива одинаковы, то для локомотива в целом можно написать:

$$F_{к макс} \leq P_k \psi, \quad (1)$$

где $P_k = \Sigma 2P$ — так называемый «сцепной» вес локомотива (сумма нагрузок на рельсы от всех его ведущих колес).

С учетом принятых в теории тяги поездов единиц измерения горизонтальных и вертикальных сил, действующих на поезд,

$$F_{к макс} \leq 1000 \cdot P_k \psi, \quad (2)$$

где величины вертикальных нагрузок $\Sigma 2P$ и P_k измеряются в килоньютонах [кН], а результат — сила тяги $F_{к макс}$ — в ньютонах [Н].

Неравенство $F_{к макс} \leq 1000 \cdot P_k \psi$ и является конкретным выражением **основного закона локомотивной тяги**. Его можно сформулировать следующим образом: «*максимальное значение касательной силы тяги, которое способен реализовать локомотив в эксплуатации, не может превосходить силу сцепления его колес с рельсами*». При нарушении неравенства (2) (основного закона тяги) начинается буксование колесных пар локомотива и его поступательное движение по рельсам с поездом должно быть прекращено по условиям безопасности движения.

Важно отметить, что этот закон одинаково ограничивает наибольшие возможные величины силы тяги автономных и неавтономных локомотивов по условию сцепления ведущих колес и рельсов независимо от типа и мощности самих локомотивов.

Конкретные значения физического коэффициента сцепления, реализуемые в эксплуатации, являются случайными величинами и зависят от многих факторов: типа и серии локомотива, нагрузки от колес на рельсы, скорости движения, состояния и степени износа рабочих поверхностей колес и рельсов, а также от климатических условий и атмосферных осадков.

Поэтому в практике расчетов пользуются так называемыми расчетными величинами коэффициента сцепления ψ_k , которые определяются при условно средних условиях эксплуатации для конкретных серий локомотивов и скорости их движения по нормативным формулам. От правильного выбора величины коэффициента сцепления ψ_k для конкретных серий локомотивов зависят установление весовых норм поездов, эффективность использования и надежность работы локомотивов.

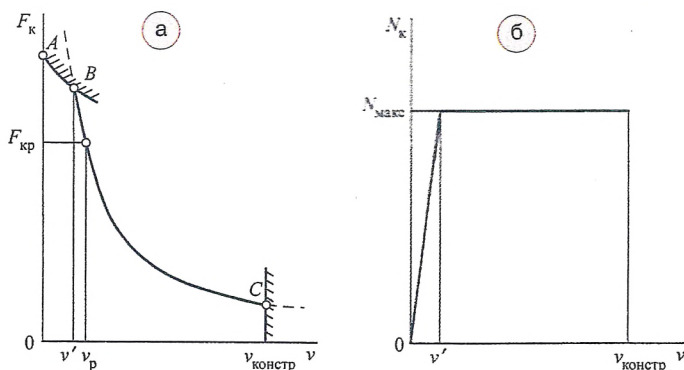


Рис. 2. Идеальная форма тяговой характеристики автономного локомотива:

а — идеальная тяговая характеристика; б — зависимость касательной (тяговой) мощности локомотива от скорости движения при идеальной форме его тяговой характеристики

Максимальные значения ψ_k по этим формулам, гарантирующие в большинстве случаев отсутствие проскальзывания ведущих колес, достигают для различных серий автономных локомотивов величин порядка 0,30 — 0,36 (в момент трогания с места — при скорости движения, близкой к нулю).

Поэтому иногда основной закон локомотивной тяги приближенно формулируют так: «*сила тяги локомотива не может быть больше одной трети его веса*». Другими словами, увеличение секционной мощности поездного тепловоза свыше 3000 — 3500 кВт может быть оправдано лишь при одновременном увеличении числа сцепных осей, сцепного веса и повышении сцепных свойств конструкции его экипажной части.

Тяговая характеристика автономного локомотива — это зависимость силы тяги локомотива от скорости движения $F_k = f(v)$ и режимов работы его энергетической установки, представленная графически.

Как отмечалось ранее («Локомотив» № 6, 2016 г.), в идеальном случае касательная мощность автономного локомотива при его движении с любыми скоростями должна быть величиной постоянной, т.е. $N_k = const$, что обеспечит полное использование мощности его силовой установки на различных элементах продольного профиля пути с поездами разного веса. Если принять условие $N_k = F_k v = const$, то для силы тяги получаем выражение $F_k = N_k / v = const / v$.

Выражение $F_k = const / v$ представляет собой уравнение гиперболы в координатах F_k и v . В математике *гиперболой* называют кривую, произведение координат каждой точки которой равно одной и той же величине, в нашем случае $F_k v = const$, причем ее ветви асимптотически приближаются к осям координат и уходят в бесконечность. Но бесконечных значений физических величин в технике, естественно, быть не может. Поэтому максимальные значения силы тяги и скорости движения локомотива ограничены.

Таким образом, если тяговая характеристика тепловоза $F_k = f(v)$ будет иметь форму гиперболы (т.е. если сила тяги обратно пропорциональна скорости — кривая BC на рис. 2,а), касательная мощность локомотива N_k будет постоянной при изменении скорости движения (прямая линия на рис. 2,б).

Такая зависимость касательной силы тяги от скорости $F_k = f(v)$ и является идеальной формой тяговой характеристики автономного локомотива (см. рис. 2,а). Отметим, что идеальная гиперболическая тяговая характеристика автономного локомотива имеет естественные ограничения по обеим осям координат F_k , v и по мощности силовой установки (дизеля).

Рассмотрим подробнее ограничения идеальной тяговой характеристики автономного локомотива (см. рис. 2,а). Максимальная величина скорости движения локомотива $v_{макс}$ ограничивается, как правило, по прочности его конструкции. Эта величина называется конструкционной скоростью локомотива $v_{констр} = v_{макс}$. Это ограничение показано на идеальной тяговой характеристике вертикальной чертой CV_{констр}.



Максимальное значение величины силы тяги, как уже рассматривалось выше, ограничивается основным законом локомотивной тяги. Это ограничение определяется значениями расчетного коэффициента сцепления. Максимальное значение реализуемой силы тяги имеет место при трогании локомотива с места. Ограничение по величине силы тяги по условиям сцепления также показано на характеристике своего рода границей (линия AB). Она не горизонтальна и снижается по мере роста скорости, так как уменьшается величина расчетного коэффициента сцепления (см. рис. 2,а).

Линия ограничения по сцеплению пересекается с гиперболической частью характеристики в точке B , которой соответствует величина скорости v' . Эту скорость, при которой происходит как бы перелом характеристики, для паровозов называли скоростью порога. Для тепловозов скорость v' принято называть скоростью выхода на автоматическое регулирование параметров движения (при неизменной позиции контроллера машиниста).

Таким образом, идеальная тяговая характеристика автономного локомотива состоит из двух частей: ограничение силы тяги по сцеплению AB (диапазон скоростей от 0 до v') и участок гиперболы BC — ограничение силы тяги по мощности энергетической установки (диапазон скоростей от v' до $v_{\text{констр}}$).

Так как гиперболической является только часть характеристики, то условие постоянства касательной мощности локомотива обеспечивается только в диапазоне скоростей движения $v' — v_{\text{констр}}$ (см. рис. 2,б). Этот диапазон можно назвать рабочим для автономного локомотива.

В диапазоне скоростей движения от 0 до v' мощность энергетической установки локомотива из-за ограничения величины силы тяги по сцеплению полностью использована быть не может. Поэтому работа локомотива в этом диапазоне скоростей неэффективна, и его следует считать нерабочим.

Фактически при проектировании локомотивов рабочий диапазон скоростей движения начинают при скорости v_p , которая несколько выше скорости v' . Это дает некоторую гарантию (ввиду случайности величины коэффициента сцепления) реализации величины силы тяги F_{kp} , которую принимают за расчетную силу тяги автономного локомотива. Скорость v_p , соответствующую расчетному значению силы тяги F_{kp} (см. рис. 2,а), называют расчетной скоростью (точнее, скоростью движения на расчетном подъеме).

Итак, расчетная скорость v_p автономного локомотива — минимально допустимая по условиям обеспечения заданной надежности работы силового оборудования тепловоза равномерная (равновесная) скорость движения, которая достигается при ведении поезда по наиболее трудному для преодоления элементу профиля железнодорожного пути. Такие элементы профиля для конкретных участков обращения локомотивов называют *расчетными* или *руководящими* подъемами.

Величины F_{kp} и v_p являются важнейшими техническими параметрами локомотивов, используемыми в тяговых расчетах. Снижение значения расчетной скорости v_p грузовых тепловозов — один из важнейших резервов повышения эксплуатационной эффективности тепловозной тяги, так как позволяет увеличить весовые нормы грузовых поездов при той же мощности тепловозных дизелей.

Опытные тяговые характеристики $F_k = f(v)$ отечественных тепловозов получают на основании результатов тягово-теплотехнических и эксплуатационных испытаний локомотивов на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа, специализированном железнодорожном участке Белореченская — Майкоп Северо-Кавказской дороги, и опытных поездок с поездами различного веса по сети железных дорог. Опытные тяговые характеристики эксплуатируемых серий тепловозов приведены в Правилах тяговых расчетов для поездной работы.

На эксплуатируемых сериях тепловозов с электрической передачей регулирование (управление) основных параметров движения — касательной силы тяги F_k и скорости v осуществляется двумя способами: изменением частоты вращения коленчатого вала дизеля и автоматическим переключением ступеней ослабления магнитного потока тяговых электродвигателей.

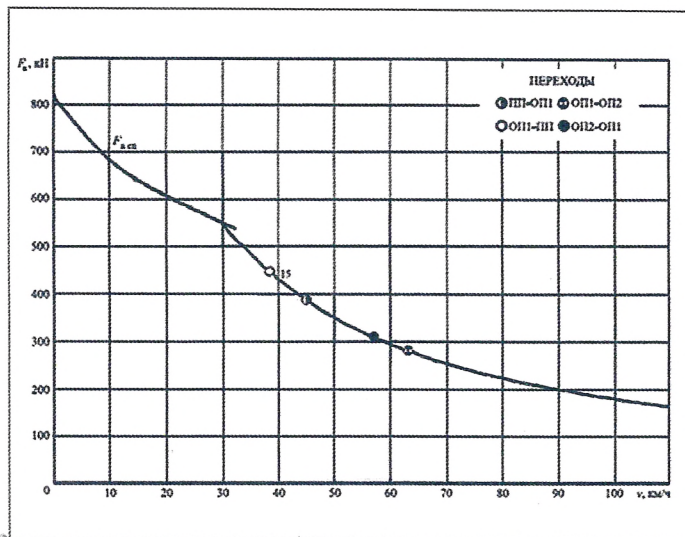


Рис. 3. Внешняя тяговая характеристика двухсекционного грузового тепловоза 2ТЭ70

При первом способе машинист, меняя положение рукоятки контроллера машиниста, воздействует на степень затяжки пружины объединенного регулятора дизеля тепловоза и изменяет цикловую подачу топлива в цилиндры g_e . Пропорционально величине g_e происходит изменение частоты вращения коленчатого вала n_e и эффективной мощности N_e дизеля. Соответственно, изменяются: частота вращения якоря тягового генератора, напряжение U_e , подводимое к тяговым электродвигателям тепловоза, значения силы тяги и скорости движения тепловоза.

Опытные тяговые характеристики $F_k = f(v)$ тепловоза с электрической передачей представляют собой семейство кривых $F_k = f(v)$, число которых равно числу позиций рукоятки контроллера машиниста.

Автоматическое регулирование параметров движения (F_k, v) тепловоза с электрической передачей по закону зависимости, имеющей вид гиперболической кривой, обеспечивается двухступенчатой системой ослабления магнитного потока Φ возбуждения тяговых электродвигателей.

Переключение ступеней ослабления магнитного потока Φ (ПП—ОП1—ОП2) производится в автоматическом режиме при определенных для каждой серии тепловоза скоростях движения. Соответственно, различают скорости прямых (при росте скорости) $v_{\text{ПП-ОП1}}$ и $v_{\text{ОП1-ОП2}}$ и обратных (при снижении скорости) $v_{\text{ОП2-ОП1}}$ и $v_{\text{ОП1-ПП}}$ переключений (переходов) ступеней ослабления магнитного потока. Подобная двухступенчатая система автоматического регулирования параметров движения тепловоза позволяет троекратно использовать внешнюю характеристику тягового генератора и обеспечивать изменение касательной силы тяги в функции скорости примерно по гиперболической кривой.

Тяговая характеристика тепловоза с электрической передачей на каждой позиции рукоятки контроллера машиниста состоит из трех кривых $F_k = f(v)$, соответствующих полному полю возбуждения (ПП), первой ступени ослабления поля (ОП1) и второй (ОП2). Тяговую характеристику тепловоза на максимальной позиции рукоятки контроллера машиниста (обычно на 15-й позиции) называют *внешней*.

В качестве примера на рис. 3 представлена опытная внешняя тяговая характеристика современного двухсекционного грузового тепловоза 2ТЭ70 мощностью 2×3000 кВт с ограничениями. Сцепная масса тепловоза 2ТЭ70 составляет 277 т, диаметр колес 1250 мм, передаточное число тяговых редукторов — 4,72. Характерными параметрами внешней тяговой характеристики 2ТЭ70 являются: расчетная скорость $v_p = 26$ км/ч; расчетная сила тяги $F_{kp} = 608$ кН; конструкционная скорость $v_{\text{констр}} = 110$ км/ч; скорости прямых переключений (переходов) $v_{\text{ПП-ОП1}} = 45,2$ км/ч и $v_{\text{ОП1-ОП2}} = 63,1$ км/ч; обратных переключений $v_{\text{ОП2-ОП1}} = 57,1$ км/ч и $v_{\text{ОП1-ПП}} = 38,4$ км/ч.



Соотношение элементов, составляющих основное сопротивление, в %

v, км/ч	Составляющие основного сопротивления, в %					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
20	18	37	22	4	7	12
60	8	22	14	10	36	10
120	6	11	10	12	58	3

СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ПОЕЗДА

Работа касательной силы тяги, создаваемой при взаимодействии движущихся колес локомотива с рельсами, преимущественно затрачивается на преодоление внешних сил, препятствующих движению поезда. Природа и причины возникновения, а также величины этих внешних сил различны.

Многие внешние силы случайны, многие взаимосвязаны по физике явления. Неуправляемые внешние силы, направленные в сторону, противоположную направлению движения поезда, и, следовательно, препятствующие его движению, называются *действительными силами сопротивления движению*.

В теории тяги поездов принято оценивать результирующую всех неуправляемых внешних сил сопротивления движению поезда. В соответствии с этим *сопротивлением движению поезда* называют эквивалентную силу, приложенную в зонах (точках) касания колес с рельсами, на преодоление которой затрачивается такая же работа, как на преодоление всех неуправляемых действительных сил сопротивления.

Силы сопротивления движению подвижного состава принято обозначать буквой W (от немецкого слова *der Widerstand* — сопротивление, противодействие).

Классификация сил сопротивления основана на их разделении, прежде всего, по условиям эксплуатации. В теории тяги поездов различают: основное сопротивление — $W_{\text{ос}}$; дополнительные сопротивления — $W_{\text{доп}}$; добавочное сопротивление при трогании с места — $W_{\text{тр}}$; общее сопротивление — $W_{\text{с}}$.

Основное сопротивление. За *основное сопротивление* принимают те силы, которые препятствуют движению подвижного состава по прямому горизонтальному пути на открытой местности при нормальных метеословиях с любой допустимой по безопасности движения скоростью.

Основная физическая природа основного сопротивления — силы механического трения. Основное сопротивление всегда сопутствует движению подвижного состава. При *любых* условиях его эксплуатации величина $W_{\text{ос}}$ не может быть равна нулю.

Основное сопротивление $W_{\text{ос}}$ в теории тяги поездов представляют в виде суммы шести элементов его составляющих, а именно:

- ☞ сопротивление от трения в буксовых подшипниках (K_1);
- ☞ сопротивление от трения качения колес по рельсам (K_2);
- ☞ сопротивление от трения скольжения колес по рельсам (K_3);
- ☞ диссипация (рассеяние) энергии при взаимодействии колес с рельсами (K_4);
- ☞ сопротивление воздушной среды (K_5);
- ☞ диссипация энергии в окружающую среду (K_6).

Таким образом, основное сопротивление движению подвижного состава, Н:

$$W_{\text{ос}} = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6. \quad (3)$$

Диссипация энергии при взаимодействии колес с рельсами (K_4) обусловлена потерями кинетической энергии поезда при ударах на стыках рельсов, движении по стрелочным переводам и неровностям рельсового пути. В свою очередь, диссипация энергии в окружающую среду (K_6) связана с потерями кинетической энергии поезда в упругих элементах конструкции подвижного состава (например, в поглощающих аппаратах автосцепок), которая рассеивается в окружающую среду.

Все элементы, составляющие основное сопротивление, при движении поезда зависят от большого числа переменных факторов, что затрудняет их точную оценку. Тем не менее, экспериментальным

путем была установлена их зависимость от скорости движения, типа подвижного состава, степени загруженности вагонов, типа верхнего строения пути и климатических условий эксплуатации.

Примерное соотношение (в процентах) элементов, составляющих основное сопротивление, в функции скорости движения приведено в таблице. За 100 % принято основное сопротивление $W_{\text{ос}}$, Н.

Из данных, представленных в таблице, видно, что при небольших скоростях движения до 40 км/ч наиболее значимым является сопротивление от трения качения колес по рельсам (K_2), а при более высоких скоростях — сопротивление воздушной среды (K_5), доля которого в основном сопротивлении уже при скорости 120 км/ч равна 58 %. Можно отметить, что при высокоскоростном движении доля сопротивления воздушной среды в основном сопротивлении достигает величины 92 %.

Рассмотрим подробнее физическую природу образования элементов K_2 и K_5 основного сопротивления.

Сопротивление от трения качения колес по рельсам. Перекачивание колесных пар по рельсам сопровождается возникновением сил трения качения, на преодоление которых затрачивается энергия движущегося подвижного состава. Физическая природа трения качения обусловлена следующим. Под действием силы нажатия колесной пары на рельсы, величина которой достигает сотни килоньютон, возникают упругие деформации опорной поверхности бандажей колес и рельсов. Вследствие этой деформации колеса колесной пары опускаются вниз (рис. 4) и необходимо затратить энергию на возвращение колесной пары в первоначальное состояние. В свою очередь, на рельсе перед колесом образуется «наплыв», т.е. колесо из-за смятия опорной поверхности рельса гонит перед собой упругую волну металла рельса. Определенным аналогом этого явления может быть движение парохода по воде. Перед пароходом вода поднимается, появляется бурун, и пароход гонит перед собой дополнительную массу воды.

При качении колес колесной пары по рельсам в зоне контактной площадки нарушается симметричное распределение напряжений по опорной поверхности рельсов. Как следствие этого явления, происходит смещение точки приложения равнодействующей реакции рельса N (см. рис. 1 и 4) по направлению движения, т.е. из точки A в точку A' .

В целом, сопротивление от трения качения колес по рельсам зависит от твердости металла бандажей и рельсов, а также от диаметра колес. Чем выше твердость поверхности рельсов и бандажей и больше диаметр колес колесных пар подвижного состава, тем меньше сопротивление от трения качения колес по рельсам.

Сопротивление воздушной среды. Поезд при движении по открытой местности вынужден преодолевать аэродинамическое (воздушное) сопротивление окружающей среды. Возникновение аэродинамического сопротивления обусловлено наличием вязкости воздуха, т.е. свойством оказывать сопротивление относительному движению своих частиц.

Физическая природа возникновения и действия этого вида сопротивления движению может быть объяснена из основных положений аэродинамики: в лобовой части движущегося тела произвольной формы создается как бы уплотнение частиц воздуха и повышение его давления; в хвостовой части тела возникает некоторое разрежение и появляется сила, стремящаяся втянуть в себя движущееся тело

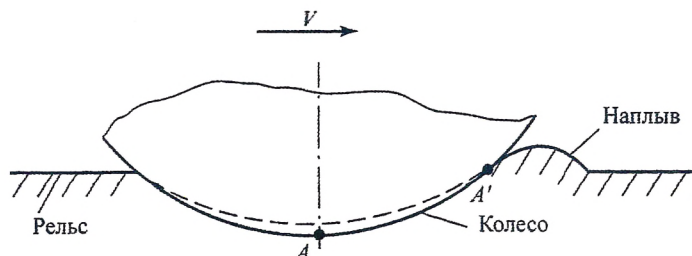


Рис. 4. Схема упругой деформации колеса и рельса при образовании силы сопротивления от трения качения

и тормозящая его движение; все боковые поверхности тела также испытывают трение о слои воздуха. Величина потерь на трение зависит, в основном, от шероховатости поверхности и скорости движения тела.

Если принять упрощенную схему взаимодействия движущегося поезда и воздушной среды, то можно использовать основные положения аэродинамики для приблизительной оценки сопротивления воздушной среды.

Применительно к движущемуся поезду можно выделить следующие основные причины возникновения сопротивления воздушной среды (рис. 5):

- на лобовую часть локомотива действует динамический, скоростной напор воздуха;
- сильное завихрение воздушного потока за последним вагоном приводит к появлению зоны разрежения в хвосте поезда;
- турбулизация воздушного потока в межвагонных промежутках и, особенно, в промежутке перед первым вагоном;
- трение между всеми поверхностями поезда и слоями воздуха;
- мощная турбулизация воздушного потока под поездом, так как колесные пары в некоторой степени работают как вентиляторные колеса.

Заметное влияние на величину аэродинамического сопротивления также оказывают: общая длина поезда и положение вагона в поезде, выступающие части и открытые двери подвижного состава, форма головной части локомотива, форма первого и последнего вагонов и др.

В целом, величина сопротивления движению поезда воздушной среды K_z зависит, в основном, от скорости движения v и коэффициента формы поезда C_x .

Коэффициент формы C_x характеризует степень приближения аэродинамики подвижного состава к форме идеально обтекаемого тела и определяется экспериментальным путем с помощью обдувки моделей подвижного состава в аэродинамических трубах. Как известно, наименьший коэффициент C_x имеет тело с формой «капли» жидкости (рис. 6), для которого коэффициент формы $C_x = 0,05$. Не случайно формы тел многих видов морских животных и рыб схожи с каплей жидкости.

Аэродинамические испытания реальных поездов с локомотивами, имеющими разную форму головной части, проведенные в аэродинамической трубе ЦАГИ, показали, что применение более совершенных обтекаемых форм кабины машиниста приводит к увеличению коэффициента формы C_x головной части первого вагона грузового состава. Коэффициент формы одиночно следующего локомотива на 20 % больше величины C_x для того же локомотива в составе поезда. То есть снижение сопротивления воздушной среды возможно при одновременном применении обтекаемых форм головной и хвостовой частей поезда и легких гофрированных оболочек (кожухов) для закрытия всех межвагонных промежутков.

Особую актуальность эта проблема приобретает при эксплуатации скоростных и высокоскоростных поездов. Например, в Японии для уменьшения аэродинамического сопротивления движению высокоскоростных поездов все межвагонные переходы и ходовую часть вагонов закрывают специальными легкими кожухами. Все современные высокоскоростные поезда Японии (серии 500 и 700) проходят всесторонние испытания в аэродинамических трубах, что позволяет конструкторам определять оптимальную форму (конфигурацию) головных вагонов и уменьшить значения коэффициента обтекаемости поездов до величины $C_x = 0,2$, тем самым снижать сопротивление воздушной среды.

Дополнительные сопротивления являются временно действующими силами, возникающими в конкретных условиях эксплуатации подвижного состава. К дополнительному сопротивлению движению относят следующие силы, действующие в эксплуатации на подвижной состав, от: уклона профиля пути; кривизны пути; ветра; низкой температуры; тоннелей; подвагонного оборудования.

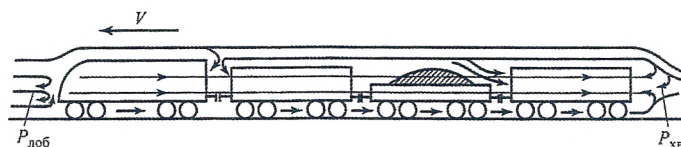


Рис. 5. Схема взаимодействия движущегося поезда и воздушной среды

Из вышеперечисленных дополнительных сопротивлений наибольшее влияние на энергетику локомотивной тяги (расход топлива тепловозами) оказывают такие сопротивления движению поезда, как от уклона профиля пути и кривизны пути.

Рассмотрим подробнее физическую природу образования дополнительных сопротивлений от уклона профиля пути и кривизны пути.

Дополнительное сопротивление от уклона профиля пути. Особенностью железнодорожного транспорта, как и любого вида наземного транспорта, является то, что рельсовый путь не может быть строго горизонтальным. Переменный рельеф земной поверхности приводит к неизбежности наличия уклонов (подъемов и спусков) на ряде участков железных дорог.

Крутизна уклона i определяется углом α (рис. 7) относительно горизонтальной линии уровня моря и измеряется на транспорте в тысячных долях целого (промилле), т.е. $1 \text{ ‰} = 1/1000$. Следовательно, одна промилле в десять раз меньше одного процента.

Крутизну уклона i конкретного профиля пути можно определить с помощью простейших тригонометрических функций из треугольника ABC (см. рис. 7), ‰ :

$$i = 1000H/S = 1000\sin\alpha. \quad (4)$$

Таким образом, крутизна уклона i равна синусу угла, увеличенному в 1000 раз, а каждая промилле 1 ‰ соответствует крутизне участка пути, когда на длине одного километра пути высота H увеличивается на один метр.

В теории тяги поездов принято обозначать: крутизну уклона со знаком «+» — подъем; «-» — спуск; «0» — площадка (горизонтальная поверхность). Обычно геометрические характеристики каждого элемента продольного профиля пути железнодорожного участка задаются в виде дроби, числитель которой показывает крутизну уклона в ‰ , а знаменатель — длину элемента в м. Например, элемент профиля пути $+5/3000$ представляет собой подъем длиной 3 км, высотой 15 м, так как на каждом километре высота подъема увеличивается на 5 м.

На рис. 7 показана схема сил, действующих на поезд весом $P+Q$ (P — вес тепловоза, Q — вес состава, кН), при его движении по подъему. Из рис. 7 видно, что при движении по подъему, определяемому углом α , возникает дополнительное (к основному) сопротивление от уклона профиля пути W_p , Н:

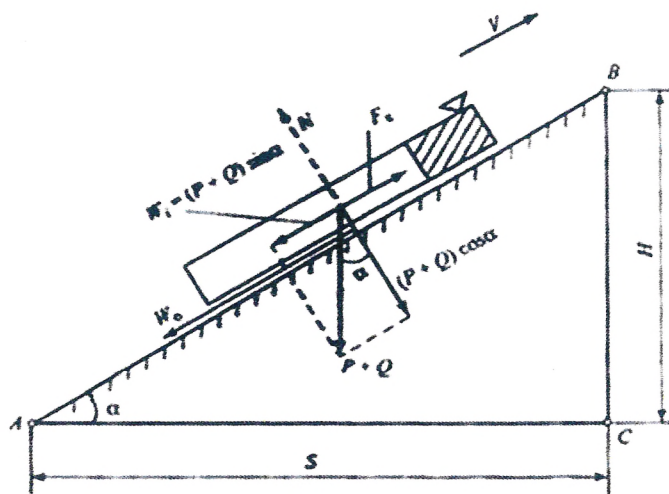


Рис. 7. Схема сил, действующих на поезд при его движении по уклону высотой H



$$W_i = 1000(P + Q)\sin\alpha. \quad (5)$$

Разделим все члены уравнения (5) на вес поезда $P + Q$ и определим удельное сопротивление от уклона профиля пути w_r , Н/кН:

$$w_r = 1000\sin\alpha. \quad (6)$$

Сравнение уравнений (4) и (6) позволяет сделать вывод, что каждая тысячная часть уклона (1 ‰) действует на поезд с силой в 1 Н на каждый килограмм его веса:

$$1 \text{ ‰} = 1 \text{ Н/кН}.$$

Данное равенство позволяет значительно упростить выполнение тяговых расчетов, т.е. складывать и вычитать удельные силы сопротивления движению и крутизну различных уклонов профиля пути.

Дополнительное сопротивление движению подвижного состава от кривизны пути возникает по следующим основным причинам:

➤ колеса одной колесной пары проходят разный путь по наружному и внутреннему рельсам, что приводит к увеличению проскальзывания колес и дополнительным потерям энергии поезда;

➤ за счет действия центробежных сил в кривой гребни колес прижимаются к внутренней боковой грани наружного рельса, в результате возникают силы бокового трения скольжения. При увеличении радиуса кривой величина центробежных сил уменьшается, соответственно, снижается дополнительное сопротивление от кривизны пути;

➤ тележки подвижного состава (локомотива и вагонов) поворачиваются относительно оси кузова, в опорах, шкворневых устройствах и буксах возрастают силы трения скольжения.

Из-за сложности учета всех факторов, действующих на экипаж подвижного состава в кривых, во многих странах мира обычно пользуются эмпирическими формулами, учитывающими основной фактор — радиус кривизны пути R .

При расчете величины удельного сопротивления от кривизны пути обычно применяют формулу, Н/кН:

$$w_r = A/R,$$

где A — эмпирический коэффициент, на железных дорогах РФ $A = 700$;

R — радиус кривизны пути, м.

Добавочное сопротивление при трогании с места ($W_{тр}$).

Добавочное сопротивление возникает при трогании с места единиц подвижного состава. Это сопротивление ограничено по времени действия, его физическая природа и причины возникновения заметно отличаются от сил основного сопротивления, так как процесс трогания с места, особенно после длительных стоянок (20 мин и более), происходит в условиях полусухого и сухого трения с более высоким коэффициентом трения.

Общее сопротивление движению подвижного состава представляет собой алгебраическую сумму основного, дополнительных и добавочного сопротивлений.

(Продолжение следует)

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Электровозы 2ЭС5 прошли миллион километров

Суммарный пробег пяти магистральных грузовых электровозов переменного тока 2ЭС5 «Скиф» производства Новочеркасского электровазостроительного завода (НЭВЗ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») преодолел отметку 1 000 000 км. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

В процессе эксплуатации локомотивы показывают высокую экономическую эффективность, соответствие установленным значениям показателей надежности. Коэффициент внутренней готовности (ключевой показатель надежности электровозов) составляет в 2017 г. 0,99.

Двухсекционный 2ЭС5 имеет осевую формулу $2(2_0-2_0)$, конструкционную скорость 120 км/ч. Электровоз демонстрирует способность водить грузовые поезда повышенной массы 6300 т (обычно для таких составов используются трехсекционные локомотивы) на полигонах, имеющих сложный профиль пути. Применение на этих электровозах современной системы рекуперативного торможения позволяет значительно повысить его энергоэффективность.

2ЭС5 — магистральный грузовой электровоз переменного тока с асинхронными тяговыми двигателями, в продолжительном режиме имеет мощность 8400 кВт, силу тяги 595 кН (60,7 тс). Локомотив спроектирован инжиниринговым центром «ТРТранс», который создан Трансмашхолдингом совместно со стратегическим партнером — французской компанией «Alstom».

В конструкции локомотива применен целый комплекс новых технических, эргономических, экологических решений, которые позволяют в несколько раз сократить объем технического обслуживания, увеличить межремонтные пробеги, а также обеспечить экономию электроэнергии.

В электровозах установлены бесконтактный контроллер машиниста; кран машиниста и кран вспомогательного прямодействующего тормоза с дистанционным управлением; безмасляные компрессорные установки. Используются безбандажные цельнокатанные колеса. Локомотивы комплектуются комплексной системой обеспечения безопасности



движения — безопасным локомотивным объединённым комплексом (БЛОК).

Машинисты, работающие на 2ЭС5, отмечают удобное расположение приборов в кабине управления, отличный обзор, звукоизоляцию, комфортабельные кресла, кондиционер. Принципиально новым для грузовых электровозов является применение системы управления по радиоканалу при подталкивании состава на подъёмах, возможность видеонаблюдения из кабины машиниста за состоянием оборудования, предоставление на дисплее полной информации с рекомендациями по порядку действий, эксплуатационных ограничений.

Магистральные грузовые электровозы 2ЭС5 переданы ОАО «РЖД» в 2015 г., с марта 2016 г. эксплуатируются в депо Тимашевск-Кавказский Северо-Кавказской дороги.

По материалам Департамента по внешним связям
ЗАО «Трансмашхолдинг»



ПОМОГЛА ЛИ НАМ ЗАГРАНИЦА?

ИЗ ОПЫТА ПОСТРОЙКИ ПАРОВОЗОВ СЕРИИ Э

В 1920 — 1924 годах советским правительством был сделан один из крупнейших заказов паровозов. Тогда в Швеции и Германии для России было построено 1200 паровозов серии Э. Вопреки позднейшим трактовкам этого события, данная мера не имела никакого экономического смысла и, более того, усугубила депрессию, имевшую место после окончания гражданской войны. Эти исторические события остаются актуальными и в настоящее время, так как представляют собой яркий отрицательный пример внешнеторговой деятельности.

Инж. Ю. Л. ИЛЫН, г. Санкт-Петербург

Инициаторами создания многих новых серий паровозов в до-революционной России выступали инженеры частной Владикавказской железной дороги М.Е. Правосудович (1865 — 1929 гг.) и В.И. Лопушинский (1856 — 1929 гг.). Благодаря их трудам были созданы паровозы серий О^а, Ц, Ш (прообраз серии Ш), Г, а позднее Л^П. В 1909 г. эти специалисты составили эскизный проект локомотива типа 0–5–0 с простой паровой машиной и перегревателем системы Шмидта.

Проект обсуждался в Комиссии подвижного состава и тяги Н.Л. Щукина (1848 — 1924 гг.), что позволило существенно улучшить конструкцию паровоза. Разработка рабочих чертежей этого локомотива была выполнена Луганским заводом, который увеличил диаметр цилиндров с первоначальных 590 до 600 мм. С некоторыми изменениями, обусловленными желанием создать единый проект паровоза типа 0–5–0 не только для Владикавказской, но и Рязано-Уральской дороги, рабочий проект был одобрен щукинской комиссией.

В 1912 г. Луганский завод выпустил первые паровозы 0–5–0 для Владикавказской магистрали, которым была присвоена серия Э. Новые паровозы сразу показали себя как удачные по конструкции машины, превосходившие по мощности и силе тяги массово строившиеся в те годы локомотивы серии Ш. Паровозы серии Э были заказаны Луганскому заводу и для частной Северо-Донецкой дороги, причем для машин этого заказа диаметр цилиндров увеличили до 630 мм. И, наконец, 20 сентября 1914 г. было принято решение об изменении диаметра цилиндров до 650 мм. Несколько машин серии Э в 1914 г. было построено и для казенной Екатерининской дороги.

Начиная с 1915 г. паровозы Э стали основной серией локомотивов, заказываемых МПС для сети казенных дорог. Тем не менее, выпуск паровозов серии Ш еще некоторое время продолжался, что было вызвано необходимостью выполнения заводами ранее выданных заказов.

В 1915 — 1917 гг. на выпуск машин серии Э перешли многие паровозостроительные заводы страны: Луганский, Харьковский, Сормовский, Коломенский, Невский и Брянский. Исключение составляли лишь Путиловский и Воткинский заводы. Путиловский завод был загружен морскими военными заказами и, кроме того, получил заказ на паровозы типа 0–5–0 с 4-цилиндровой машиной. Воткинский завод должен был перейти на выпуск паровозов Э в 1918 г., однако из-за начавшейся гражданской войны этого не произошло.

Таким образом, в годы Первой мировой войны было организовано массовое производство машин типа 0–5–0, которое не прекращалось и в период гражданской войны. Стоит отметить, что подавляющее большинство паровозостроительных заводов России успешно пережило гражданскую войну, сохранив свое оборудование и производственный потенциал. Разрушению подвергся лишь самый маломощный Воткинский завод, но он паровозы серии Э не строил.

Стоит отметить, что в годы Первой мировой войны в США и Канаде было построено значительное количество паровозов серии Е типа 1–5–0. Эти заграничные поставки были обусловлены тем, что отечественные заводы были полностью загружены заказами на локомотивы и военную технику. В 1917 г. в США для заказов паровозов

был направлен профессор Ю.В. Ломоносов (1876 — 1952 гг.), который в 1918 г. из-за своей агитации в пользу большевиков был снят со своей должности. 12 сентября 1919 г. около Двинска (Даугавпилса) он вернулся в Советскую Россию, где был весьма доброжелательно встречен В.И. Лениным (1870 — 1924 гг.) и Л.Д. Троцким (1879 — 1940 гг.), и поступил на руководящую работу в НКПС.

Еще в конце 1919 г. Ю.В. Ломоносов стал готовить почву для нового крупного заказа паровозов за границей. Однако в начале этого дела практическая реализация предстоявших заказов находилась в руках Л.Б. Красина, который в тот момент совмещал два крупных поста в советском правительстве. С одной стороны, Л.Б. Красин занимал пост народного комиссара внешней торговли, а с другой — являлся наркомом путей сообщения.

В марте 1920 г. Л.Б. Красин отправился за границу с целью налаживания торговых и политических отношений Советской России с европейскими державами. Хотя в Крыму еще продолжалось сопротивление белогвардейских войск под руководством П.Н. Врангеля (1878 — 1928 гг.), шла гражданская война в других регионах, но многие европейские страны, предав ранее поддерживавшиеся ими антибольшевистские силы, были готовы сотрудничать с советским правительством.

Перед отъездом Л.Б. Красина за рубеж в НКПС были составлены ведомости товаров, которые следовало заказать за границей. В этот список вошло приобретение 5 тыс. товарных паровозов — количество огромное и беспрецедентное в истории локомотивостроения. Достаточно сказать, что весь паровозный парк России на тот момент составлял около 19 тыс. локомотивов. Никаких серьезных обоснований необходимости как увеличения локомотивного парка на 5 тыс. машин, так и причин, почему их нужно строить именно на зарубежных заводах, а не в своей стране, сделано не было. Экономически обосновать заказ для НКПС столь значительного числа паровозов было невозможно, поскольку перевозки значительно сократились, и имелся избыток локомотивов. Достаточно сказать, что в 1920 — 1921 гг. у НКПС в запасе стояли 1163 полностью исправных паровоза, а к 1923 — 1924 гг. их число увеличилось до 2907.

Впоследствии Ю.В. Ломоносов всячески открещивался от составления этого списка иностранных заказов техники и других материалов. В качестве своего алиби Ю.В. Ломоносов приводил тот факт, что он в тот момент болел сыпным тифом. Тем не менее, в работе над составлением списка для иностранных заказов принимал участие Б.Д. Воскресенский, который был заместителем Ю.В. Ломоносова по его должности председателя Технического комитета. Затем Б.Д. Воскресенский выехал за рубеж для реализации намеченных заказов.

Прибыв в Швецию, Л.Б. Красин решил разместить заказ на паровозы на локомотивостроительном заводе «НОНАВ», расположенном в г. Тролльгеттан. Сделано это было весьма оригинальным способом. Как выяснил британский профессор Энтони Хейвуд, фактически советское правительство купило это предприятие через посредника, в качестве которого выступил шведский предприниматель Гуннар Андерсон (1889 — 1960 гг.). Для этого Л.Б. Красин выдал Гуннару Андерсону крупную финансовую ссуду. Стоимость приобретения Андерсоном контрольного пакета акций фирмы «НОНАВ», осуществленного в июне 1920 г., составляла около 5,25 млн. шведских крон.

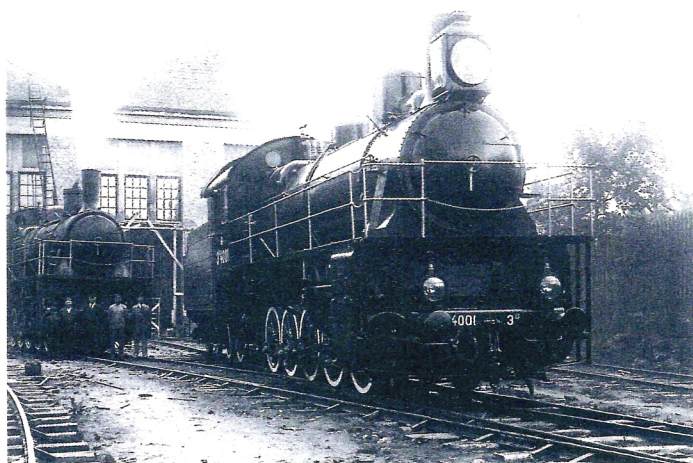
Примечательно, что сам Андерсон оказался отнюдь не послушным орудием в руках Л.Б. Красина и Ю.В. Ломоносова, а твердо отстаивал собственные коммерческие интересы и фактически шантажировал советских чиновников. В конечном итоге, советское правительство отказалось от финансовых претензий к Андерсону. Впрочем, все это произошло уже несколько лет спустя после описываемых событий.

16 мая 1920 г. Л.Б. Красин сделал заказ Андерсону на 1 тыс. паровозов, который должен был изготовить их в Швеции. Параллельно, начиная с апреля 1920 г., Л.Б. Красин по разным каналам вел переговоры о заказе паровозов в Германии.



В соответствии с договором, 100 паровозов, заказанных у Андерсона, предполагалось построить по чертежам шведских паровозов серии R типа 0-5-0 с некоторыми изменениями, а тип остальных 900 машин рассчитывали определить по особому соглашению. В Германии же эксперты Л.Б. Красина хотели заказать трехцилиндровые паровозы типа 1-5-0.

По поводу конструкций паровозов для иностранных заказов 9 июня 1920 г. состоялось совещание под председательством временно исполнявшего должность наркома путей сообщения Л.Д. Троцкого. На этом совещании было решено в европейских странах заказывать только паровозы русской серии Э, а заказы на локомотивы шведской серии R следует по возможности отменить.



Первые паровозы, выпущенные заводом «НОНАВ» по российскому заказу (на переднем плане — паровоз Э^{III} № 4001). Фото из коллекции Т. Алтберга

Накануне этого совещания 8 июня 1920 г. было принято решение о командировании за границу Ю.В. Ломоносова. Двумя днями позднее были определены полномочия Л.Б. Красина и Ю.В. Ломоносова: «Тов. Красин имеет право, не запрашивая предварительного согласия Москвы, но по получении технического заключения тов. Ломоносова, совершать сделки на покупку паровозов и ж.д. имущества в пределах ассигнованной СНК суммы 300 миллионов золотых руб.». Таким образом, полномочия Ю.В. Ломоносова сперва ограничивались лишь техническими вопросами. Но уже 17 июня 1920 г. Совнарком выдал Ю.В. Ломоносову мандат, в котором ему предоставлялись права народного комиссара с правом окончательного решения вопросов на месте. Так были заложены юридические основы для многолетнего соперничества между Л.Б. Красиным и Ю.В. Ломоносовым, которые отягчались крайне тяжелым и склочным характером последнего.

18 июня 1920 г. Ю.В. Ломоносов отправился в Ревель (Таллинн) и с некоторой задержкой, вызванной проблемой со шведской визой, 23 июля 1920 г. прибыл в Стокгольм. Здесь он стал решать не только технические, но и финансовые вопросы. Со второй половины августа 1920 г. Ю.В. Ломоносов стал заниматься заключением договора с Нордиска Хандельсбанком о финансировании железнодорожных заказов под залог размещенных в нем запасов российского золота. Осенью 1920 г. Ю.В. Ломоносов вернулся на некоторое время в Москву, где он рассчитывал укрепить свои позиции. Между тем общая сумма заказов НКПС за границей оценивалась согласно расценочной ведомости внушительной суммой в 294 млн. золотых рублей.

Позднее, в июле 1921 г. появилась еще дополнительная ведомость на 3 млн. руб. Для размещения и контроля этих заказов согласно наказу, утвержденному Совнаркомом 5 октября 1920 г., была организована особая структура под руководством Ю.В. Ломоносова — Русская железнодорожная миссия. Примечательно, что в ее функции входили как заключение договоров, так и приемка выполненных заказов. Иными словами, Ю.В. Ломоносов сконцентрировал в своих руках всю полноту власти по зарубежным железнодорожным заказам. Наказ был подписан председателем СНК В.И. Ульяновым (Лениным) и секретарем СНК Л.А. Фотиевой (1881 — 1975 гг.).

Деятельность Русской железнодорожной миссии носила глобальный характер. Отдельные страны и регионы были распределены на 15 районов, несколько из которых было в Германии, а остальные — в Швеции, Великобритании, Австрии, Чехословакии, Эстонии, Латвии и Канаде. В Швеции располагалось два района — VII (Южная Швеция) и VIII (Северная Швеция). Главная контора миссии первоначально находилась в Стокгольме, а позднее была перенесена в Берлин. Тем не менее, бухгалтерия миссии осталась в Стокгольме. Это было обусловлено тем, что финансовые расчеты с поставщиками осуществлялись через посредничество шведских банков.

За время существования миссии ее сотрудниками являлись 307 человек, из которых 23,1 % было командировано из Российской Федерации, а 76,9 % персонала было нанято за границей. Помимо заказов на паровозы, миссия занималась организацией ремонта локомотивов, заказом цистерн, рельсов и другого оборудования и материалов. Однако по стоимости явно доминировали именно паровозы — на них приходилось 70 % всех заказов.

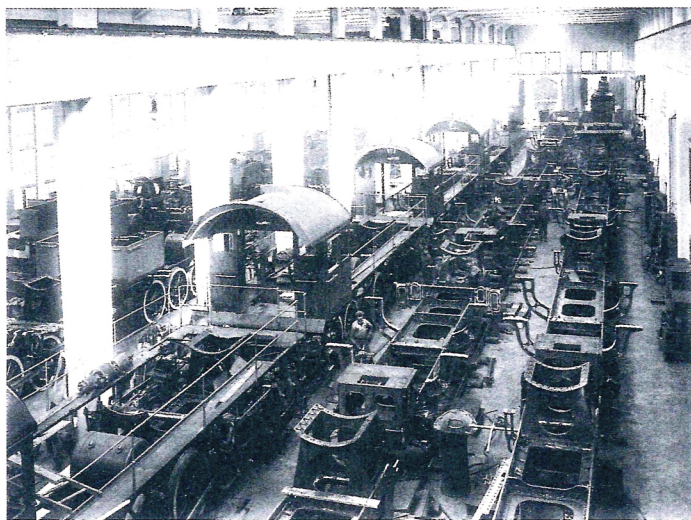
Миссия представляла собой вневедомственное учреждение, которое подчинялось напрямую Совнаркому. Такой статус, несомненно, нарушал монополию внешней торговли, которую отстаивал Л.Б. Красин.

По прибытии в Швецию Ю.В. Ломоносов стал добиваться от фирмы «НОНАВ» того, чтобы вся тысяча локомотивов для России была изготовлена по чертежам паровоза серии Э. 28 июля 1920 г. шведская фирма дала на это согласие. Кроме того, в договоре от 16 мая 1920 г. не был определен порядок приемки паровозов. В октябре 1920 г. Ю.В. Ломоносов договорился с компанией «НОНАВ» о том, что вместо договора от 16 мая 1920 г. необходимо будет заключить новый документ. Этот договор был заключен 15 октября 1920 г., причем цена шведских паровозов была определена («по себестоимости»). В договоре оговаривалась возможность заказа через эту компанию до 1000 локомотивов, изготавливаемых в Германии по цене 230 000 шведских крон за один паровоз. Однако в полной мере реализовать договор по части германских паровозов не удалось.

9 ноября 1920 г. Л.Б. Красин направил телеграмму, где информировал о необходимости сократить заказ до 100 германских паровозов. По версии Ю.В. Ломоносова, причиной сокращения заказа послужило то, что в данный момент запас российского золота, отпущенного на железнодорожные заказы, был ограничен 30-ю тоннами.

Такую странную формулировку («по себестоимости») можно объяснить только тем, что ранее Андерсон получил крупную ссуду советского правительства на покупку завода «НОНАВ». Приемка паровозов должна была производиться после прибытия паровозов в Россию. Впрочем, на практике это мало что меняло, так как ее осуществляли те же сотрудники Ю.В. Ломоносова, работавшие в миссии. Интересно, что в этот второй договор от 15 октября 1920 г. были включены и германские паровозы. Иными словами, фирма «НОНАВ» выступала здесь в роли посредника. Однако и этот контракт оказался не окончательным, так как по настоянию Л.Б. Красина он был аннулирован. Договор на германские паровозы был заключен через другого посредника — шведского предпринимателя Виктора Берга.

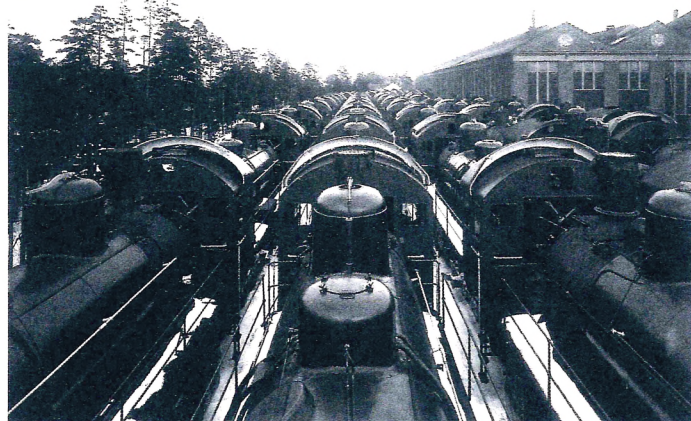
С тем чтобы урегулировать отношения со шведским заводом, 13 марта 1921 г. с ним был заключен очередной, уже третий, договор. Между тем, уже в 1920 г. выяснилось, что завод «НОНАВ» слабо оснащен и потому, если не предпринять никаких мер, то с заказом паровозов он может не справиться. Сам Ю.В. Ломоносов по этому поводу отмечал: «Уже после первого осмотра Тролльгеттанского завода в августе 1920 г. — прим. авт.) для меня стало очевидным, что своими средствами по развитию кузницы и котельной он с заказом справиться не может. Перед нами были две технические возможности: или развивать его или передать часть заказов другим заводам. Сперва мы стали на второй путь; но, во-первых, работа некоторых шведских заводов оказалась неудовлетворительной, а, во-вторых, и это главное, за свои услуги в качестве посредника по заказу паровозов в Германии НОХАБ, потребовал предоставления ему ссуды в 10 миллионов (видимо, шведских крон — прим авт.) на развитие своего завода и 5 миллионов на покупку материалов. Ссуда эта была беспроцентная».



Сборка паровозов ЭШ на заводе «НОНАВ» в Швеции. Фото из коллекции Т. Алтбергса

Таким образом, в условиях гражданской войны советское правительство мало того, что отдало выгодные заказы иностранным фирмам, так еще стало заниматься вывозом капитала для развития шведской промышленности! В 1921 г. фирма «НОНАВ» «погасила» первую ссуду на 5 миллионов, а ссуду на 10 миллионов выплачивала в последующие годы. При этом Андерсон «расплачивался» все теми же советскими деньгами, получаемыми в качестве оплаты за паровозы. К 26 июля 1922 г. «себестоимость» одного шведского паровоза определилась в 175 000 шведских крон, что было дешевле, чем германских паровозов серии ЭГ, стоимость которых при посредничестве В. Берга составляла 284 000 шведских крон за один локомотив. Впрочем, учитывая спонсирование фирмы «НОНАВ» со стороны советского правительства, трудно сказать, в какой мере указанная выше цифра «себестоимости» соответствовала реальности.

В 1922 г. в связи с необходимостью поддержки советского паровозостроения стала рассматриваться возможность сокращения шведских заказов. Слухи об этом дошли и до фирмы «НОНАВ». Как писал потом Ю.В. Ломоносов, в связи с этим шведский завод стал задерживать отправку готовых паровозов, и к 1 июля 1922 г. в Тролльгеттане скопилось 58 локомотивов. Это стало поводом к расторжению договора от 13 марта 1921 г. с фирмой «НОНАВ».



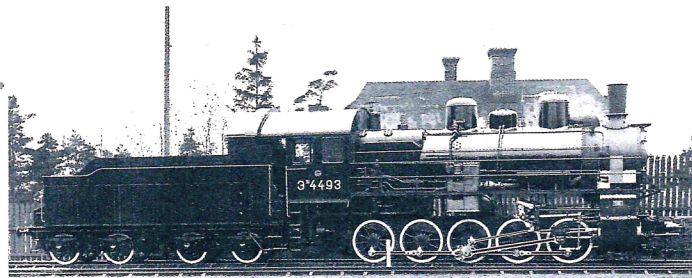
Готовые к отгрузке паровозы серии ЭШ. Фото из коллекции Т. Алтбергса

Вместо этого 23 июля 1922 г. был заключен четвертый договор с данной фирмой, в котором число заказанных локомотивов было сокращено с 1000 до 500 единиц. Одновременно с этим была пересмотрена и их цена. Вместо платы по «себестоимости» были введены твердые цены. При этом цена за один паровоз из числа первых 350 единиц была установлена в 230 000 шведских крон, а за оставшиеся 150 машин уплачивалось по 160 000 шведских крон за один локомотив. Выпуск паровозов по советскому заказу продолжался в Швеции по 1924 г.

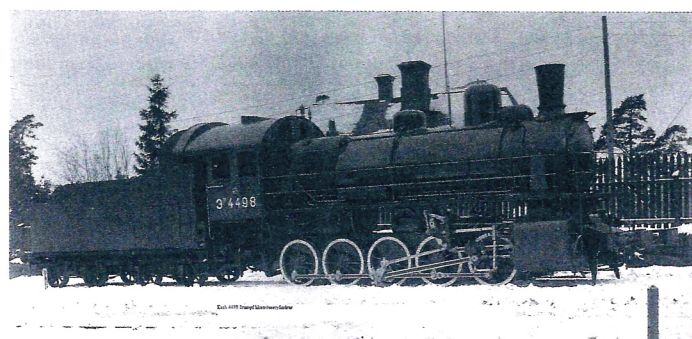
включительно. Выпущенные в этой стране локомотивы были обозначены серией ЭШ. Можно отметить, что 50 паровозов этой серии были изготовлены с постановкой на них котлов британской фирмы «Армстронг».

В конструктивном отношении шведские машины можно разделить на три группы. Первые 15 локомотивов с номерами 4001 — 4015 были построены по чертежам Луганского завода с некоторыми изменениями, принятыми 9 августа 1920 г. Паровозы с номерами 4016 — 4115 в основном соответствовали чертежам завода «Геншель». И, наконец, остальные машины были построены по чертежам завода «Геншель», но с некоторыми изменениями, обусловленными условиями перевозок паровозов по железным дорогам Швеции и Германии.

Паровоз ЭШ № 4493 был оборудован водоподогревателем системы Вортингтон, а № 4495 — системы Кнорра. Машина с № 4498 была выпущена с прямоточной паровой машиной системы Штумпфа.



Паровоз ЭШ № 4493 с водоподогревателем Вортингтона. Фото из коллекции Т. Алтбергса



Паровоз ЭШ № 4498 с паровой машиной Штумпфа. Фото из коллекции Т. Алтбергса

Германия в то время обладала хорошо развитой паровозостроительной промышленностью. В стране действовало более полутора десятков фирм, выпускавших паровозы. Казалось бы, следовало выйти на наиболее крупные и известные из них и напрямую вести с ними переговоры. Однако Л.Б. Красин поступил иначе. Для выхода на германских промышленников он подключил стоковского книготорговца (!) Бонье, который познакомил Л.Б. Красина в Копенгагене с представителями Круппа. За эту услугу Бонье получил 1 % комиссии со всей суммы сделки (более 1,5 млн. шведских крон). В дальнейшем практика вклинивания посредников между реальными изготовителями и Русской железнодорожной миссией широко применялась и самим Ю.В. Ломоносовым.

Однако посредничеством Бонье дело не ограничилось, и 6 мая 1920 г. Л.Б. Красин обратился за помощью в заказе паровозов к известному немецкому профсоюзному деятелю Карлу-Рудольфу Легину (1861 — 1920 гг.), который посоветовал привлечь к переговорам подконтрольную профсоюзам коммерческую структуру под названием «Дойче Экономии Гезельшафт», возглавляемый Ашбергом. 18 августа 1920 г., по версии Ю.В. Ломоносова, ему от Легина и Ашберга был предъявлен ультиматум, где они требовали заключать договоры на поставку паровозов в Германии только через всеобщий Германский профессиональный союз и его фирму «Дойче Экономии Гезельшафт». При этом за свои посреднические услуги они желали получить 2 % комиссионных и, кроме того, дополнительные затра-

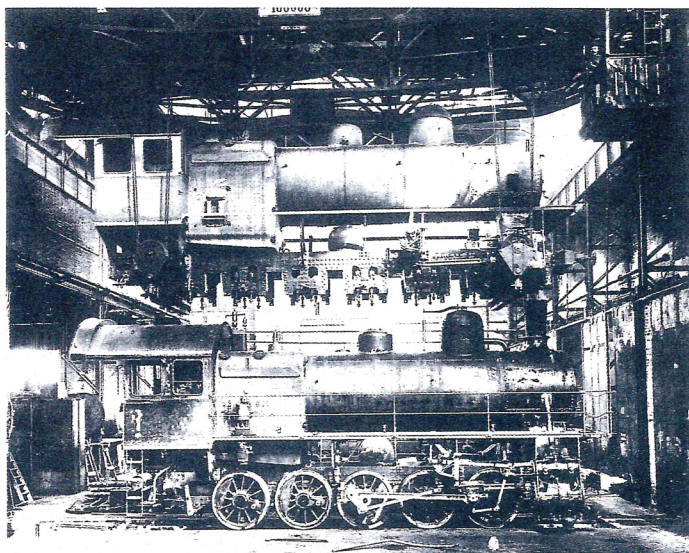


на страховку, транспорт золота, проценты за кредиты и гербовый сбор. Таким образом, защитники прав рабочего класса рассчитывали заработать около 3,5 млн. шведских крон.

В то же время, с июня 1920 г. шли переговоры с другим потенциальным посредником — германской фирмой «Рейхсбетрибе». Условия указанных коммерсантов показались неприемлемыми, и Ю.В. Ломоносов предпочел иметь дело с другими посредниками фирмой «Локофербанд», а также шведским заводом «НОНАВ». 1 сентября 1920 г. с «Локофербандом», то есть объединением германских паровозостроительных заводов, был заключен предварительный договор.

Впрочем, уже 23 ноября 1920 г. через германского предпринимателя В. Берга заказали еще 600 паровозов типа 0–5–0. Однако цена этих машин увеличилась уже до 235 000 шведских крон, или по курсу на тот момент 119 400 золотых рублей. Таким образом, по двум договорам в Германии заказали 700 машин серии ЭГ — так были обозначены машины типа 0–5–0 немецкой постройки. В отличие от Швеции, где все паровозы строил один завод, в Германии российские заказы распределили между множеством машиностроительных предприятий. В их число попали как крупные заводы, имевшие всемирную известность (например, «Геншель», «Борзиг» и «Шварцкопф»), так и фирмы, совсем недавно начавшие заниматься локомотивостроением. Соответственно, качество выпущенных машин также было неодинаковым.

Очевидно, что привлечение множества заводов увеличило стоимость паровозов, поскольку цена, так или иначе, учитывала себестоимость производства на наименее оборудованных предприятиях. Совершенно не был использован и фактор конкуренции заводов между собой, поскольку через тот же «Локофербанд» они образовывали картель. Как уже ясно из истории переговоров, ни Л.Б. Красин, ни Ю.В. Ломоносов в снижении цен заинтересованы не были.



В сборочном цехе германского завода «Vulcan» в г. Штеттин. Фото из коллекции автора

Так же, как и шведские машины, паровозы серии ЭГ строились по чертежам Луганского завода с внесением в них некоторых изменений. Например, анкерные болты в топки устанавливались по немецкому способу, то есть ставились сверху и крепились гайками. Это было вызвано практикой германского паровозостроения и оборудованием этих заводов. На первых ста локомотивах ЭГ были применены целиком железные топki, у остальных 600 машин этой серии были установлены медные решетки при сохранении остальных частей огневых коробок железными. Это было обусловлено тем, что в 1920 г. в Европе существовал дефицит меди, а в 1921 г. эта проблема исчезла. По сравнению с русскими локомотивами серии Э, у германских паровозов была изменена конструкция подвижных связей.

Модифицирована была и конструкция цилиндрической части котла. Если у русских машин 0–5–0 она состояла из трех барабанов, то на немецких машинах их было только два и они имели одинаковую длину по 2394 мм, отличаясь между собой лишь внутренним диаметром.

По просьбе германских производителей была изменена дверка дымовой коробки. Ее выполнили по типу Прусских железных дорог, чтобы использовать уже имевшиеся на заводах штампы.

Изменились и коробки перегревателя. Если у русских машин их изготавливали стальными, то у шведских и германских они были выполнены чугунами. Изменена также была конструкция сифона, которую у ЭГ выполнили по типу паровозов Московско-Казанской дороги.

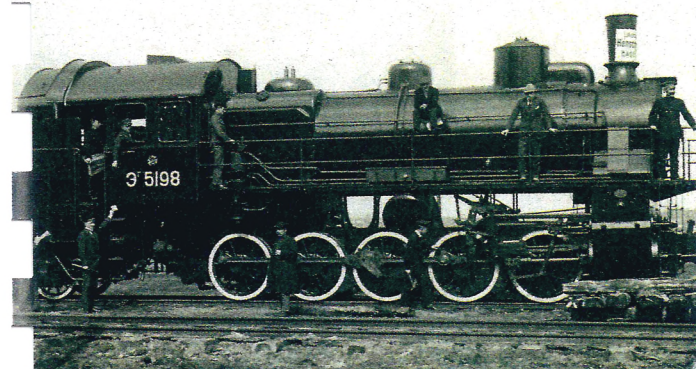
На паровозах ЭШ и ЭГ был поставлен регулятор Цара (выполненный по типу русских паровозов серии С), применен переменный кофус. Если на русских паровозах серии Э применялась одностворчатая дверка шуровочного отверстия, открывавшаяся на шарнирах, то на всех машинах ЭГ и большинстве паровозов ЭШ эту деталь выполнили как у паровозов серии С, то есть раздвижной, состоящей из двух половинок. По сравнению с русскими паровозами серии Э, у машин германского заказа и большинства шведской поставки была изменена конструкция зольника, что позволяло облегчить его очистку.

Первые 100 паровозов германской поставки были выполнены с рамами толщиной 30 мм, а все остальные машины шведского и германского изготовления имели рамы с толщиной листов 32 мм.

Применялись различные приборы беспарного хода. Так, если на первых ста машинах серии ЭГ устанавливались байпасы Зяблова, то у остальных германских локомотивов на камере перегретого пара коробки перегревателя были установлены воздушные краны Риккура. Для теплоизоляции котлов ЭГ использовалось стекловолно.

Из указанных выше конструктивных особенностей паровозов германского заказа видно, что они во многих деталях отличались как от паровозов Э российской постройки, так и от шведских машин той же серии.

(Продолжение следует)



Паровоз ЭГ № 5198 завода «Геншель» после выгрузки в Вентспилсе (Латвия) в 1922 г. Фото из коллекции Т. Алтбергса

Впрочем, даже Ю.В. Ломоносов в своем официальном отчете признавал, что эта история с договорами, когда в ноябре 1920 г. сначала резко уменьшили заказ германских паровозов через «НОНАВ», а потом все же заказали эти машины через В. Берга, принесла убыток ветскому государству в 16 744 100 шведских крон.

Л.Б. Красин в своем письме на имя В.М. Молотова (1890 — 1986 гг.) от 22 марта 1922 г. следующим образом характеризовал деятельность Ломоносова по германским заказам локомотивов: «Ломоносов систематически избегает выдавать заказы производителям и все более крупные заказы выдаются им обычно через посредство группы шведских капиталистов, и даже заказы в Германии передавались через посредство шведской группы, которая предварительно устраивала аукцион из германских производящих фирм, который естественно поднимал цену на изделия. В таком именно порядке Ломоносовым был выдан большой заказ на паровозы и большой заказ на рельсы в Германии». Впрочем, своевременно Л.Б. Красин никаких мер против такой практики ведения дел Ломоносовым не предпринял, а все обвинения выдвигались спустя длительное время.



ДВУХЭТАЖНЫЕ ПОЕЗДА НА ДОРОГАХ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ

В 2015 г. администрация «Peninsula Corridor Joint Powers Board» (США, штат Калифорния) заключила контракт с компанией «Balfour Beatty» на электрификацию линии Сан-Франциско — Сан-Хосе протяженностью 82 км компании-оператора «Caltrain». Кроме того, был подписан контракт с компанией «Stadler» (Швейцария) на поставку шести-вагонных двухэтажных электропоездов семейства KISS (с нем. «комфортные инновационные пригородные поезда с повышенным ускорением», рис. 1).

Всего компания «Stadler» должна поставить 16 составов на сумму 551 млн. долл. с опцией еще на 96 вагонов стоимостью 385 млн. долл. Это седьмой контракт компании «Stadler» в США на электропоезда KISS (см. таблицу). Таким образом, составы швейцарской компании будут эксплуатироваться в уже девяти странах мира. Длина электропоезда — 157,1 м, максимальная скорость — 177 км/ч. При необходимости можно увеличить составность до семи или восьми вагонов.

Планируется, что первые электропоезда начнут эксплуатироваться в 2020 г. Замена пассажирских поездов тепловозной тяги с тяжелыми кузовами вагонов из стали на электропоезда с легкими алюминиевыми кузовами позволит увеличить производительность и пассажироместимость, а также значительно сократить загрязнение окружающей среды выхлопными газами и снизить уровень шума.

Электропоезда семейства KISS отвечают нормативам Федеральной железнодорожной администрации (FRA) по эксплуатации в смешанном сообщении с высоким уровнем пассивной безопасности. Кроме того, они полностью соответствуют требованиям закона «Покупай американское» («Buy America Act»), согласно которому доля продукции, изготовленной в США, должна составлять не менее 60 % стоимости контракта. Компания «Stadler» арендует производственные мощности в Солт-Лейк-Сити (штат Юта).

Контракт администрации «Peninsula Corridor Joint Powers Board» с компанией «Balfour Beatty» на электрификацию линии Сан-Франциско — Сан-Хосе стоимостью 697 млн. долл. является крупнейшим в США. Объем работ включает электрификацию линии на переменном токе напряжением 25 кВ (60 Гц), две тяговые подстанции, один пост секционирования и семь пунктов параллельного соединения, а также замену



Рис. 1. Дизайн двухэтажного электропоезда семейства KISS для компании-оператора «Caltrain»

сигнализации и заземление в существующих устройствах. Работы начались осенью 2016 г. и должны завершиться весной 2020 г.

Компания «Rocky Mountaineer», эксплуатирующая туристические поезда, маршруты которых проходят по территории западных районов Канады и США, заключила контракт с компанией «Stadler» на поставку десяти двухэтажных вагонов (рис. 2). Вагоны имеют застекленную крышу, благодаря чему пассажирам обеспечивается максимальный обзор. В некоторых вагонах на нижнем этаже расположен ресторан. Согласно контракту, новые вагоны будут поставлены в 2018 г.

Наряду с приобретением вагонов, компания «Rocky Mountaineer» модернизирует эксплуатируемый подвижной состав в рамках крупнейшей инвестиционной програм-

мы в ее истории, которая бере начало в 1990 г. Всего за годы существования компании ее поездами воспользовались более 1,7 млн. чел.

Транспортная администрация «Metrolinx», работающая в регионе Большого Торонто и Гамильтона (ГТНА) провинции Онтарио (Канада), намеревается ввести в эксплуатацию более 100 новых двухэтажных пассажирских вагонов для поездов и станций системы GO Transit, доступных людям с ограниченной подвижностью, в течение следующих двух лет. Всего заказано 127 вагонов, из которых 67 — с кабиной управления (рис. 3). Вагоны построены на заводе «Thunder Bay» компании «Bombardier». Ввод вагонов

в эксплуатацию позволит увеличить количество поездов для удовлетворения возрастающих потребностей в перевозках на сети GO Transit.

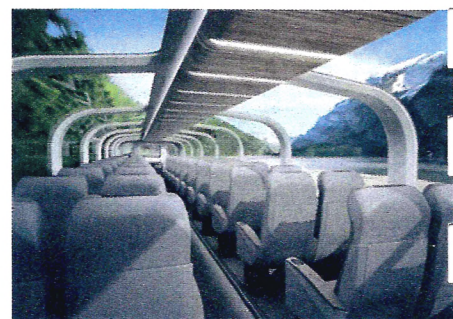


Рис. 2. Панорамный двухэтажный вагон компании «Stadler» для туристического поезда

Контракты компании «Stadler» (Швейцария) в США

Год подписания контракта	Заказчик	Количество поездов, ед.	Модель	Тип
2002	Транспортная администрация «New Jersey Transit» (линия River Line, штат Нью-Джерси)	20	GTW	Дизель-поезд
2005	Транспортная администрация «Capital Metropolitan Transportation Authority» (Остин, штат Техас)	6		
2009	Транспортная администрация «Denton County Transportation Authority» (Дентон, штат Техас)	11		
2014	Транспортная администрация «Bay Area Rapid Transit San Francisco» (Сан-Франциско, штат Калифорния)	8		
2015	Транспортная администрация «Capital Metropolitan Transportation Authority» (Остин, штат Техас)	4		
2015	Транспортная администрация «Fort Worth Transportation Authority» (Форт-Уэрт, штат Техас)	8	FLIRT	Электропоезд
2016	Администрация «Peninsula Corridor Joint Powers Board» (компания-оператор «Caltrain», штат Калифорния)	16	KISS	



Рис. 3. Двухэтажный вагон с кабиной управления компании «Bombardier»

Новые двухэтажные вагоны будут обеспечивать более комфортные условия перевозки пассажиров (элементы интерьера в пассажирском салоне приводятся на рис. 4):

- ❖ пространство для сидений увеличено (больше места для ног, а также между и снизу сидений для размещения багажа);

- ❖ улучшена амортизация сидений и подголовников, установлены подвижные подлокотники;

- ❖ в туалетных комнатах установлены электросушители для рук, подача воды осуществляется при поднесении рук к крану без непосредственного касания, предусмотрены устройства (дозаторы) для подачи мыла;

- ❖ дополнительный подогрев пола позволяет поддерживать комфортную температуру внутри салона в зимние месяцы;

- ❖ напольное покрытие уменьшает уровень шума в поезде;

- ❖ спокойное освещение, которое более благоприятно для глаз;

- ❖ обеспечивается легкий доступ в вагон, в частности, для пассажиров с колясками и велосипедами.



Рис. 4. Элементы интерьера в салоне двухэтажного вагона компании «Bombardier»

Министр транспорта провинции Онтарио в июне 2015 г. посетил депо в Виллоубруке, чтобы торжественно принять первые 67 двухэтажных вагонов компании «Bombardier» с кабиной управления, которые увеличивают провозную способность в пригородном сообщении Торонто. Новые вагоны имеют зоны поглощения энергии удара в лобовой части, кабина машиниста обеспечивает лучшие обзор и эргономику. Микропроцессорная система диагностики осуществляет постоянный мониторинг неисправностей.

Также компания «Bombardier» построит дополнительную партию из 125 двухэтажных пассажирских вагонов «BiLevel». Их постройку планируется начать во втором квартале 2018 г. и завершить в первом квартале 2020 г. Стоимость контракта — 428 млн. канад. долл. (328 млн. долл. США).

По материалам журнала
«Railway Gazette International»

Инж. П.А. ПОЛИН, г. Москва

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Демиховский завод расширяет поставки электропоездов ЭП2Д

Центральная пригородная пассажирская компания (ОАО «ЦППК»), ПАО «ГТЛК» и ОАО «Демиховский машиностроительный завод» (ДМЗ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») заключили трехсторонний договор на поставку в 2017 г. новых электропоездов постоянного тока ЭП2Д.

Условия договора предусматривают, что ГТЛК приобретает у ДМЗ электропоезда для последующей их передачи ЦППК в лизинг сроком на 15 лет с правом дальнейшего выкупа по остаточной стоимости. В общей сложности до конца года парк ЦППК по этому контракту пополнят 13 электропоездов ЭП2Д в одиннадцативагонном исполнении (143 вагона).

Сегодня ЦППК уже эксплуатирует 15 составов ЭП2Д, построенных на ДМЗ. Поезда этой серии курсируют как на экспрессных направлениях, так и на маршрутах с частыми остановками.

Электропоезд ЭП2Д успешно завершил комплекс испытаний в начале августа 2016 г. и получил сертификат соответствия Технического регламента Таможенного союза, что гарантирует высокий уровень комфорта и безопасности пассажиров. Поезд оснащен системами климат-контроля, экологически чистыми туалетными комплексами, системами видеонаблюдения, видеорегистрации, доступом к сети Wi-Fi, а также оборудован специальными местами для проезда маломобильных групп населения и провоза велосипедов.



Безопасность пассажиров обеспечивается благодаря крэш-системам, электропневматическим тормозам, электрическим стоп-кранам и прочим современным техническим решениям.

По материалам Департамента по внешним связям
ЗАО «Трансмашхолдинг»

ПАМЯТИ КОЛЛЕГИ

На 82-м году ушел из жизни наш коллега Владимир Иванович Сергеев, более 20 лет возглавлявший журнал «Электрическая и тепловозная тяга» (с 1994 г. — «Локомотив»). Получив в 1963 г. высшее образование в МИИТе по специальности «Электрификация железных дорог», он трудился помощником машиниста, инженером по безопасности движения в прославленном локомотивном депо Москва-Сортировочная-Рязанская. Здесь в многотиражной деповской газете «Первый субботник» публиковал свои первые заметки, очерки, зарисовки. А вскоре в издательстве «Транспорт» выходит и его первая книжка «Общественность депо в борьбе за безопасность движения», обратившая на себя внимание специалистов.

Молодого пишущего инженера в Министерстве путей сообщения СССР приглашают на должность редактора журнала «Железнодорожный транспорт». Последующие пять лет он формируется как профессиональный журналист, вступает в Союз журналистов. Время даром не теряет, собрав материал для очередной книги «Эстетика на железнодорожном транспорте», которая выдерживает два издания.

Зарекомендовав себя грамотным инженером и талантливым журналистом, инициативным человеком, В.И. Сергеев становится помощником заместителя министра путей сообщения П.Г. Муратова, а затем заместителем заведующего отделом ЦК профсоюза рабочих железнодорожного транспорта и транспортных строителей. В эти годы он проходит основательную школу, позволившую расширить кругозор о том, какая техника приходит на железные дороги, как живут и трудятся железнодорожники, какие вопросы их волнуют больше всего.

С 1976 г. Владимир Иванович — главный редактор нашего журнала. Свежий взгляд позволил по-новому строить редакционную



политику. В состав редколлегии были введены машинисты Герои Социалистического Труда С.Е. Яцков и В.Ф. Соколов. Появились новые рубрики «Школа молодого машиниста», «Если бы я был конструктором», «Наш почтовый ящик». Были организованы технические викторины «Хорошо ли вы знаете автотормоза и АЛСН?» и «Что произошло в пути?», проведена дискуссия «Подготовка машинистов: проблемы и перспективы».

Читательские конференции и «круглые столы» сделали журнал популярным среди локомотивщиков. Он вооружал их знаниями, расширял кругозор. Повышал свой профессиональный уровень и главный редактор, в зрелые годы наравне с более молодыми коллегами окончил факультет журналистики МГУ. Он стремился расширять рамки содержания журнала путём показа лучших людей, многие из которых вошли в золотой фонд отрасли. За продолжительную и безупречную работу В.И. Сергеев награждён орденом «Знак Почёта», знаком «Почётному железнодорожнику».

Мало кто знал, что он перенёс сложные операции. Но характер и сила духа остались прежними. Едва отойдя от тяжелой операции, он продолжил работать над книгой «Вершины машиниста Соколова». Каждую неделю звонил в редакцию, чтобы напомнить о какой-нибудь памятной дате, рассказать о героях-железнодорожниках, которых знал лично, или подсказать острую тему для статьи. Его жизнь до последних дней была наполнена творческими планами. Светлая память о Владимире Ивановиче Сергееве навсегда сохранится в сердцах тех, кто знал этого незаурядного человека, работал рядом с ним.

Редколлегия, редсовет и редакция журнала «Локомотив»

«ЛОКОТЕХ» ВНЕДРЯЕТ АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ

Группа компаний «ЛокоТех» внедряет автоматизированную систему управления производственными ресурсами в сервисных локомотивных депо. Система позволит снизить потери компании на 30 % и в целом повысит эффективность не только ремонта, но и эксплуатации локомотивного парка российских железных дорог. Презентация проекта состоялась в рамках конференции «Цифровое предприятие», прошедшей недавно в Москве.

По словам начальника управления разработки информационных систем «ЛокоТех» Д.Ю. Розвера, внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) позволит максимально эффективно отвечать запросам клиентов, оптимизировать и сделать более гибкими бизнес-процессы в компании.

Это станет возможным благодаря повышению коэффициента технической готовности (КТГ — определяет долю исправных локомотивов в общем парке железных дорог), снижению числа неплановых ремонтов и сокращению ресурсов сервисных локомотивных депо. Проект направлен на реинжиниринг системы внутрипроизводственного планирования, управления производством, включая оперативное обеспечение товарно-материальными ценностями с целью повышения КТГ, сокращения себестоимости технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.

Основные блоки АСУ включают мониторинг эксплуатации и технического состояния локомотивов, накопление

статистики, формирование графиков постановки локомотивов на ремонт, внутрипроизводственное планирование, управление качеством и надёжностью (техническое обслуживание, ремонт, неплановый ремонт), анализ эффективности.

Ожидается, что диджитализация производственных процессов в ремонтных депо приведет к снижению потерь «ЛокоТех» минимум на 30 % и позволит существенно оптимизировать расходы ключевого клиента — ОАО «РЖД». Максимальный эффект от внедрения программы планируется достичь до конца 2018 г.

*По материалам пресс-службы
ООО «Локомотивные технологии»*

Читайте в ближайших номерах:

- ❖ Знакомьтесь: магистральный тепловоз 3ТЭ25К2М
- ❖ Некоторые изменения в цепях электровозов серии ЭП1
- ❖ Электрические блок-схемы тепловоза 2ТЭ116
- ❖ Тепловоз 2ТЭ25КМ: цепи пуска дизеля и заряда батареи
- ❖ Схемы питания вспомогательных машин электровозов «Ермак»
- ❖ Электрические схемы электропоездов ЭД4М
- ❖ Схема пневматического тормозного оборудования электровоза 2ЭС10 «Гранит»



0081919



«Москва» — новейший электропоезд метрополитена



Цехи завода украсились в честь праздника

МЕТРОВАГОНМАШ ОТМЕТИЛ 120-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ

Мытищинское ОАО «МЕТРОВАГОНМАШ» (входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») отметило свой юбилей — 120 лет. На праздник прибыли представители правительств России, Венгрии, Сербии, руководства Московской области и Мытищинского района, начальники метрополитенов и коллеги с заводов, входящих в состав Трансмашхолдинга. С участием генерального директора Б.Ю. Богатырёва торжественно открыт музей ОАО «МЕТРОВАГОНМАШ», проведены экскурсионно-производственные туры.

Мытищинский вагоностроительный завод начал свою деятельность 18 мая 1897 г. Его основателями стали потомственный почётный гражданин Савва Мамонтов, дворянин Константин Арцыбушев и инженер Александр Бари. Завод на производство подвижного состава для железных дорог, вагонов для городских конных дорог и трамвайных линий, а также снегоочистителей.

В 1926 г. впервые в стране на заводе начался выпуск электровагонов (электропоездов) для первых электрифицированных дорог страны: Баку — Сабунчи (Азербайджане (1926 г.) и Москва — Мытищи (1929 г.). С 1935 г. на предприятии начался выпуск вагонов метро типа «А». С 1943 г. производились самоходные артиллерийские установки СУ-76, в 1945 г. освоен выпуск гусеничных тягачей. За

работу в военное время предприятие награждено орденом Отечественной войны I степени.

С 1935 г. Метровагонмаш тесно сотрудничает с Московским метрополитеном. За 82 года в адрес столичной подземки было поставлено несколько десятков различных моделей вагонов метро. В 2017 г. начался выпуск новейших вагонов метро серии 81-765/766/767 «Москва». Сегодня предприятие — это ведущий производитель современных вагонов для метрополитенов крупных городов России, стран СНГ и ряда европейских государств. Продукция МВМ эксплуатируется в 19 городах 11 стран мира. Вагоны метро, выпущенные на Метровагонмаше, перевозят ежедневно более 16 млн. пассажиров.

С 2005 г. ОАО «МЕТРОВАГОНМАШ» входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг» — крупнейшего объединения предприятий транспортного машиностроения России, производящего магистральные, промышленные электропоезда и тепловозы, грузовые и пассажирские вагоны, судовые и тепловые дизели, вагонное литьё, электропоезда.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»



Музей торжественно открыл генеральный директор предприятия Б.Ю. Богатырёв



Первые записи в Книге отзывов — от Б.Ю. Богатырёва (справа) и начальника Московского метрополитена Д.В. Пегова (недавно назначен директором ОАО «РЖД» по пассажирским перевозкам)



В музее Метровагонмаша бережно хранится богатая история завода



Портреты передовиков производства — на самом видном месте



ТЕПЛОВОЗ ТГМ8КМ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ КУБА

Недавно на Людиновском тепловозостроительном заводе, входящем в холдинг «Синара-Транспортные Машины» (СТМ, дивизиональный холдинг Группы Синара), состоялась торжественная церемония передачи первого тепловоза ТГМ8КМ, изготовленного в рамках контракта с Союзом железных дорог Кубы (СЖДК). В мероприятии приняли участие заместитель министра транспорта Республики Куба Э.Р. Давила и президент СТМ С.Т. Папин.

Проект стартовал на Петербургском международном экономическом форуме в 2016 г., когда было заключено соглашение на поставки локомотивов, рельсовых автобусов и различного оборудования для модернизации кубинских железных дорог. Компания СТМ взяла на себя обязательство в 2017 — 2021 гг. построить для Кубы 75 маневровых локомотивов, осуществить капитальный ремонт уже эксплуатируемых тепловозов, поставить запасные части и оборудование для модернизации депо в г. Гавана.

В основу конструкции нового локомотива положена компоновка тепловоза ТГМ6Д, но для обеспечения лучшего обзора в сторону низкого капота были заново спроектированы капот с необслуживаемыми аккумуляторными батареями и кабина управления. Согласно контракту, в производстве тепловоза должны применяться комплектующие только российских производителей.

Специалисты АО «Калужский завод путевых машин» разработали новую гидропередачу УГП-1200Т В2, а ООО «Челябинский компрессорный завод» — винтовой компрессор KB-5,25/1 Л ТВ2, обладающий производительностью 5,25 м³/мин, повышенными ресурсом и показателями надежности. Локомотив имеет бесчелюстную унифицированную тележку, которая обеспечивает высокую надежность, улучшенную динамику воздействия на путь.

Тепловоз оснащен бортовыми устройствами, разработанными ОАО «Электромеханика» (г. Пенза): электронным комплексом КПД-ЗПВ, автоматизированной системой контроля расхода топлива КВАРТА-МП, ограничителем напряжения ФОН-1/1. Все эти аппараты изготовлены в специальном исполнении, защищены от повышенной влажности, образования плесени и скопления внутри приборов морской соли.

При проектировании тепловоза, предназначенного для работы на путях колеи 1435 мм в условиях влажного тропического климата, перед конструкторами ООО «Центр инновационного развития СТМ» стояла сложная задача. С одной стороны, он должен быть максимально унифицированным с предыдущими сериями тепловозов, органично вписываться в существующую инфраструктуру СЖДК, а с другой — соответствовать современным требованиям по эргономике, значительно улучшать условия труда локомотивной бригады.

В ближайшем номере нашего журнала будут более подробно представлены особенности нового маневрового тепловоза ТГМ8КМ для Союза железных дорог Кубы.

На снимках (слева направо, сверху вниз):

- ❖ на торжественной презентации маневрового локомотива для Кубы;
- ❖ компоновочные и другие конструкторские решения на тепловозе ТГМ8КМ обеспечивают высокий уровень безопасности его эксплуатации и технического обслуживания;
- ❖ в рамках торжественного мероприятия гостей завода ознакомили с его цехами и участками;
- ❖ в кабине тепловоза — генеральный директор ООО «ЦИР СТМ» А.В. Зубихин и генеральный директор кубинской внешнеторговой компании «Традеса» Х.А.Ариасо Гарсия;
- ❖ контракт на поставку тепловозов подписывают генеральный директор кубинской внешнеторговой компании «Традекс» Х.А.Ариасо Гарсия (справа) и президент компании СТМ С.Т. Папин;
- ❖ символический ключ от нового локомотива в руках министра транспорта Республики Куба Э.Р. Давила.

