№ 7
2016

ЛОКОМОТИВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

РЖД

Эффективность рекуперативного торможения

Как повысить качество испытаний локомотивов

Локомотивному депо Петрозаводск — 100 лет!

Безопасность движения: будь бдителен, машинист!

Особенности аппаратов и цепей электровозов ЧС7

Электронный регулятор тепловоза ЧМЭ3Т

Особенности дизеля тепловоза ТЭМ14

О важности реостатных испытаний тепловозов

Школа молодого машиниста

НАЧАЛИСЬ ИСПЫТАНИЯ «КНЯЗЯ ВЛАДИМИРА»

(см. с. 39)

ISSN 0869-8147

ТРАНСПОРТ НА ПУТИ В БУДУЩЕЕ

«Железнодорожный транспорт должен стать флагманом транспорта будущего», — заявил на пленарной сессии «Транспортные инфраструктуры будущего» старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович. Дискуссия состоялась недавно в Инновационном центре «Сколково» в рамках крупнейшей в Восточной Европе стартап-конференции «Startup Village 2016». За два дня мероприятие посетило 20 тыс. человек, в том числе около 7000 разработчиков стартапов, почти 1500 потенциальных инвесторов.

ОАО «РЖД» совместно с Фондом «Сколково» с 18 января 2016 г. проводили прием заявок на конкурс проектов «Инновации железнодорожного транспорта». В финал конкурса жюри отобрало 12 работ. В рамках «Startup Village 2016» прошла защита проектов финалистов, из которых очным голосованием жюри выбрало три проекта-победителя. Лучшими стали разработки компаний «СпецДизельСервис», «Автостанкопром» и СЗЛ (инновационные источники питания).

Предлагаемые инновации помогут повысить энергоэффективность подвижного состава, улучшить качество его электроснабжения от контактной сети, снизить объем вредных выбросов в атмосферу, защитить конструкции от коррозии, а также справиться с другими проблемами. Поэтому холдинг ОАО «РЖД» поможет инноваторам в организации испытаний и во внедрении их разработок на сети дорог. Победители также получили гранты в размере 5 млн. руб., которые они смогут расходовать на продолжение своих исследований в интересах транспортной отрасли.

На снимках (сверху вниз, слева направо):

- в круглом столе «Транспорт будущего» приняли участие вице-президент ОАО «АВТОВАЗ» Г. Харальд, старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович, вице-президент Фонда «Сколково» Н.С. Грачев, вице-президент компании «Hyperloop One» З. Кнут;
- В.А. Гапанович принял самое активное участие в организации и проведении инновационного конкурса;
- в открытии стартап-конференции и конкурса «Startup Village 2016» участвовали заместитель председателя Правительства Российской Федерации А.В. Дворкович (справа) и помощник Президента Российской Федерации А.А. Фурсенко;
- президент Фонда «Сколково» В.Ф. Вексельберг не скрывает радости: «Startup Village — это успешный инновационный проект в России. Его участники, а их почти 100 тысяч человек, способны изменить будущее страны»;
- робототехника — одна из главных тематик инновационных разработок начинающих ученых и активной молодежи;
- компания «Мегадор» создала универсальный энергосберегающий обогреватель MR с плавной регулировкой мощности;
- оптическую систему OFOS® для уличных светодиодных светильников компании «Четыре света», основанную на использовании отражателей, можно подстроить под параметры конкретной освещаемой территории;
- разработанный уральскими инженерами из ООО «Электроинжиниринг» автономный пункт учета электроэнергии «I-TOR» для ВЛ 110 кВ можно устанавливать и на подстанциях, и на опорах ЛЭП.

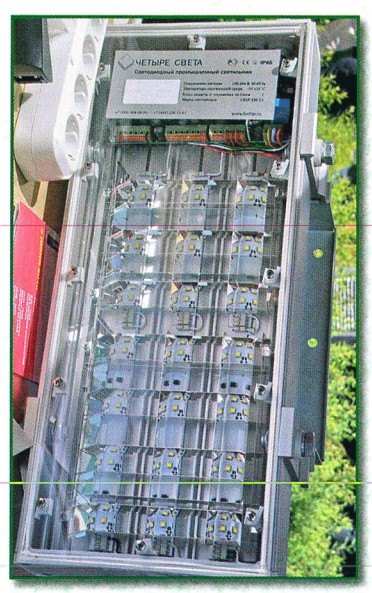


Фото Ю.А. Житенёва

ЛОКОМОТИВ

Ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал

ИЮЛЬ 2016 г.
№ 7 (715)

Издаётся с января 1957 г.
г. Москва

УЧРЕДИТЕЛЬ:
ОАО «Российские железные дороги»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
БЖИЦКИЙ В.Н.

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

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

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

В номере:

ИГИН В.Н. Эффективность рекуперативного торможения 2
Качественные испытания локомотивов — гарантия их эффективного использования 7
ЛАПТЕВ Г.А. На прочном фундаменте истории и традиций (к 100-летию локомотивного депо Петрозаводск) 10
ЧИСТОВ В.К. Семейная профессия (очерк о династии **Желтовых**) 13

НА КОНТРОЛЕ — БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

КАРЯНИН В.И. Будь бдителен, машинист, в пути следования! 16

В ПОМОЩЬ МАШИНИСТУ И РЕМОНТНИКУ

ЕРМИШКИН И.А. Особенности электрических аппаратов и цепей электровозов ЧС7 22
ПИЛИПЕНКО А.С. Функциональная схема электронного регулятора тепловоза ЧМЭ3Т 28
БОЛОБОНОВ С.И. Исправные гидравлические гасители колебаний — залог безопасного и комфортного движения 31
ЗВЯГИНЦЕВ А.М. Крышевому оборудованию электровозов — повышенное внимание! 32
КУЗНЕЦОВ К.В. Тепловоз ТЭМ14: особенности конструкции дизеля 35
ГОЛОВАШ А.Н., РУБЕЖАНСКИЙ П.Н. Реостатные испытания — неотъемлемая часть ремонта тепловозов. 37
Ответы на вопросы. 38

НОВАЯ ТЕХНИКА

Опытные рейсы электровоза 2ЭВ120-001 39

ШКОЛА МОЛОДОГО МАШИНИСТА

РУДНЕВ В.С. Принципы работы основных узлов и агрегатов тепловоза. Гидравлические передачи локомотивов 40

СТРАНИЧКИ ИСТОРИИ

ИЛЬИН Ю.Л. Паровозы ФД: история «Железного Феликса» 46

На 1-й с. обложки: **новый двухсистемный грузовой электровоз 2ЭВ120 «Князь Владимир», построенный на Энгельсском локомотивном заводе ООО «Первая Локомотивная Компания».** Фото В.И. КАРЯНИНА

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

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

Подписано в печать 01.07.2016.
Офсетная печать.
Усл.-печ. л. 5,62.
Усл. кр.-отт. 22,48.
Уч.-изд. л. 10,4.
Формат 64×90/8.

Отпечатано в типографии ОАО КНПО ВТИ.
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36.
Тел.: +7 (843) 519-69-05.
E-mail: npovti.t@yandex.ru.
Тираж 4520 экз. Заказ 1045.

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

© Локомотив, 2016

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ

Д-р техн. наук В.Н. ИГИН, г. Москва

Динамично развивающаяся в последнее десятилетие сфера деятельности локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» — возврат электрической энергии в сеть при рекуперативном торможении поезда локомотивом. Согласно статистическим данным, количество электроэнергии, возвращенное электровозами в контактную сеть, за последние шесть лет практически удвоилось: с 1,1 до 2 млрд. кВт·ч. Надо отметить, что при среднегодовом потреблении на тягу поездов 5,5 млн. кВт·ч возврат в сеть 2 млрд. кВт·ч эквивалентен годовому обеспечению электроэнергией 360 электровозов.

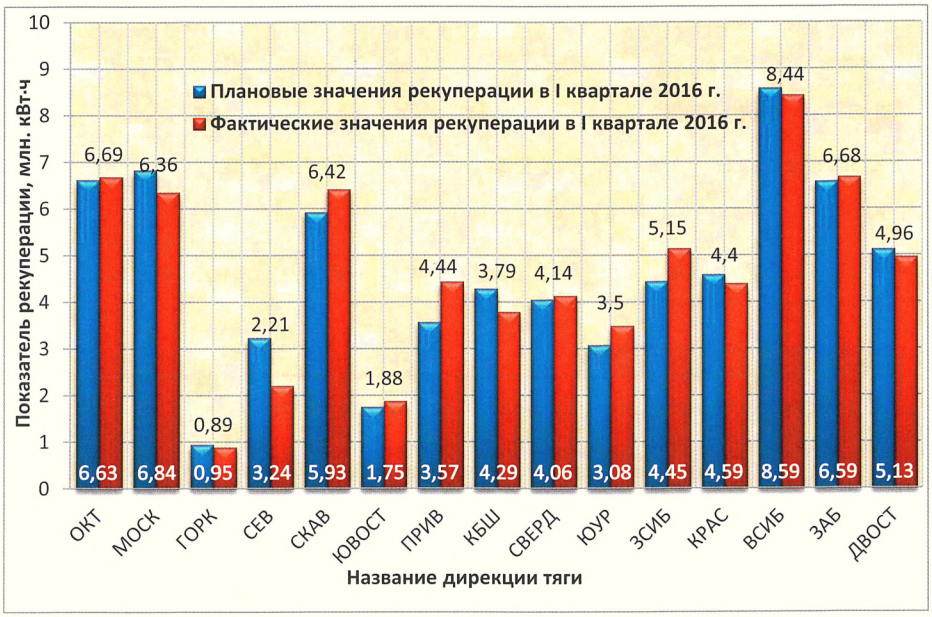


Рис. 1. Абсолютные значения рекуперации электроэнергии в I квартале 2016 г.

Рис. 2. Относительные значения показателей работы и объема рекуперации электроэнергии в 2016 г.

Системой рекуперативного торможения оборудовано около 6 тыс. грузовых и пассажирских электровозов. Этот способ торможения эффективно применяется вместо пневматического, а иногда и вместе с ним для регулирования и сохранения установившейся скорости движения поезда на спусках с тем, чтобы не допустить превышения ее разрешенного значения на конкретном участке. Помимо этого, рекуперативное торможение — важнейшая энергосберегающая технология.

По итогам I квартала текущего года электровозами Дирекции тяги ОАО «РЖД» путем рекуперативного торможения в контактную сеть возвращено около 440 млн. кВт·ч электрической энергии на общую сумму 1,3 млрд. руб. При перевыполнении установленного плана на 0,7 % лишь восемь из пятнадцати региональных дирекций тяги, как показано на рис. 1, справились с заданием. В частности, не выполнили задание Московская дирекция тяги, Горьковская, Северная, Куйбышевская, Красноярская, Восточно-Сибирская и Дальневосточная. В результате не достигнута ожидаемая выгода в объеме 11,7 млн. кВт·ч на сумму более 35 млн. руб.

Среди основных причин неудовлетворительной ситуации с выполнением задания ОАО «РЖД», как следует из анализа относительных показателей выполненной работы и объема полученной от рекуперации электроэнергии (рис. 2), является неэффективное планирование. При допущенном в целом по сети дорог ОАО «РЖД» расхождении между фактическими и плановыми значениями показателей перевозочной работы –0,1 % и рекуперации 0,7 %, как отображено на рис. 2, интервал разброса этих значений по региональным дирекциям составляет от –4,6 до 4,1 % и от –31,6 до 24,3 % соответственно.

Тем не менее, достигнутый положительный результат при условии соответствия фактического объема перевозочной работы плановому значению мог быть существенно улучшен. Однако именно из-за отставания фактического объема перевозок от планового для электровозов Горьковской дирекции тяги на 2,7 %, Северной на 2 %, Куйбышевской на 4,7 % и Дальневосточной на 0,4 % недополучили от рекуперации 7,8 млн. кВт·ч электрической энергии на сумму 24 млн. руб.

В то же время, провал задания по рекуперации электроэнергии Московской дирекцией тяги на 7,1 %, Красноярской на 4,1 % и Восточно-Сибирской на 1,8 % в количестве 3,8 млн. кВт·ч на сумму свыше 10 млн. руб. позволил одновременно вскрыть и другие негативные причины:

- ✓ безответственное со стороны руководителей локомотивных депо и региональных дирекций тяги отношение к разоборудованию на электровозах схем рекуперативного торможения;
- ✓ низкие темпы восстановления схем рекуперативного торможения в условиях локомотиворемонтных предприятий;

✓ наличие в эксплуатации электровозов с разрегулированными схемами рекуперативного торможения;

✓ недостаточная надежность тягового оборудования новых электровозов;

✓ неудовлетворительная квалификация машинистов при использовании рекуперативного торможения.

Мониторинг эффективности рекуперации, осуществляемый на регулярной основе специалистами Дирекции тяги ОАО «РЖД», показывает, что одной из основных причин, сдерживающих рост ее результатов, по-прежнему остается неисправность системы рекуперативного торможения. Наибольший процент утраченной работоспособности системы рекуперации при среднесетевом значении 2 % сохраняется на локомотивах Московской (15,4 %), Северной (13,2 %) и Свердловской (5,6 %) дирекций тяги.

Неудовлетворительные темпы восстановления разоборудованных систем рекуперации электровозов отмечаются в Октябрьской дирекции тяги (5 ед.), Московской (45 ед.) и Свердловской (33 ед.). Удручающее, затянутое на годы, а то и десятилетия, положение с восстановлением разоборудованных систем рекуперации сохраняется в эксплуатационных локомотивных депо Орехово и Бекасово Московской дирекции тяги, а также в депо Волховстрой Октябрьской, что совершенно недопустимо.

Другим фактором, сдерживающим применение рекуперативного торможения, является недостаточная надежность вновь вводимых в эксплуатацию локомотивов. Отмечу, что отказы всех используемых типов тяговых двигателей (ТД) — ЭДП-810, СТК-810, ДТП-810 и ЭК-810 вызывают основную проблему эффективной эксплуатации электровозов 2ЭС6. Из общего числа отказов на долю ТД приходится 19,5 %. Наибольшее число отказов (57,7 из 100 %) приходится на электродвигатели ЭДП-810 производства Харьковского завода «Электротяжмаш».

Основная причина отказов тяговых двигателей — переход группы ТД из тягового режима работы в генераторный. Данное обстоятельство было неоднократно доказано испытаниями и расшифровкой файлов регистратора параметров движения. Установлено, что существующий алгоритм микропроцессорной системы управления, регулирования и диагностики обеспечивает выявление случаев перехода тяговых двигателей в генераторный режим без последующего его устранения, что и ведет к их повреждению.

Несмотря на принимаемые меры по совершенствованию конструкции тяговых двигателей, а также оптимизации системы управления, включая работу в режиме рекуперации, причины выхода из строя ТД до настоящего времени не устранены. В нарушение Правил технической эксплуатации железных дорог РФ (от 21.12.2010 № 286, п. 24 Приложения № 5) локомотивы с неисправным рекуперативным тормозом не обеспечивают не только безопасность движения поездов, но и ожидаемый от его применения экономический эффект.

Неудовлетворительное техническое состояние значительного количества систем рекуперативного торможения до последнего времени оставалось главной причиной, препятствующей широкому применению рекуперации. Напомним, что по состоянию на первую половину 2006 г. основной причиной неисправности 604 электровозов явилась неработоспособность электрической схемы рекуперативного торможения. Такие локомотивы находились в эксплуатируемом парке Октябрьской дороги — 253 ед. (86,9 % от инвентарного парка), Московской — 89 ед. (22,6 %), Свердловской — 173 ед. (22,8 %), Дальневосточной — 18 ед. (23,7 %).

На заседании Центральной комиссии по рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, состоявшейся в 2006 г. под председательством старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановича, руководителям железных дорог поручили в установленные сроки привести в рабочее состояние схемы рекуперативного торможения на всем парке электровозов. Так как наблюдались неудовлетворительные темпы оздоровления систем рекуперации, локомотиворемонтные заводы обязали (в рамках дополнительных работ при капитальном ремонте электровозов) восстанавливать неисправные схемы, а также наладить производство необходимых запасных частей для рекуперативного тормоза. В результате количество неработоспособных систем рекуперации сократилось в 4 раза (с 604 ед. в 2006 г. до 149 ед. в 2015 г.) и составило 2,5 % от общего размера эксплуатируемого парка электровозов, оборудованных системой рекуперации.

Принятые меры по восстановлению систем рекуперативного торможения не замедлили сказаться на эффективности использования локомотивов. Стабильный рост объема рекуперированной электроэнергии, как видно из диаграммы на рис. 3, на фоне общей тенденции сокращения энергопотребления в целом по сети дорог подтвердил правильность выбора вектора технической политики, проводимой ОАО «РЖД» в области энергосбережения. Для сравнения: годовой возврат электроэнергии в сеть в 2003 г. (к моменту создания ОАО «РЖД») едва достигал 0,9 млрд. кВт·ч. С тех пор благодаря проводимой системной работе рекуперация электроэнергии в сеть увеличилась более чем в два раза.

На рис. 4 представлена диаграмма, из которой видно, что за последние шесть лет при росте показателей использования локомотивов — технической скорости и средней массы поездов — на 15,4 % увеличилась среднесуточная производительность электровозов. Систематический контроль работы электровозов, результаты которого приведены на рис. 3 и 4, выявил ранее скрытый потенциал прямого и косвенного эффектов от применения рекуперативного торможения.

Прямым положительным эффектом от применения рекуперативного торможения, как фактора роста производительности локомотивов, стало создание благоприятных условий для сокращения размера парка, уменьшения затрат электроэнергии на тягу поездов, расходов на содержание штата депо, а также на ремонт и техническое обслуживание электровозов. Косвенным эффектом от рекуперации стало повышение безопасности движения благодаря сокращению рисков нештатных ситуаций в случае отказа пневматического тормозного оборудования грузового состава.

Дополнительными мерами повышения эффективности рекуперации стало с 2008 г. регулярное установление заданий по возврату электроэнергии в контактную сеть дорогам, а также введение Положения от 28.11.2012 № ЦТ-116/р «О дополнительном премировании работников Дирекции тяги за результаты использования топливно-энергетических ресурсов». Этим документом установлен размер, и по его вводу в действие организовано дополнительное ежемесячное премирование за возврат электроэнергии в сеть рекуперативным торможением пяти машинистам электровозов, показавшим лучшие результаты в каждом из локомотивных депо Дирекции тяги ОАО «РЖД».

Принятые меры способствовали интенсивному росту рекуперации электро-

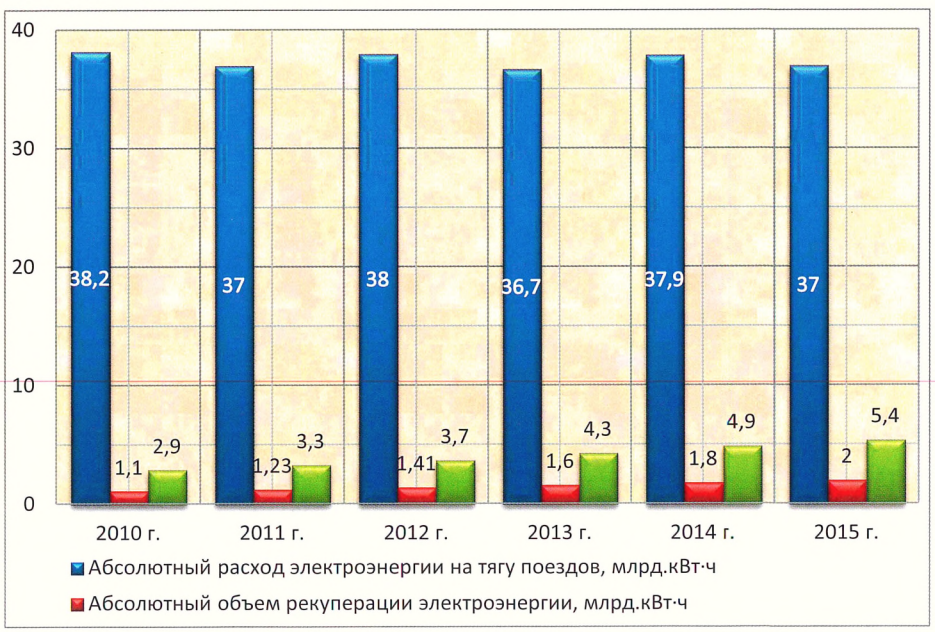


Рис. 3. Динамика расхода и возврата электроэнергии локомотивами

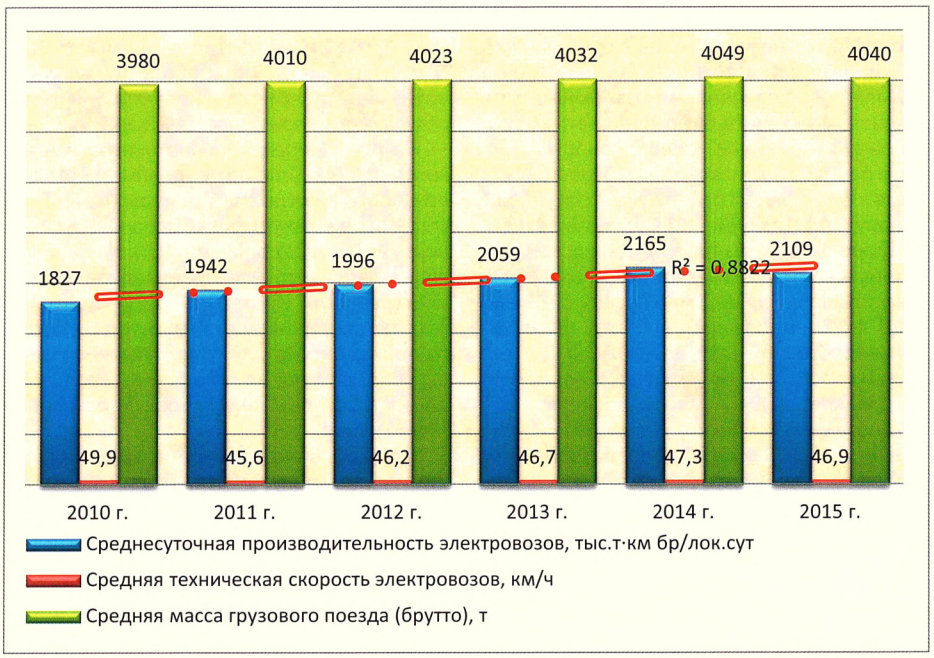


Рис. 4. Динамика качественных показателей использования электровозов грузового движения

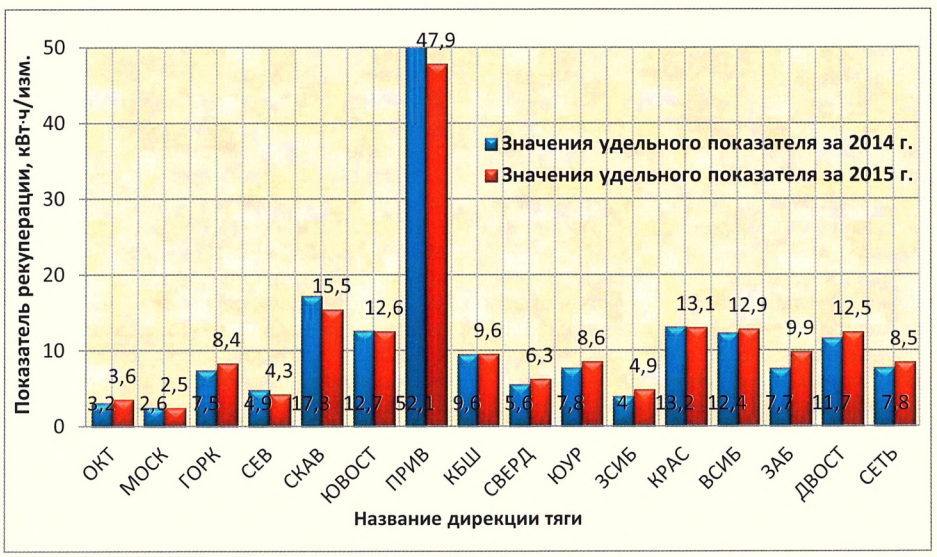


Рис. 5. Значения удельных показателей рекуперации электроэнергии

Рис. 6. Относительные (к уровню 2014 г.) отклонения удельного показателя рекуперации электроэнергии

энергии и обеспечили им доминирующее положение среди существующих в настоящее время мероприятий по ресурсосбережению. В качестве иллюстрации на рис. 5 показано распределение по региональным дирекциям тяги в 2014 и 2015 гг. значений удельного показателя рекуперации как отношение количества рекуперированной электроэнергии в кВт·ч, приведенного к 10 тыс. т·км брутто, т.е. к единице перевозочной работы, или измерителю.

Анализ данных на рис. 5 показывает, что только за один год работы локомотивов Дирекции тяги ОАО «РЖД» удельный показатель рекуперации вырос на 9,1 % (с 7,8 до 8,5 кВт·ч/изм.). В абсолютном измерении рост возврата электроэнергии в контактную сеть в 2015 г. по сравнению с 2014 г. достиг примерно 140 млн. кВт·ч электроэнергии на сумму более 420 млн. руб.

Вместе с тем, вызывает обеспокоенность недостаточная эффективность применения исправной системы рекуперации. Приведенная на рис. 5 гистограмма распределения удельного показателя рекуперации электроэнергии локомотивами региональных дирекций тяги в 2015 г. иллюстрирует разный, отличающийся кратно по величине, уровень эффективности этой системы на локомотивах различных полигонов тяги. В частности, на полигонах работы локомотивов Октябрьской, Московской, Северной, Свердловской и Западно-Сибирской дирекций тяги значение удельного показателя рекуперации находится ниже уровня среднесетевого значения 8,5 кВт·ч/изм.

Установлено, что из-за двукратного к уровню 2015 г. увеличения числа неисправных систем рекуперативного торможения на полигонах Московской и Северной дирекций тяги объем рекуперации, как показывают гистограммы на рис. 6, снизился к уровню 2014 г. на 3,6 и 11,8 % соответственно. Из-за неэффективного применения рекуперативного торможения на полигонах работы локомотивов Северо-Кавказской, Юго-Восточной, Приволжской и Красноярской дирекций тяги объем рекуперации электроэнергии, как видно на том же рисунке, сократился от 1,0 до 10,5 %.

Незначительный рост эффективности рекуперации на полигонах работы локомотивов Куйбышевской и Восточно-Сибирской дирекций тяги относительно к уровню предыдущего 2014 г. отклонения удельного показателя рекуперации от 0,1 до 3,8 %, как отражено на рис. 6, колеблется в 5%-ном интервале статистической погрешности измерителя.

В то же время, рост рекуперации в 2015 г. к уровню 2014 г. на полигонах работы локомотивов Октябрьской, Горьковской, Свердловской, Южно-Уральской, Западно-Сибирской, Забайкальской и Дальневосточной дирекций тяги, как показано на рис. 6, составляет от 6,5 до 29,2 % и свидетельствует о наличии резервов повышения возврата электроэнергии в сеть.

Электровозами Московской дороги при годовом в 2015 г. объеме рекуперации 37 млн. кВт·ч в 1988 г. было возвращено в сеть 52 млн. кВт·ч электроэнергии. В то же время, на Северной дороге при текущем объеме рекуперации 16 млн. кВт·ч был обеспечен возврат 26 млн. кВт·ч электроэнергии.

При возврате в 2015 г. на Куйбышевской дороге 188 млн. кВт·ч в 1988 г. было рекуперировано 304 млн. кВт·ч.

Электровозами Южно-Уральской дороги при текущем объеме 148 млн. кВт·ч в то время (1988 г.) было возвращено в сеть 236 млн. кВт·ч электроэнергии. В общей сумме размер упущенной выгоды от недобора в целом 229 млн. кВт·ч является весьма значимым и достигает примерно 750 млн. руб. Приведенные факты требуют анализа причин их возникновения, по меньшей мере, на уровне руководства дорог с последующей выработкой плана действий по их устранению.

Решение организационных вопросов повышения эффективности рекуперации, так же как и вопросы ведения поездов в режиме рекуперации, имеют свою специфику. Так, наличие значительного числа электровозов с неисправной схемой рекуперации в Октябрьской и Московской дирекциях тяги не позволяет локомотивным бригадам поддерживать навыки управления режимом рекуперации на должном уровне. Похожие задачи эффективности рекуперации новых электровозов серий 2ЭС6 и 2ЭС10 Свердловской, Западно-Сибирской и Южно-Уральской дирекций тяги не находят до настоящего времени окончательного разрешения.

Учет многообразной специфики рекуперации электроэнергии требует от машиниста электровоза, помимо знаний конструкции локомотива, твердых навыков управления системой рекуперативного торможения. Обеспечение устойчивости работы электровозов в режиме рекуперации является одной из основных задач в реализации его технических характеристик.

Возможность плавного входа в режим рекуперативного торможения, срывы режима рекуперации, броски токов не только нарушают алгоритм ведения поезда, но и создают у машиниста психологическую неуверенность в способности применения на локомотиве этого режима, а иногда и негативное отношение к режиму рекуперации. При этом в последние годы проведение сетевых школ передового опыта в области рекуперации электроэнергии по причине оптимизации расходов в ОАО «РЖД» приостановлено.

Обучение локомотивных бригад остается приоритетной задачей Дирекции тяги ОАО «РЖД», требующей комплексного решения. Помимо традиционного способа обучения навыкам работы в режиме рекуперации и наставничества, широкое применение получили также режимные карты. Они разрабатываются машинистами-инструкторами эксплуатационных локомотивных депо на основе накопленного опыта вождения поездов с применением рекуперативного торможения, учитывая местные условия эксплуатации.

В основу разработки режимных карт, помимо личного опыта применения рекуперации, положены элементы тяговых расчетов и Правил технической эксплуатации. Управление рекуперативным или реостатным тормозом на локомотиве при ведении поезда имеет также свои особенности и ограничения. При этом возможность применения режимных карт имеет существенные ограничения как по массе состава, так и по условиям его ведения в непрерывно изменяющихся температурных и поездных условиях эксплуатации.

Режимные карты не могут быть универсальными, а служат ориентиром для приобретения машинистом навыков рационального вождения поездов. Вероятность повторения траектории режимной карты в реальных условиях эксплуатации ничтожно мала и с ростом числа реальных поездок на участке ее применения асимптотически стремится к нулю. Наиболее профессионально разработаны и эффективно используют режимные карты в эксплуатационных локомотивных депо Туапсе, Кинель, Свердловск-Сортировочный, Курган, Белово, Красноярск, Иркутск.

Проблемой остается рациональное планирование задания на возврат электроэнергии в контактную сеть. При существующем порядке планирования разница между плановым заданием и фактическим объемом рекуперации, как показывает помесячная динамика данных на рис. 7, достигает 12 % и более. То есть, плановое задание зачастую необоснованно завышено. Основными причинами неточного планирования, как показывает опыт, являются сложность предвидения случайного процесса рекуперативного торможения и квалификация причастных к планированию специалистов.

С 1 апреля 2013 г. распоряжением ОАО «РЖД» от 15.01.2013 № 44р «Об утверждении методики планирования и нормирования энергии рекуперации на уровне эксплуатационного локомотивного депо» введена в действие методика планирования и нормирования энергии рекуперации. Этой методикой установлена единая методология планирования и нормирования электроэнергии, возвращаемой в сеть при использовании рекуперативного торможения на электровозах во всех видах движения, кроме пассажирского, в эксплуатационных локомотивных депо.

Функция планирования энергии рекуперации для всех депо региональной дирекции тяги на месяц, квартал и год возлагается на топливно-энергетический центр соответствующей железной дороги, а в эксплуатационном локомотивном депо — на машиниста-инструктора по теплотехнике. Расчет норм удельной рекуперации для нормируемого участка выполняется на основе простой, вовсе не бесспорной для данного конкретного случая, прогностической линейной зависимости удельной рекуперации от массы поезда, определяемой в результате статистической обработки данных маршрутов машинистов.

Опуская техническую сторону вопроса, необходимо отметить, что прогностические модели, основанные на методах линейной регрессии и пригодные для стационарных процессов, по определению не пригодны для случайных, в том числе сезонных, процессов. Построенные на их основе планы и прогнозы, как свидетельствует теория и практика, являются заведомо неточными.

Наиболее приемлемым для краткосрочного сезонного прогнозирования по точности и простоте применения, подходит метод скользящего среднего. Этот метод позволяет элиминировать случайные колебания и получать значения, соответствующие влиянию главных факторов. Сглаживание с помощью скользящей средней основано на том, что в средней величине взаимно погашаются случайные отклонения. Это происходит вследствие замены первоначальных уровней временного ряда средней арифметической величиной внутри выбранного интервала времени.

Иллюстрацией к изложенному служит представленный на рис. 8 график изменения объема рекуперации электроэнергии локомотивами ОАО «РЖД» за последние два года и скользящая средняя с трехмесячным периодом сглаживания его значений. Высокая степень сходимости фактического и рассчитанного методом скользящего среднего значений объема рекуперированной электроэнергии подтверждается как визуально, так и по расчету: средняя абсолютная ошибка сглаживания составила 2,5 %; средняя процентная ошибка –0,2 %, а средняя ошибка, приходящаяся на один месяц, — 160 кВт·ч.

При этом точки пересечения скользящей средней с фактической кривой изменения объема рекуперированной электроэнергии служат сигналом к изменению плана согласно следующему правилу. В случае, когда скользящее среднее располагается ниже фактических значений, пла-

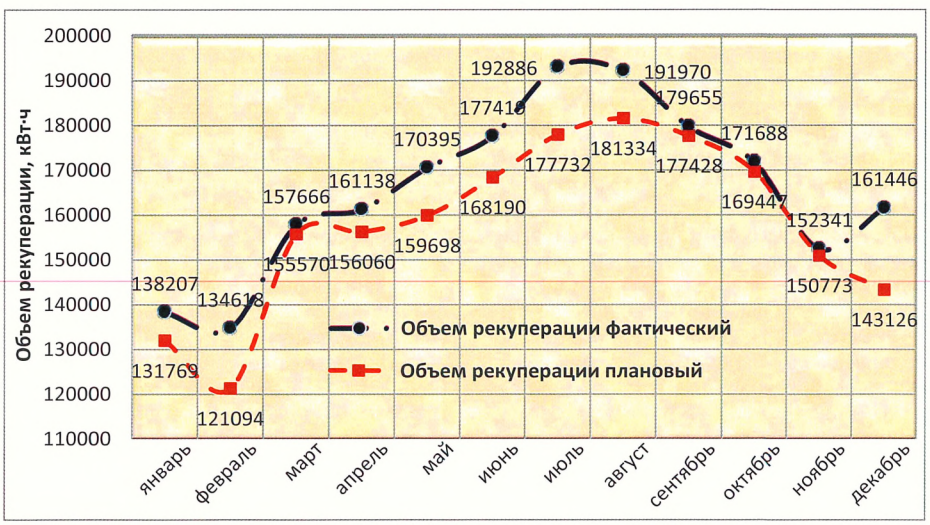


Рис. 7. Плановый и фактический объемы рекуперации электроэнергии в 2015 г.

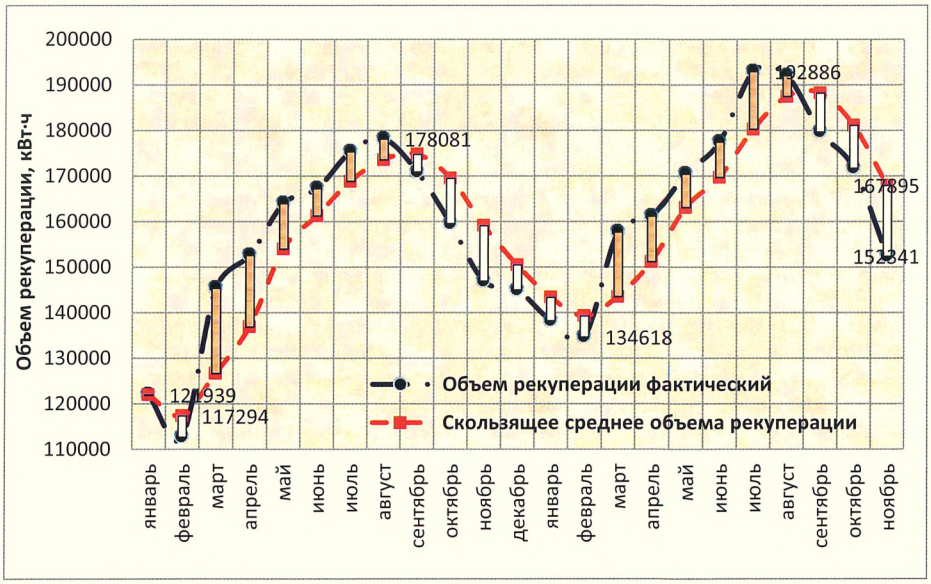


Рис. 8. Динамика объема рекуперации электроэнергии в 2014 и 2015 гг.

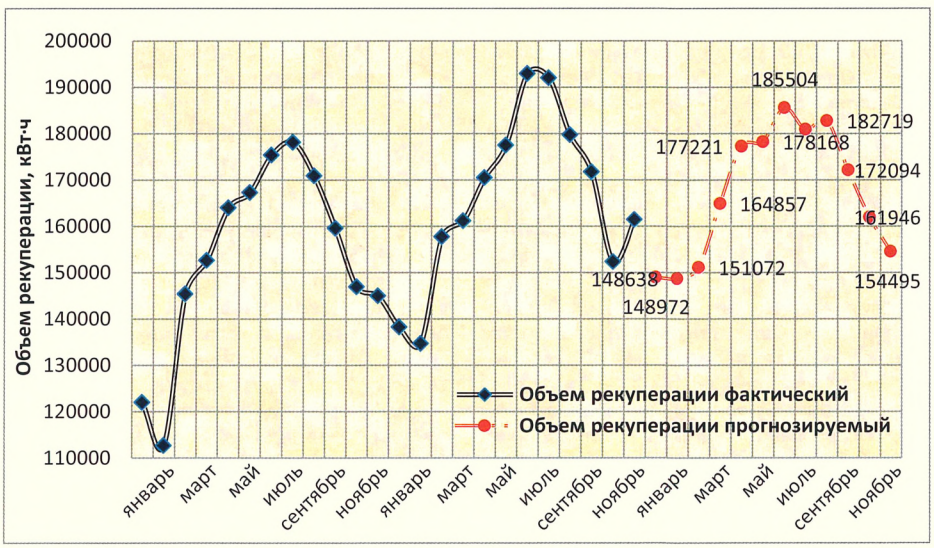


Рис. 9. Прогноз объема рекуперации электроэнергии на 2016 г.

новое значение необходимо понизить, а если скользящее среднее находится выше текущих значений, то план необходимо увеличить.

В соответствии с приведенным правилом и согласно сложившейся динамике объемов рекуперации, приведенной на графике рис. 8, при разработке планов возврата электроэнергии нормы в период с февраля по август целесообразно умеренно повышать, а с сентября по январь — понижать. Такой подход в случае его применения создает предпосылки для равнонапряженной, независимо от времени года, реализации тяговых свойств электровозов и стимулирующего воздействия на локомотивные бригады по эффективному применению системы рекуперации.

Методом скользящего среднего по данным за 2014 и 2015 гг. на рис. 9 построен прогноз рекуперации на текущий 2016 г. Согласно прогнозу, при текущем составе и размере парка, а также порядке организации поездной работы объем рекуперированной энергии едва достигнет 2 млрд. кВт·ч и сохранится на уровне 2015 г.

В пользу вывода об отсутствии в 2016 г. предпосылок к увеличению рекуперации говорит тот факт, что темп ее роста как отношение значений ее объемов последующего года к предыдущему, выраженное в процентах, с 2010 по 2015 гг. непрерывно уменьшался с 14,6 до 11,1 %.

Помимо конструктивных особенностей локомотивов, эффективность применения рекуперации существенно зависит от целого ряда других факторов:

- наличия числа свободных путей на участке оборота локомотива (одного, двух или трех);
- типа системы тягового электроснабжения переменного тока (25 кВ или 2×25 кВ);
- профиля участка (горного, переменного или равнинного);
- напряжения в контактной сети, расстояния от локомотива до ближайшей тяговой подстанции;
- порядка расстановки локомотивов при кратной тяге (только в голове поезда, в голове и середине или в голове и хвосте);
- типа поезда (грузового или пассажирского);
- вида торможения (рекуперативного или комбинированного — рекуперативно-пневматического).

К сожалению, приведенный перечень факторов по степени влияния на рекуперацию электроэнергии остается недооцененным и, как следствие, практически не учитываемым при решении задачи повышения ее эффективности.

Резюмируя приведенные суждения, можно констатировать, что действенными мерами, нацеленными на повышение эффективности рекуперативного торможения как энергосберегающего мероприятия, так и средства обеспечения безопасности движения, по-прежнему остаются:

- достоверное планирование задания по рекуперации электроэнергии;
- стимулирование локомотивных бригад на основе Положения о стимулировании локомотивных бригад от 28.11.2012 № ЦТ-116р;
- восстановление разоборудованных систем рекуперации;
- настройка неисправных схем рекуперации;
- эффективное использование новых серий электровозов, оборудованных системой рекуперативного торможения.

В сложных современных условиях снижения объема перевозок ближайшей задачей Дирекции тяги ОАО «РЖД в области рекуперации является сохранение количества рекуперированной электрической энергии на уровне 2 млрд. кВт·ч. Для решения этой практической задачи предстоит реализовать следующие первоочередные мероприятия:

- ☑ изменить методологию планирования задания в части применения методов технического анализа и прогнозирования объема рекуперированной электроэнергии, адекватных сезонным изменениям условий эксплуатации локомотивов;
- ☑ восстановить работоспособность, обеспечить настройку схем и оборудования систем рекуперативного торможения на всем эксплуатируемом парке электровозов;
- ☑ организовать эффективное использование новых и существующих серий локомотивов с рекуперативным торможением;
- ☑ обеспечить достоверный учет электроэнергии рекуперации, в том числе путем переоборудования локомотивов высокоточными электросчетчиками;
- ☑ организовать повсеместное использование механизма экономической мотивации машинистов локомотивов за положительные результаты вождения поездов с применением рекуперативного торможения.

Совершенно очевидно, что система рекуперативного торможения обеспечивает:

- ◆ явно выраженный экономический эффект от повышения тяговых свойств локомотивов и экономии электроэнергии;
- ◆ неявно выраженный экономический эффект от предотвращения или ослабления последствий крушений по причине отказа пневматического тормоза.

Приведенные факторы обеспечивают реализацию тягово-энергетических свойств электровозов, тем самым повышая технико-экономическую эффективность режима рекуперативного торможения. ■

КАЧЕСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ — ГАРАНТИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

На заседании секции «Комплексные проблемы транспорта» Научно-технического совета ОАО «РЖД» в конце прошлого года было отмечено, что в существующих условиях состояния экономики в стране повышение эффективности перевозочной деятельности является одной из главных задач Компании. Ее успешное решение возможно только при комплексном подходе, включающем как применение инновационного подвижного состава — локомотивов и вагонов, так и соответствующую подготовку инфраструктуры и совершенствование технологии организации перевозок не по отдельным участкам дорог, а в границах созданных на сети ОАО «РЖД» полигонов.

Реализация перспективных планов по замене старых и поставке новых локомотивов также осуществляется с учетом полигонной системы. Например, на Урало-Сибирском полигоне продолжается замена электровозов постоянного тока ВЛ10 и ВЛ11 на 2ЭС6 и 2ЭС10, на участках с тепловозной тягой на смену локомотивам 2ТЭ116 и 2ТЭ10 приходят 2ТЭ25КМ и 2ТЭ116У(УД). Кроме того, увеличивается секционность поступающих в эксплуатацию локомотивов. Так, если первоначально на Восточный полигон электровозы семейства ЭС5К «Ермак» поставлялись в двухсекционном исполнении, то теперь на перегонах Транссибирской магистрали работают аналогичные локомотивы в трех- и четырехсекционном вариантах. Также проводятся работы по внедрению новых многосекционных электровозов для эксплуатации на линиях, электрифицированных на постоянном токе.

Наряду с локомотивным парком, обновляется и вагонный. Ведется внедрение на сети дорог общего пользования ОАО «РЖД» грузовых вагонов с осевой нагрузкой до 25 тс. Обращение таких вагонов позволяет без увеличения длины поезда (например, из-за ограниченной длины приемоотправочных путей станций) повысить его массу. Это, в свою очередь, ведет и к увеличению провозной способности соответствующих участков дорог. То есть вместо унифицированной нормы массы в 6300 т можно формировать составы из таких вагонов массой 7100 т и более.

В порядке эксперимента вождение поездов такого веса было организовано с января 2015 г. по выделенным ниткам графика на направлении Кузбасс — Восток (по Транссибирской магистрали) от станции Мариинск Красноярской дороги до станции Смоляниново Дальневосточной с перспективой поэтапного увеличения данной нормы до 8300 т.

Для определения разности воздействия грузовых поездов, составленных из обычных вагонов, и поездов, имеющих в своем составе полувагоны с нагрузкой 25 тс на ось, в мае и августе 2014 г. на Восточном полигоне проводились сравнительные испытания. После прохода поезда массой 7100 т по специально подготовленному для испытаний участку, не было отмечено отклонений состояния верхнего строения пути от требований ГОСТ Р 55050—2012 «Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний». Никаких предупреждений об ограничении скорости после прохода вагона-путеизмерителя вслед за опытным поездом не выдавалось.

Однако на участках, которые специально не подготавливались к пропуску опытного поезда, его воздействие на путь способствовало появлению отступлений от упомянутого выше ГОСТа. Например, на участке Карымская — Магдагачи на 17 км линии были выданы предупреждения об ограничении скорости от 25 до 60 км/ч по уширению колеи. Это указывает на то, что не на всех участках верхнее строение пути и земляное полотно готовы к пропуску поездов, имеющих в составе вагоны с осевой нагрузкой 25 тс.

Реализация тяговых свойств современных локомотивов в полном объеме ограничивается недостаточной мощностью существующего оборудования некоторых тяговых подстанций. Это приводит к недопустимому падению уровня напряжения в контактной сети, снижению скорости на лимитирующих подъемах, появлению в составе поезда сверхнормативных продольных динамических сил и перегреву тяговых двигателей локомотивов. В процессе проведения опытных поездок с тяжеловесными поездами неоднократно фиксировались падения напряжения в контактной сети переменного тока ниже допустимого значения (до 19 — 21 кВ).

Еще одним слабым местом системы энергоснабжения является наличие на участках, электрифицированных на переменном токе, нейтральных вставок, расположенных на лимитирующих подъемах или непосредственно перед ними. Ярким примером такого «неудобного расположения» является нейтральная вставка на 207 км перегона Бискамжа — Нанчул.

О наличии в настоящее время инфраструктурных ограничений на Восточном полигоне, не позволяющих организовать пропуск пакета поездов массой 6300 — 7100 — 6300 т с минимальным межпоездным интервалом 12 мин было отмечено на совещании у заместителя начальника Департамента управления бизнес-блоком «Железнодорожные перевозки и инфраструктура» А.В. Пермякова в марте этого года.

На том же совещании специалистами Центральной дирекции инфраструктуры было предложено сформировать требования к пакету поездов, в том числе соединенных, на полигоне Мариинск — Иркутск — Хабаровск — Смоляниново для обеспечения их пропуска с межпоездным интервалом 12 мин с учетом минимизации капитальных вложений на развитие системы тягового электроснабжения. Кроме того, необходимо подготовить проект программы устранения инфраструктурных ограничений на Восточном полигоне с учетом организации тяжеловесного движения.

Совершенствование технологии вождения тяжеловесных и длинносоставных поездов невозможно без постоянного роста эффективности использования локомотивного парка, в том числе за счет увеличения плеч обслуживания, снижения простоев в ожидании работы и др. А это значит, что увеличивается нагрузка на каждый конкретный локомотив. И здесь важно придерживаться критериев рационального режима эксплуатации локомотивов. Как известно, такие критерии для участка дороги определяются по значениям показателей выполнения графика движения поездов, расчетной скорости движения поезда, а также затрат на содержание локомотивов, пути и других элементов железнодорожной инфраструктуры.

При рациональном режиме эксплуатации обеспечивается надежное выполнение установленных графиком движения нормативов времени следования поезда и эффективное использование тяговых ресурсов локомотива. В случае перехода в интенсивный и недопустимый режимы эксплуатации происходит рост количества повреждений оборудования локомотивов, количества обрывов автосцепок, рост затрат на ремонт и содержание пути и локомотивов.

Выявить «слабые» места в реализации полигонных технологий на сети ОАО «РЖД» позволяют испытания по определению критических норм масс поездов (рис. 1). Таких испытаний только за 2015 г. проведено 162. По их результатам в действующие дорожные приказы об установлении норм массы и длины поездов на участках, обслуживаемых региональными дирекциями тяги, было внесено почти 100 изменений. Например, на участке Входная — Называевская Западно-Сибирской дороги благодаря совершенствованию технологии вождения критическая норма массы грузового поезда для электровозов серии ВЛ10 была увеличена с 6500 до 7000 т. Испытания, проведенные с локомотивами новых серий 2ЭС6 и 2ЭС10, позволили увеличить весовую норму еще на 1000 т, а разработка технологии вождения тяжеловесных составов электровозами ВЛ10 двойной тягой позволило довести критическую норму массы для данного участка до 9000 т.

Все это говорит о постоянном совершенствовании перевозочного процесса, в том числе и благодаря проводимым тягово-энергетическим испытаниям.

Еще одним направлением совершенствования перевозочного процесса с использованием полигонных технологий является дальнейшее внедрение на сети технологии обращения соединенных поездов. Она направлена на повышение пропускной и провозной способностей участков дорог общего пользования ОАО «РЖД», сокращение задержек в пропуске поездов в период проведения технологических окон, когда ритмичность работы магистралей не должна нарушаться при проведении плановых работ по ремонту и модернизации элементов инфраструктуры, а также в случае ликвидации последствий стихийных бедствий, транспортных происшествий и других чрезвычайных ситуаций.

Действующие нормативные документы устанавливают порядок обращения соединенных поездов массой до 12600 т — регламентируют действия машинистов локомотивов, поездных диспетчеров, дежурных по станции, энергодиспетчеров и дорожных мастеров. Также предъявляются требования к инфраструктуре дорог, на которых обращаются поезда повышенной массы и соединенные поезда. Соединенный поезд массой 12600 т формируется объединением двух поездов унифицированной массы 6300 т каждый.

А как же быть с поездами массой 7100 т, о которых уже упоминалось ранее? Нетрудно посчитать, что при их соединении получается состав массой 14200 т. Возникла необходимость экспериментально установить принципиальную возможность и сформировать новые критерии для оценки условий вождения поездов такого веса. Это открывает перспективы формирования соединенных поездов сцеплением двух составов унифицированной массы не 6300, а 7100 т без дополнительной отцепки от таких поездов «лишних»

вагонов до ранее существовавшей нормы в 12600 т. Экономия на маневровой работе при переформировании соединяемых составов очевидна.

Поэтому в 2015 г. специалистами АО «ВНИИЖТ» с привлечением ОАО «ВНИКТИ» и при участии Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ) ОАО «РЖД» на Западно-Сибирской дороге были проведены испытания с соединенными поездами массой 14200 т при тяге их локомотивами серии ВЛ80С в трехсекционном исполнении (1,5ВЛ80С). Испытания проводились с использованием тягово-энергетического вагона-лаборатории (ТЭЛ) Южно-Уральской дирекции тяги.

По результатам проведенных динамико-тормозных испытаний и испытаний по воздействию на путь определен уровень продольных сил в сечении опытного поезда, зафиксированных при осуществлении торможений разного вида (служебного, полного служебного, экстренного). Торможения выполнялись как с применением крана машиниста № 394, так и с помощью интеллектуальной системы автоматизированного вождения грузовых соединенных поездов с распределенными по длине локомотивами (ИСАВП-РТ). Они показали, что тормозная эффективность объединенного поезда соответствует требованиям нормативной документации.

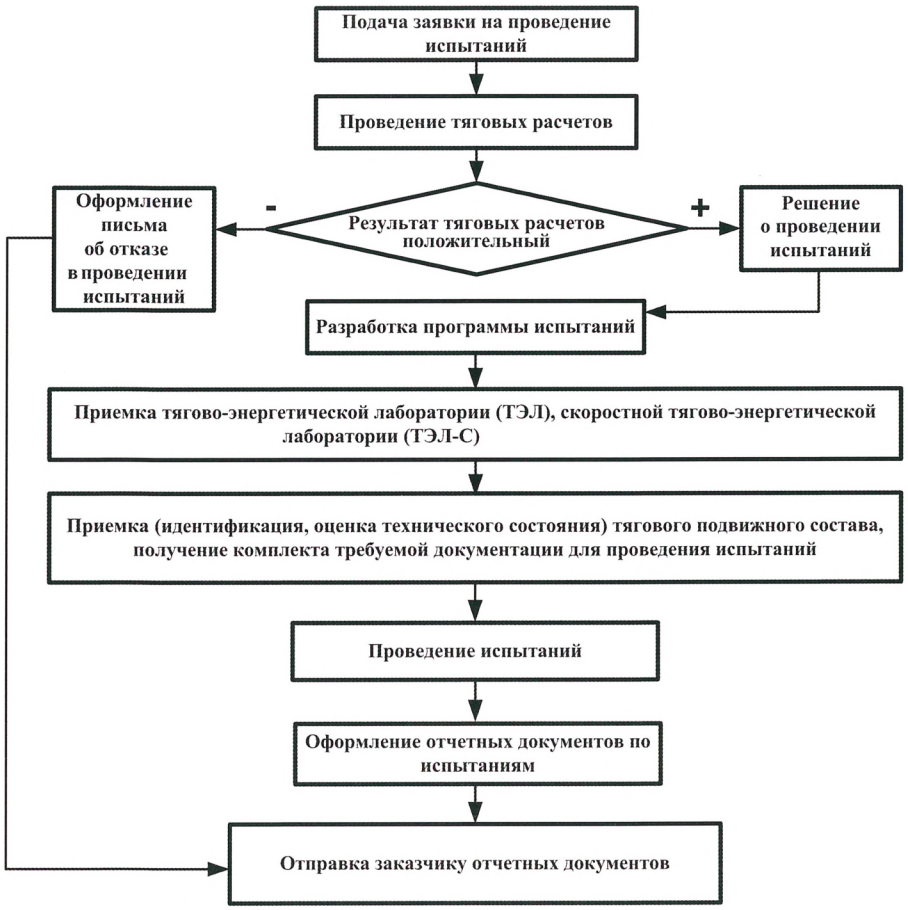


Рис. 1. Упрощенный алгоритм организации и проведения испытаний

Кроме того, испытаниями установлено, что электровозы серии 1,5ВЛ80С при вождении соединенных поездов массой 14200 т на участке Алтайская (парк Г) — Карасук эксплуатируются в рациональном режиме, а именно:

- расчетная скорость (43,5 км/ч на 29-й позиции контроллера машиниста) при следовании по расчетным подъемам выполнялась и составляла по факту 47 — 50 км/ч;
- температура перегрева тяговых электродвигателей (120 °С) не превышала допустимых норм и по факту составляла 45 — 54 °С;
- продольные силы на автосцепках ТЭЛ не превышали допустимого уровня при трогании и разгоне поезда (81 и 60 тс при допустимых значениях 95 и 130 тс соответственно).

Накопленный опыт по вождению поездов повышенной массы и длины (ПМД), соединенных поездов, результаты испытаний динамико-тормозных и по воздействию ПМД на путь, другие аналогичные испытания обусловили необходимость актуализации нормативной базы. В настоящее время в ПКБ ЦТ завершается создание нового документа, за основу которого взята «Инструкция по организации обращения поездов повышенной массы и длины на железнодорожных путях общего пользования ОАО "РЖД"», утвержденная 28.08.2012 № 1704р. Он будет дополнен разделами, регламентирующими вождение соединенных грузовых поездов массой до 14200 т на дорогах общего пользования ОАО «РЖД».

Для перехода на новый качественный уровень организации и проведения испытаний по решению руководства ОАО «РЖД» в ПКБ ЦТ в 2015 г. был создан и аккредитован на техническую компетентность и независимость в национальной системе аккредитации испытательный центр (ИЦ ПКБ ЦТ). Область аккредитации ИЦ ПКБ ЦТ включает в себя работы по проведению испытаний с целью определения критических норм масс грузовых поездов с локомотивами всех видов тяги.

ИЦ ПКБ ЦТ является первым испытательным центром в РФ в сфере проведения испытаний по определению критических норм масс поездов. Работа по подготовке к аккредитации в качестве испытательного центра проводилась в соответствии с требованиями Федерального Закона №412 «Об аккредитации в национальной системе аккредитации», а также Критериями аккредитации, утвержденными приказом Минэкономразвития России от 30.05.2014 № 326.

Сам факт аккредитации испытательного центра является одним из важных механизмов обеспечения уверенности участников перевозочного процесса в достоверности и точности результатов испытаний. Успешное прохождение организацией процедуры аккредитации является фактически признанием на государственном уровне высокого потенциала и качества работ, проводимых испытательным центром.

ИЦ ПКБ ЦТ соответствует высоким требованиям, предъявляемым действующими федеральными нормативно-правовыми актами. Он оснащен необходимым испытательным оборудованием, поверенными средствами измерений, специалисты имеют соответствующую квалификацию, опыт работы и руководствуются актуальной нормативной и технической документацией. При этом управление всеми ресурсами и процессами, связанными с проведением испытаний, осуществляется в рамках функционирования Системы менеджмента качества (СМК) испытательного центра.

Все документы СМК были разработаны в ПКБ ЦТ самостоятельно в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025—2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» и ГОСТ ИСО 9001—2011 «Системы менеджмента качества. Требования».

Основополагающим документом СМК является Руководство по качеству, определяющее требования к СМК, а также политику и цели ИЦ ПКБ ЦТ в области качества. Для следования собственной политике в области качества и стремления к постоянному улучшению СМК в ИЦ ПКБ ЦТ проводятся регулярные внутренние аудиты системы, а также анализ СМК со стороны руководства в соответствии с разработанными документированными процедурами (рис. 2).

Достоверность данных, полученных в результате испытаний, зависит не только от внедрения СМК, обеспеченности современным контрольно-измерительным оборудованием, но и от актуальности нормативно-технической базы, которая применяется при подготовке испытаний и в ходе их проведения.

В настоящее время при испытаниях по определению критических норм масс грузовых поездов в основном используется следующая нормативная документация:

- Временная методика и инструкция по проведению опытных поездок для определения критических норм масс грузовых поездов при электровозной тяге, утвержденная 29.03.1995 г. заместителем министра путей сообщения РФ А.Н. Кондратенко;
- Инструктивные указания по методике проведения опытных поездок для определения критических весовых норм грузовых поездов, утвержденная 02.06.1976 № Т-22008 заместителем министра путей сообщения СССР Н.А. Гундобиным;
- Правила тяговых расчетов (ПТР) для поездной работы от 15.08.1980 г.

Все указанные документы давно требуют актуализации в связи с вводом в эксплуатацию новых локомотивов, в том числе с асинхронным приводом,

с изменением конструкции и характеристик верхнего строения пути, а также результатами проведенных в 2013 — 2015 гг. комплексных испытаний с тяжеловесными и длинносоставными поездами. Назрела необходимость разработать и ввести в действие единые документы не только по организации формирования и вождения, но и по порядку, методологии проведения тягово-энергетических испытаний с такими поездами, а также актуализировать ПТР.

И здесь опыт создания ИЦ ПКБ ЦТ вполне может пригодиться. Ведь в числе прочих основополагающих документов для него специально была разработана «Методика проведения испытаний по определению критических норм масс грузовых поездов при электрической и тепловозной тяге». В ней подробно описаны характеристики, определяемые при проведении испытаний, порядок подготовки, условия, методы и порядок проведения испытаний, а также порядок обработки и оформления полученных результатов. Помимо этого, приведены формы протокола опытной поездки и итогового отчета о проведенных испытаниях.

Для оптимизации процесса составления программ и методик отдельных видов испытаний целесообразно создать и внедрить по сети дорог ОАО «РЖД» типовые варианты таких документов вместе с инструкциями по их составлению. Это позволит без особых усилий и в кратчайшие сроки получать качественное методологическое обеспечение каждого конкретного испытания.

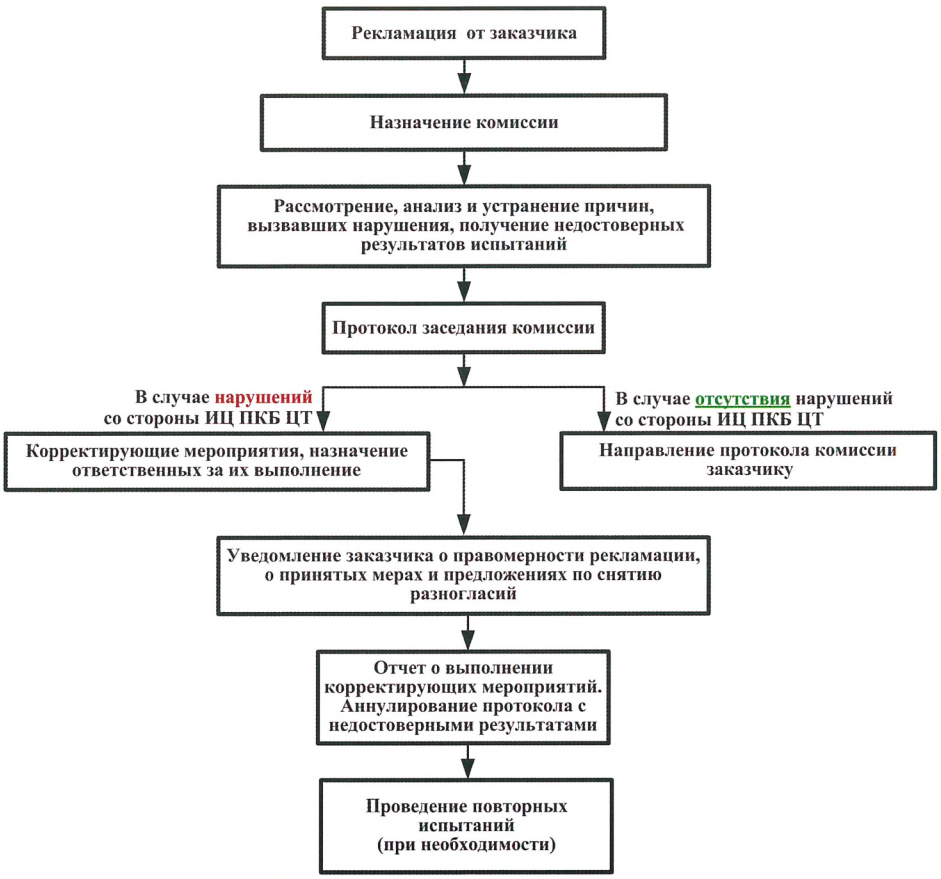


Рис. 2. Управление качеством испытаний

Внедрение на сети полигонных технологий эксплуатации локомотивного парка предъявляет более серьезные требования к качеству проведенных испытаний и достоверности полученных данных. Ведь когда речь идет об эксплуатации поездов, масса которых близка к критической, любая неточность в выводах и рекомендациях может привести к нарушению безопасности движения. Это относится как к возникновению в тяжеловесных и длинносоставных поездах недопустимых продольно-динамических усилий, так и к переходу локомотива в недопустимый режим эксплуатации, при котором вероятность выхода его оборудования из строя приближается к 100 %. Поэтому так много требований предъявляется в созданном ИЦ ПКБ ЦТ к качеству выполняемых работ, применяемому измерительному оборудованию и квалификации персонала.

Создание испытательного центра ПКБ ЦТ позволит обеспечить системный подход к организации и проведению испытаний по определению критических норм масс поездов, которые являются основой повышения эффективности использования грузовых локомотивов и увеличения провозной способности дорог, при безусловном обеспечении требуемого уровня безопасности.

По материалам ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Трансмашхолдинг и «Дженерал Электрик» будут совместно выпускать в Пензе дизельные двигатели

Президент ЗАО «Трансмашхолдинг» А.Р. Бокарев и президент — главный исполнительный директор «Дженерал Электрик» в России/СНГ Р. Поллетт согласовали в рамках прошедшего недавно XX Петербургского экономического форума документы, в соответствии с которыми в Пензе будет создано совместное предприятие «Пензенские дизельные двигатели», специализирующееся на производстве и сервисном обслуживании дизелей. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям Трансмашхолдинга.

Партнеры рассчитывают, что создание совместного производства позволит расширить предложение дизелей, обеспечить высокое качество продукции, завоевать новые рыночные позиции, в том числе за пределами России.

Предприятие начнет работу в 2017 г. Выпуск двигателей будет организован на специально созданной современной производственной площадке. Выпускаться будут дизели семейства GEVO, созданного конструкторами «Дженерал Электрик». Предприятие будет изготавливать двигатели для железнодорожного транспорта; при этом партнеры намерены проводить работу по расширению присутствия на рынках судового дизелестроения, энергетики и нефтегазовой промышленности.

В соответствии с утвержденным бизнес-планом, производственная мощность СП составит в год 250 дизелей мощностью от 1600 до 4700 кВт.

— У Трансмашхолдинга сложились глубокие партнерские отношения с «Дженерал Электрик», — заявил А.Р. Бокарев. — Есть все предпосылки для того, чтобы новый проект по созданию совместного производства двигателей в Пензе стал коммерчески успешным, позволил удовлетворить существующий на российском рынке спрос на современные и надежные дизели, а также расширить экспорт из нашей страны высокотехнологичной продукции.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

НА ПРОЧНОМ ФУНДАМЕНТЕ ИСТОРИИ И ТРАДИЦИЙ

Петрозаводскому локомотивному депо — 100 лет!

В столице Карелии 10 июня 2016 г. в торжественной обстановке отметили вековой юбилей Петрозаводского локомотивного депо.

Строительство паровозного депо на ст. Петрозаводск началось в 1915 г. на средства частной Олонецкой железной дороги. В 1916 г. депо приступило к работе (было введено в эксплуатацию) как мастерские по ремонту паровозов и вагонов Олонецкой магистрали. Именно поэтому 1916 г. принято считать годом основания предприятия, ведя отсчет не от начала строительства, а от начала осуществления регулярной деятельности. При этом мастерские являлись оборотным депо при основном (коренном) депо ст. Лодейное Поле.

В состав мастерских входили здание на три паровозных стойла, кузница и отдельный путь, на котором ремонтировались вагоны. Поворотный круг уравновешенного типа диаметром 20 м с ручным приводом был заказан еще в 1914 г. и изготовлен на Краматорском заводе. Строительство здания депо осуществляло товарищество «Бодо Эгесторф и К°».

В период 1915 — 1916 гг. строилась государственная железная дорога от ст. Петрозаводск к незамерзающему порту на Мурмане (побережье Кольского полуострова) — будущие станция и город Романов-на-Мурмане (с 17 мая 1917 г. — Мурманск). Поэтому циркуляром № 30 от 19 августа 1916 г. между Правлением общества Олонецкой железной дороги и Управлением строительства и временной эксплуатации железнодорожного участка Петрозаводск — Сорокская (сейчас это станция Беломорск) было заключено соглашение об общем пользовании станцией Петрозаводск, принадлежавшей Олонецкой дороге. Границей между дорогами устанавливался северный семафор ст. Петрозаводск.

По данному соглашению депо на ст. Петрозаводск передавалось в ведение Управления строительства и временной эксплуатации участка Петрозаводск — Сорокская. Во главе депо общего пользования ставился начальник участка тяги Петрозаводск — Сорокская, который по отношению к паровозам Олонецкой дороги являлся начальником оборотного депо Олонецкой магистрали. Таким образом, он подчинялся начальникам служб тяги обеих дорог.

5 декабря 1916 г. за подписью заведующего Временной эксплуатацией А. Головкина и начальника Службы тяги инженера В. Михайлова вышел циркуляр № 62 Управления работ по постройке Петрозаводско-Сорокской и Мурманской железнодорожных линий «Об административном делении линии по Службе тяги». При этом депо общего пользования данным циркуляром получило статус основного депо Петрозаводск в составе Мурманской железной дороги. Такое двойное подчинение, когда для одной дороги депо было оборотным, а для другой основным, сохранялось до выкупа Олонецкой железной дороги в казну 28 марта 1917 г.

На средства строившейся государственной дороги к зданию мастерских на три паровозных стойла было пристроено дополнительное здание на пять стойл, совместно образовавшие крупное веерное депо. Пристройку осуществляло товарищество «Бодо Эгесторф и К°», которое изначально строило здание депо в Петрозаводске по заказу Олонецкой дороги.

В 1917 г. в депо открываются токарные (механические) мастерские, а в 1918 — 1919 гг. для ремонта вагонов было построено отдельное крытое деревянное здание.

Когда в 1918 г. из-за отсутствия заказов нависла угроза закрытия Александровского завода (градообразующее предприятие Петрозаводска в начале XX века), управлению Мурманской дороги было предложено рассмотреть вопрос о размещении на нем заказов на капитальный ремонт паровозов. К Александровскому заводу в 1918 г. была проложена железнодорожная ветка для перемещения паровозов на ремонт и обратно.

Так как рабочие Александровского завода не имели никакого опыта ремонта паровозов, тем более среднего и капитального, то для их обучения, а также для руководства работами были направлены работники паровозного депо Петрозаводск. Вместе они оборудовали цехи и организовали ремонт паровозов. Благодаря депо завод смог выжить, прокормить работников и их семьи в первые годы Советской власти и в дальнейшем стать известным Онежским тракторным заводом.

16 августа 1919 г. в паровозном депо Петрозаводск был проведен первый в городе коммунистический субботник. А через неделю, 23 августа, по почину петрозаводских паровозников состоялся уже первый общегородской субботник.

В 1927 — 1929 гг. в паровозном депо Петрозаводск работал слесарем будущий Герой Советского Союза летчик Петр Михайлович Петров, выросший в семье работников депо и начавший свой трудовой путь учеником слесаря по ремонту паровозов.

30-е годы XX века являются временем активного развития ремонтной базы депо. Поступает импортный колесно-токарный станок Гегенштейда, снабженный копировальным устройством; токарные мастерские оборудуются токарно-винторезными станками фирмы «Niels» и завода «Красный пролетарий», продольно-строгальными станками завода «Двигатель революции», сверлильными — завода имени Ворошилова.

Праздник собрал работников депо разных лет и множество гостей

Постановлением Совета Народных Комиссаров и Центрального Комитета ВКП(б) от 8 июля 1933 г. Центральное управление тяги и подвижного состава Народного Комиссариата Путей Сообщения (НКПС) СССР было разделено на Центральное управление паровозного хозяйства (ЦТ) и Центральное управление вагонного хозяйства (ЦВ). Из состава паровозного депо Петрозаводск был выведен участок ремонта вагонов, впоследствии образовавший Петрозаводское вагонное депо.

21 января 1935 г. Мурманская магистраль была переименована в Кировскую железную дорогу. В состав депо вошли два оборотных паровозных депо на станциях Токари и Лижма.

В период Советско-финской войны 1939 — 1940 гг. (также известной как Зимняя война) на паровозное депо Петрозаводск легла вся нагрузка по доставке специалистов и рабочих, строительных материалов, рельсов, шпал, стрелочных переводов, различного оборудования, а также многочисленного имущества для обеспечения нужд строителей новой стратегической железной дороги Томицы — Суоярви. Подвоз материалов осуществлялся к ст. Томицы, где производилась выгрузка.

Для выполнения такого значительного объема перевозок в крайне сжатые сроки на паровозы пришлось сесть буквально всем, в паровозные бригады были даже переведены ремонтники на должности помощников машинистов и кочегаров. Было привлечено большое количество бывших машинистов, находившихся на пенсии.

В те дни в напряженном состоянии работал весь коллектив депо. В Петрозаводск по указанию НКПС были командированы дополнительные паровозы. Проведенная работа позволила справиться с важным правительственным заданием. Многие работники депо были представлены к государственным наградам.

К 1941 г. основное паровозное депо Петрозаводск по уровню технической оснащенности вошло в состав крупнейших линейных ремонтных предприятий паровозного хозяйства НКПС. Рассматривался вопрос выполнения в депо заводского ремонта паровозов. Эти планы были сорваны начавшейся Великой Отечественной войной.

Вклад работников паровозного депо Петрозаводск Кировской дороги в победу в Великой Отечественной войне трудно переоценить! Именно петрозаводские паровозники, эвакуированные после оккупации столицы Карелии на станции Сумский Посад и Мудьюга, где основали два новых депо, обеспечивали движение поездов на важнейшей стратегической линии Сорокская — Обозерская.

По этой железной дороге была осуществлена поставка большей части грузов, поступавших в Советский Союз от союзников по антигитлеровской коалиции по программе ленд-лиза. Это танки, самолеты, автомобильная техника, продовольствие и т.д. Поезда шли под регулярными бомбежками вражеской авиации. Линия Сорокская — Обозерская в истории войны относится к числу важнейших железных дорог, сыгравших большую роль в успешном проведении крупнейших военных операций.

В депо выполняется обширная программа ремонта; справа — цех ТР-3 и СР тепловозов, слева — цех мойки и окраски

28 июня 1944 г. войска Карельского фронта освободили Петрозаводск. Столица нашей Родины Москва салютовала 24 артиллерийскими залпами из 324 орудий воинам Карельского фронта. Так закончилась почти трехлетняя оккупация столицы Карелии. Отступавшие финские войска уничтожили большое количество зданий и сооружений в городе, в том числе и объекты железнодорожного транспорта. Одним из них было паровозное депо Петрозаводск.

В это время в Петрозаводск из эвакуации возвращались работники депо, которые немедленно включались в работу по расчистке завалов, делали проходы в разбитые паровозные стойла. Для этого использовались все имевшиеся под рукой средства. Фактически депо возрождалось из руин. В 1944 г. на месте разрушенного цеха промывочного ремонта паровозов начинается строительство аналогичного цеха. А в период 1946 — 1947 гг. возводится новый цех подъемочного ремонта паровозов.

В июле 1959 г. прошел процесс территориального укрупнения сети железных дорог СССР. На основании Постановления Совета Министров СССР от 13 июля 1959 года № 748 и Приказа министра путей сообщения от 14 июля 1959 г. № 42 Кировская дорога вошла в состав Октябрьской железной дороги. Паровозное депо Петрозаводск получило новое телеграфное сокращение: вместо ТЧ-4 Кировской — ТЧ-24 Октябрьской дороги.

С 1959 г. началась эксплуатация тепловозов ТЭ3. А с 1962 г., после строительства новых цехов подъемочного и большого периодического ремонта и проведения масштабной реконструкции предприятия, депо стало выполнять крупные виды ремонта тепловозов ТЭ3 и ТЭ7 для всей Октябрьской дороги. 29 октября 1962 г. приказом начальника Октябрьской дороги паровозное депо ст. Петрозаводск было переименовано в локомотивное депо Петрозаводск.

В последующие 5 лет проходил процесс освоения крупных видов ремонта тепловозов ТЭ3 и ТЭ7. Только в 1964 г. большим периодическим ремонтом было отремонтировано 140 секций тепловозов, 172 секции прошли подъемочный ремонт. Простой секции тепловозов ТЭ3 и ТЭ7 в подъемочном ремонте был снижен до двух-трех суток. В мае 1967 г. депо посетил министр путей сообщения СССР Б.П. Бещев, который отметил высокий уровень организации ремонтного производства на предприятии и необходимость распространения опыта депо Петрозаводск в масштабах всего локомотивного хозяйства.

27 июля 1967 г. Постановлением бюро Карельского обкома КПСС, Совета Министров Карельской АССР и Президиума Карельского областного Совета профсоюзов локомотивному депо Петрозаводск присуждено высокое звание «Предприятие высокой культуры». Депо неоднократно отмечается МПС СССР как одно из передовых локомотивных депо сети железных дорог.

70 — 80-е годы XX века являются периодом активного строительства и развития материальной базы депо. В 1970 — 1972 гг. вводятся поточные линии по ремонту тепловозного оборудования. Депо работает по сетевому графику, выпуская из подъемочного ремонта до 300 секций тепловозов в год. Также в эти годы идет крупное строительство жилья для работников предприятия, возводятся целые кварталы благоустроенных жилых домов.

С 1976 г., года 60-летия депо, даты основания и юбилеи предприятия принято отмечать в июне, воздавая дань памяти освобождению Петрозаводска в июне 1944 г., героическому трудовому подвигу работников депо в годы войны и в период восстановления разрушенного предприятия.

В 1986 — 1987 гг. в связи с эксплуатацией на Октябрьской дороге грузовых тепловозов 2ТЭ10М в локомотивном депо Петрозаводск освоили их текущий ремонт по циклам ТР-2 и ТР-3, а с IV квартала 1989 г. — текущий ремонт ТР-3 тепловозов М62 всех индексов, одновременно сокращая подъемочный ремонт тепловозов ТЭ3. Эксплуатируемый парк пополнился пассажирскими тепловозами ТЭП70, которые пришли на смену тепловозам ТЭП60. С 1990 г. в депо начали поступать магистральные тепловозы 2ТЭ10У и 2М62У.

В 90-х годах XX века в стране начались сложные политические и экономические реформы. С распадом Советского Союза были прерваны научно-технические и производственные связи со многими предприятиями бывших советских респуб-

лик. Несмотря на это, депо оставалось стабильно работающим предприятием локомотивного хозяйства. Здесь освоили капитальный ремонт тепловозов серии М62 всех модификаций. Был налажен выпуск собственными силами многих остродефицитных запасных частей. Продолжались работы по новому цеху для производства циклов ТО-3, ТР-1 магистральных и маневровых тепловозов, строительство которого началось в 1994 г. Велась большая работа по удержанию на предприятии высококвалифицированных специалистов.

С 1994 по 1997 гг. Петрозаводское локомотивное депо было базой для ремонта тепловозов ДМ62, принадлежавших Ракетным войскам стратегического назначения Министерства обороны РФ. Как известно, эти тепловозы предназначались для перемещения боевых железнодорожных ракетных комплексов с межконтинентальными баллистическими ракетами с ядерными боеголовками.

В 1996 — 1997 гг. работники депо одними из первых на сети железных дорог Российской Федерации своими силами провели модернизацию трех секций тепловоза 2ТЭ10У с заменой дизеля 10Д100 на дизель Д49.

В декабре 2005 г. завершается электрификация на переменном токе направления Свирь — Петрозаводск — Мурманск. На ст. Свирь было введено в эксплуатацию новое оборотное депо, которое вошло в состав Петрозаводского локомотивного депо. На ПТОЛ депо Свирь был организован технологический процесс технического обслуживания ТО-2 электровозов ЭП1, ЭП1М, ВЛ60ПК, ВЛ80Т, ВЛ80С, ВЛ10, ВЛ10У, ВЛ15, ЧС2Т, ЧС6. К этому времени локомотивные бригады в кратчайшие сроки освоили вождение поездов на электрической тяге.

Заместитель начальника Октябрьской дирекции тяги А.В. Юдин (ранее работал начальником Петрозаводского депо) вручает знак «Почетный железнодорожник» нарядчику оборотного эксплуатационного локомотивного депо Петрозаводск Л.А. Фотиной

В связи с электрификацией приписной парк магистральных грузовых тепловозов 2ТЭ10М, 2ТЭ10У и 2ТЭ10МК был передан в другие депо сети ОАО «РЖД». С 2005 г. депо стало специализироваться на крупных видах ремонта маневровых тепловозов — текущем ремонте ТР-3 и среднем ремонте.

В 2008 г. в ОАО «РЖД» начался процесс реформирования локомотивного хозяйства с разделением депо на ремонтные и эксплуатационные. Цех эксплуатации депо Петрозаводск образовал оборотное эксплуатационное локомотивное депо Петрозаводск. ПТОЛ Свирь был передан в локомотивное депо Волховстрой, а цех ремонта локомотивного депо Суоярви вошел в состав Петрозаводского депо.

С 1 июля 2014 г. начался новый этап развития предприятия — парк локомотивов был передан на полное сервисное обслуживание. Депо было преобразовано в Сервисное локомотивное депо «Петрозаводск» филиала «Северо-Западный» ООО «ТМХ-Сервис» с присвоение индекса СЛД-12.

На сегодняшний день предприятие является базовым депо по ремонту в объеме циклов ТР-3 и СР маневровых тепловозов всех индексов серий ТЭМ2, ТЭМ7, ЧМЭ3 и ТЭМ18. Депо также выполняет текущий ремонт ТР-2 магистральных тепловозов 2ТЭ116 и М62 всех индексов. В состав депо входят Сервисное отделение «Суоярви» и Сервисный участок «Сортавала».

На исторической территории депо организовано эффективное взаимодействие различных предприятий, действующих в рамках проведенной реформы локомотивного хозяйства ОАО «РЖД», под единым историческим монолитным брендом — «Петрозаводское локомотивное депо». 50 работников депо награждены знаком «Почетный железнодорожник».

В 2016 г., подойдя к своему 100-летию, предприятие уверенно смотрит в будущее. Этому способствуют мощная производственная база депо, создававшаяся десятилетиями, трудовой коллектив профессионалов, славные история и традиции!

(Фоторепортаж из депо — на 4-й с. обложки)

Инж. **Г.А. ЛАПТЕВ,**
г. Петрозаводск

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

НЭВЗ передал «Магнитке» промышленный электровоз новой модификации

Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») передал крупнейшему в России Магнитогорскому металлургическому комбинату промышленный электровоз НПМ2М №014. Об этом сообщили в Департаменте по внешним связям холдинга.

НПМ2М — модернизированный промышленный электровоз НПМ2. Основные изменения коснулись электронных узлов, выполненных на новой элементной базе. Использованы интеллектуальные драйверы со встроенной защитой от коротких замыканий и коммутационных перенапряжений, контролем напряжения питания. Применены более надежные (по сравнению с предшествующими) силовые приборы с расширенной на 30 % областью безопасной работы — транзисторы 45-го класса (4500 В).

В конструкции использованы производительные контроллеры, обрабатывающие сигналы с пульта машиниста и других датчиков и выполняющие управление транзисторами, драйверами и другими элементами системы тягового привода. Введена панель управления быстродействующей защитой (ПУБЗ) от внешних коротких замыканий. Осуществляется непрерывный контроль температуры воздушных охладителей транзисторов с выводом на дисплей и одновременным воздействием на систему управления.

Все эти нововведения позволили практически исключить отказы силовых электронных приборов. Появился резервный блок управления электровозом. В конструкции локомотива по заданию заказчика оба капота кузова сделаны съёмными, что значительно облегчает проведение профилактических и ремонтных работ.

Модернизация тягового привода и системы управления позволила значительно улучшить показатели надёжности работы и сделать эксплуатацию электровоза удобнее.

По материалам Департамента по внешним связям ЗАО «Трансмашхолдинг»

СЕМЕЙНАЯ ПРОФЕССИЯ

Очерк о трудовой династии Желтовых

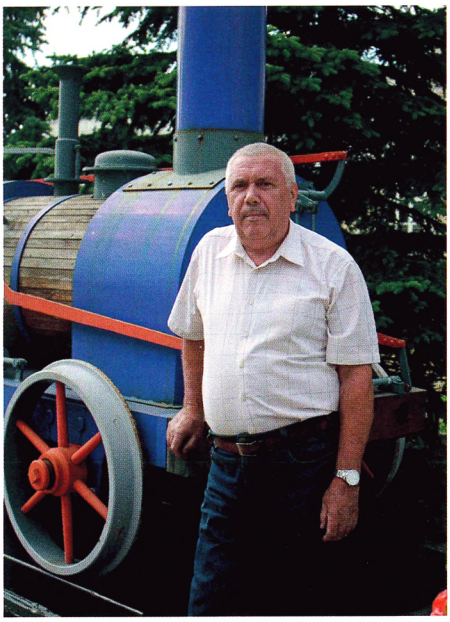
В.К. ЧИСТОВ,
спец. корр. журнала

С семьей потомственных железнодорожников Желтовых, которая широко известна не только в родном городе Железнодорожный, но и на всей столичной магистрали, я познакомился, побывав у нее в гостях как раз накануне профессионального праздника — Дня железнодорожника, который считается одним из самых любимых в этой семье.

— Для нас День железнодорожника давно уже стал семейным праздником, — подтвердила хозяйка домашнего очага Нина Васильевна Желтова. — У нас ведь железную дорогу иначе как нашей кормилицей и не называли.

Проживают Желтовы в селении Соболиха, которое совсем недавно вошло в состав образованного единого городского округа Балашиха — Железнодорожный, в добротном частном доме, хотя имеют благоустроенную квартиру в подмосковной Щербинке. Но, как признался глава семейства Геннадий Константинович Желтов, они никогда и не стремились переехать в город.

Им всем — и сыну Василию, и внучкам по душе пришелся привычный с детских лет сельский уклад. Тем более, что бытовые условия и жилье по благоустройству ничем не отличаются от городской квартиры. В соседнем селении — Саввино проживает и младший брат Геннадия Константиновича — Виктор Константинович Желтов со своим семейством.



Геннадий Константинович Желтов у деповского макета паровоза братьев Черепановых

Меня же больше интриговало другое. В советские времена, на месте, где сегодня находятся административные здания и огромный строительный рынок, располагалось животноводческое отделение крупнейшего в Балашихинском районе свиноводческого совхоза — крепкого процветавшего хозяйства. Что же побудило сельского жителя пойти работать на железную дорогу, выучиться на машиниста, стать основателем трудовой династии?

— Наше село раскинулось буквально на окраине города Железнодорожный. И сколько помню, в совхозе, в основном, трудились специалисты-животноводы, приехавшие сюда из других российских регионов. В Соболихе для них строили жилье городского типа, создавали все условия, чтобы закрепить квалифицированные кадры. Коренные же жители устраивались на работу в городе: женщины — на соседней Саввинской хлопкопрядильной фабрике, мужское население — на промышленных предприятиях, каких тогда было предостаточно в Балашихинском районе, и на железной дороге. Были и селяне, которые, получив образование в столичных техникумах и вузах, ездили на работу в Москву.

— А мой выбор профессии был вполне осознанный, — сказал Геннадий Константинович. — На Московской железной дороге меня называют основателем рабочей династии машинистов. Но правильней было бы отсчет трудового стажа работы нашей семьи на транспорте вести от наших родителей. Нет, ни отец, ни мать поезда не водили, но именно они с детских лет пробудили у нас с братом интерес к железной дороге, который потом перерос в любовь на всю жизнь.

Оказывается, их мать Вера Михайловна всю войну отработала на станции Кусково оператором при маневровом диспетчере. На эту станцию, демобилизовавшись из Красной Армии после серьезного ранения на фронте, устроился на работу нормировщиком и Константин Григорьевич Желтов. Здесь они и познакомились, полюбили друг друга, а вскоре сыграли скромную по тем временам свадьбу.

В 1947 г. в молодой семье железнодорожников родился первый сын Геннадий, а через два года и второй — Виктор. Так что самой судьбой было предложено продолжить Геннадию Константиновичу династию железнодорожников. На его решение связать свою жизнь с железной дорогой большое влияние оказал и родной дядя Александр Григорьевич Желтов, машинист депо Домодедово. Он часто рассказывал подросткам о своей профессии, которая всегда считалась ведущей и самой престижной на железнодорожном транспорте, а для сельских ребят — не менее привлекательной и романтичной, чем профессия летчика или капитана дальнего плавания. И рассказы Александра Григорьевича о том, как он водит пригородные составы, для братьев Геннадия и Виктора звучали лучше самых чудесных сказок.

Под влиянием этих рассказов Геннадий и Виктор много времени проводили у тети, проживавшей по соседству с локомотивным депо Железнодорожная, машинисты которого тогда, в послевоенные годы, водили не только пригородные пассажирские, но и грузовые поезда. И мальчишки часами наблюдали, как подготавливали локомотивы и составы к рейсам, провожали поездные бригады в путь. Так что решение выучиться на машиниста у Геннадия твердо созрело еще в школьные годы. И после окончания восьмого класса Саввинской школы № 6 он подал заявление в известный в советские времена всей стране Московский железнодорожный техникум имени Дзержинского.

Юноша избрал для себя довольно перспективный факультет — ЭПС («Электроподвижной состав»). На Горьковском направлении еще до войны в 30-е годы был электрифицирован участок от станции Москва-Курская до Обираловки (так тогда еще называлась станция Железнодорожная). А после войны работы полным ходом развернулись на всем направлении, и электропоезда сначала пошли до Фрязева, а потом до Ногинска, Петушков, Владимира и Балашихи. Эти плечи обслуживали локомотивные бригады депо Железнодорожная, и многим из паровозников пришлось переучиваться на машинистов электровозов и пригородных электропоездов.

Когда Саввинскую среднюю школу через два года окончил и Виктор, Геннадий уговорил и его подать заявление в техникум на тот же факультет. Впрочем, уговаривать особо не пришлось. Геннадий Константинович сейчас с улыбкой вспоминает, как жестко и решительно заявил Виктору: если не отвезешь документы в мой техникум, то я тебя больше не буду считать своим братом. И брата он не посмел ослушаться, за многие годы ни разу не пожалев о своем решении.

Железнодорожный техникум Геннадий завершил успешно, ему не терпелось поскорей приступить к работе, отправиться в пер-

Дежурная по станции Москва-Пассажирская-Курская Нина Васильевна Желтова всегда испытывала радость, когда слышала в эфире поездной радиосвязи голос мужа Геннадия Константиновича или сына Василия

вый рейс на электричке. Однако с поездной практикой пришлось повременить — сразу после получения диплома его призвали на действительную воинскую службу. В армии ему пришлось переучиваться на связиста, и на 2,5 года его вторым родным домом стала солдатская казарма в воинской части под Подольском. Но Геннадий Константинович не считает, как некоторые его сверстники, время, проведенное на службе, потерянным для себя. Знания, полученные при освоении специальности связиста, очень пригодились, когда он стал самостоятельно водить пригородные электропоезда.

Демобилизовавшись, Желтов-старший устроился на работу в депо Москва-Курская-Техническая, откуда вскоре перевелся поближе к дому в локомотивное депо Железнодорожная. Два года отъездил помощником машиниста, прежде чем получил разрешение сдать экзамен на машиниста и отправиться в свой первый самостоятельный рейс. К экзамену подготовился по книгам, но, конечно, не без помощи старших товарищей. В советское время широко было распространено наставничество опытных механиков над молодыми. Геннадий Константинович и до сих пор с особой теплотой отзывается о своих старших товарищах Александре Васильевиче Лапынине и Василии Алексеевиче Вощеникине, с которыми не раз приходилось отправляться в рейс.

— Василий Алексеевич, когда его назначили на должность машиниста-инструктора, для нас, молодых ребят, вторым отцом был, — делится Желтов-старший. — Я многому у него профессионально научился. Многим ему обязан, что стал машинистом первого класса. Меня с первых совместных поездок поразили не столько его эрудиция, сколько отношение к своим служебным обязанностям. Мне кажется, за много лет работы в депо он не позволил себе ни разу нарушить ни одной инструкции по вождению электропоезда.

Каждое действие Вощеникин выполнял, сознавая, что любая оплошность может привести к серьезным последствиям, что машинистам доверена жизнь пассажиров, их безопасность в пути. И это он старался внушить и нам, молодым железнодорожникам. А что касается его знаний, опыта, то в конструкции электропоездов он разбирался не хуже любого инженера. Случись в пути какая поломка, неисправность, он сразу определял, какой из узлов вышел из строя. Таким же специалистом и Лапынин был. Я его тоже своим учителем и наставником считаю.

Сколько рейсов совершил Геннадий Константинович за 30 лет работы на электропоездах серии ЭР, сколько часов за это время провел в кабине машиниста и не сосчитать. Когда я поинтересовался, какая из поездок ему особо запомнилась, он так и не нашелся, что ответить. Вместо ответа с гордостью показал мне свои отраслевые награды — Знак «Почетному железнодорожнику» и два знака, врученные Желтову-старшему за безаварийный пробег 500 тыс. и 1 млн. км. У локомотивных бригад эти награды считаются самыми престижными. А благодарностей от руководства отделения, управления Московской железной дороги, МПС набралось столько, что пришлось в его трудовой книжке сделать дополнительный вкладыш.

Работая на железной дороге, Геннадий Константинович, как когда-то и его отец, обрел и свое семейное счастье, познакомившись с молодой дежурной по станции Москва-Пассажирская-Курская. С тех пор и радости, и невзгоды они делят пополам. 35 лет отработала на железной дороге после окончания заочного железнодорожного техникума, получив диплом техника-эксплуатационника, Нина Васильевна Желтова, удостоенная, как и супруг, за свой самоотверженный труд звания «Почетный железнодорожник».

Нина Васильевна тоже росла и воспитывалась в семье железнодорожников. Ее отец Василий Ефимович Самошкин трудился составителем поездов, мать Лукерья Андреевна — станционным работником на станции Петушки. А потом, выйдя замуж, они вместе несколько лет трудились на станции Москва-Пассажирская-Курская.

Прошло уже более 10 лет, как Геннадий Константинович уволился из депо. Но на родном предприятии он всегда желанный гость. Ведь и поныне здесь трудятся немало тех, кто отправлялся в поездки помощниками машинистов вместе с Желтовым, кому он щедро передавал свои знания и опыт. Теперь они сами стали классными машинистами, но с благодарностью вспоминают своего наставника. А сам Геннадий Константинович особо гордится, что одним из его учеников был его сын Василий.

— Мне было всего три года, когда отец взял меня в депо, показал мне кабину машиниста. Так что с самого раннего детства я иной для себя профессии, как отцовской, и не представлял, — говорит Василий Геннадьевич. — Правда, после окончания средней школы мама настояла, чтобы я поступил в МИИТ, получил высшее образование. Я не стал ее огорчать, учился на факультете «Электрификация железных дорог», получил диплом инженера-электромеханика. Но после окончания вуза все равно пошел работать машинистом в депо Железнодорожная, которое к тому времени стало моторвагонным, а все механики электровозов перевелись на железнодорожный узел в Орехово-Зуево.

Еще учась в институте, когда студентов распределяли на производственную практику, Желтов-младший добился, чтобы его направили на предприятие, где трудился его отец. И в первые рейсы помощником машиниста он отправлялся под началом Геннадия Константиновича. Именно отец поставил ему самую объективную оценку по итогам совместных поездок. Но и когда закончилась производственная практика, Василий продолжал посещать депо в свободное от учебы время, в том числе и в студенческие каникулы, часто подменяя в рейсах помощников машиниста.

Так что, придя в депо с дипломом о высшем образовании на постоянную работу, он уже обладал достаточными не только теоретическими, но и практическими знаниями, чтобы ему доверили самостоятельно повести в рейс пассажирский состав. Начал он работать машинистом на электропоезде серии ЭР2, на котором совершал первые рейсы вместе с отцом. А когда на моторвагонном предприятии началось обновление электроподвижного состава, Василию в числе первых из механиков приходилось их осваивать.

Особенно гордится Желтов-младший, что именно ему доверили принять экспериментальный, единственный в своем роде состав ЭД4МКМ-0155, производство которого освоили на подмосковном Демиховском заводе в Орехово-Зуевском районе. В течение пяти лет отправлялся он на нем в скоростные рейсы до Владимира, лелея как личную автомашину, принимая активное участие в техническом обслуживании и текущем ремонте электрички. В депо мне сказали, что по мастерству вождения пригородных пассажирских поездов Василий Геннадьевич уже превзошел своего отца. Не случайно его в депо назначили на должность старшего машиниста. Как когда-то его отец, теперь он стал наставником молодых помощников машинистов. Но сам Василий не считает, что в мастерстве превзошел отца.

— Чтобы стать таким профессионалом, как мой отец, мне еще надо набираться и набираться опыта, да и знаний тоже. На должности машиниста учиться надо постоянно. Техника с каждым годом поступает на железную дорогу все сложнее. Два миллиона километров безаварийного пробега я еще не наездил, — говорит Василий Геннадьевич.

Желтов же старший доволен, что передал эстафету в надежные руки, что в поездную работу Василий влюблен, как и Геннадий Константинович, пользуется таким же авторитетом и уважением в коллективе. Кстати, свое семейное счастье Желтов-младший тоже обрел на железной дороге — его спутница жизни Эльвира несколько лет работала проводником, потом — мастером проводников на экспрессе Москва – Владимир, а сейчас возглавляет отдел кадров в Московском метрополитене

Машинисту Василию Желтову доводилось осваивать и водить новые электропоезда

А вот с семьей младшего брата Желтова Виктора Константиновича мне в тот день встретиться не удалось. Оказывается, младший брат Геннадия Константиновича с детства увлекается рыбалкой, благо прудов и озер по соседству хватало. Страсть к рыбалке у него до сих пор не угасла, а с уходом на заслуженный отдых скорее даже возросла. Вот и решил купить дом в деревне Ибердус Рязанской области, благо цены на жилье там значительно ниже, чем в Подмосковье, и на все нынешнее лето отправился Виктор Константинович на свою дачу. Сын же Андрей Викторович заступил с утра на очередную рабочую смену. Да и проживает он, в отличие от своего двоюродного брата Василия, не вместе с родителями, а отдельно со своей семьей в жилом микрорайоне Ольгино города Железнодорожный. Встретиться с ним мне удалось лишь через несколько дней.

До чего же удивительно трудовая биография Виктора Константиновича и его сына Андрея повторяет путь, пройденный Геннадием Константиновичем и Василием. Виктора Константиновича тоже после окончания железнодорожного техникума призвали на действительную военную службу. Отслужив положенный срок в ракетных войсках, он сразу после демобилизации устроился на работу в депо Железнодорожная. И как у своего брата, о месте работы в трудовой книжке Виктора Константиновича имеется лишь одна запись. Так же как и старший брат, он год от года набирался опыта, повышал свое профессиональное мастерство, стал машинистом первого класса. А потом на должностях старшего машиниста и машиниста-инструктора обучал секретам вождения пригородных электропоездов молодых машинистов. Как и старший брат был удостоен знаков за безаварийный пробег 500 тыс. и 1 млн. км.

За время работы в депо Виктору Константиновичу пришлось на два года прервать поездки в кабине машиниста, когда его избрали председателем профкома родного предприятия. В одно трудно поверить, что за 30 с лишним лет работы вместе на одном предприятии родным братьям Виктору и Геннадию так ни разу не удалось отправиться в рейс в одной локомотивной бригаде. Встречаться, чтобы пообщаться, обменяться мнениями о работе, как говорится, в неформальной обстановке, им приходилось либо в депо, либо в домах отдыха локомотивных бригад, где нередко машинистам приходится коротать время между рейсами.

Кстати, не сбылась мечта и их сыновей Андрея и Василия, которую они лелеяли с детских лет — в одной бригаде водить пассажирские поезда. Андрею, который на три года старше своего двоюродного брата, тоже не пришлось задумываться о выборе профессии и месте работы. Только в отличие от Василия, он не поступал в главный железнодорожный вуз — МИИТ, а после 8-го класса продолжил образование в железнодорожном училище, после окончания которого распределился на работу в локомотивное депо, в котором водили электропоезда его отец и родной дядя. Высшее образование Андрей Викторович получил без отрыва от производства в заочном университете путей сообщения, когда он уже освоил поездную работу. А первая запись в его трудовой книжке – слесарь-ремонтник.

Впрочем, готовить в рейс электрички в ремонтной бригаде Андрею Викторовичу пришлось недолго: в депо как раз набирали молодежь в группу для обучения на помощников машиниста. И когда Андрею предложили перейти в эту группу, он с радостью согласился. А ремонтная, пусть и короткая, практика, только пошла ему на пользу. Когда случались в рейсе непредвиденные обстоятельства, и из-за какой-либо технической неисправности приходилось останавливать электропоезд на перегоне, Андрей Викторович ни разу не вызывал на помощь ремонтную бригаду — определял причину повреждения и устранял его с помощником своими силами.

В первый рейс он отправился в должности стажера со своим отцом. Разве можно пожелать лучшего наставника?! Кто из родителей не мечтает, чтобы дети пошли по их стопам, продолжили их дело. А через три года Андрея откомандировали на курсы в школу машинистов в столичное депо имени Ильича. Успешно сдав экзамены после завершения учебы, он возвратился в родное депо и приступил к самостоятельной работе в должности машиниста, пройдя предварительно практику на маневровой работе.

Машинист А.В. Желтов водит экспрессы по маршруту Москва — Владимир

То, что Андрей Викторович, как и его отец, дядя и двоюродный брат, тоже стал машинистом первого класса, он не менее благодарен ветерану труда Сторчаку. Владимир Николаевич один из опытнейших механиков в депо по состоянию здоровья вынужден был перейти на работу помощником машиниста. С ним и отправился Андрей, сев за контроллер машиниста, в свой первый самостоятельный рейс до станции Крутое. И чем больше он общался с ветераном, тем сильнее проникался к нему уважением. Больше всего поражало его не то, что Сторчак досконально изучил конструкцию каждого электропоезда, которые довелось ему водить.

— Отмечал то, как Владимир Николаевич относился к своим служебным обязанностям, — признается Андрей. Казалось бы, когда десятки, а то и сотни раз проезжаешь по одним до каждого поворота, каждого семафора, каждого кустика знакомым маршрутам, можно позволить себе слегка расслабиться в пути. Но Сторчак себе это никогда не позволял. Также относились к работе и мой отец, и родной дядя. Они с такой тщательностью в очередную поездку собирались, словно представлялось отправиться на праздничное торжество. Для них каждый рейс был как праздник, настолько были влюблены в свою профессию. Эта любовь и нам с Василием, наверное, с материнским молоком передалась.

Андрей и Василий во многом действительно похожи, даже внешнее сходство легко заметить, хотя и не являются родными братьями-близнецами. Вот только в своих увлечениях расходятся. Видимо, от отца Андрей перенял любовь к рыбалке, к которой Василий относится равнодушно. Да в школьные годы Андрей увлекался хоккеем, а Василий футболом. Им они и до сих пор отдают свое предпочтение. А настоящая страсть Василия — мотоцикл. Наверное, если б не избрал он семейную профессию, мог бы стать заядлым мотогонщиком. Только вот отправиться в поездку в одной локомотивной бригаде двоюродным братьям, так же, как и их родителям, пока не довелось, А теперь, видимо, и не придется: несколько месяцев назад Андрей Викторович, получив приглашение, перевелся из депо на работу в «дочернее» предприятие ОАО «РЖД» — Центральную пригородную пассажирскую компанию.

— Нелегко было решиться на этот шаг, — не скрывает Андрей Викторович. — Ведь слишком многое связывает меня с моторвагонным депо Железнодорожная. В нем мне удалось поездить на электропоездах типа ЭР2Р, ЭР2Т, ЭД4М. В пригородной компании предложили осваивать фактически те же маршруты на скоростном пригородном подвижном составе. Не устоял перед открывшейся перспективой.

— Но я ведь не ушел с железной дороги, — делится Андрей, — работаю в той же должности — машинистом. Возможно, со временем сяду за контроллер электрички нового поколения. ОАО «РЖД» взяло твердый курс на освоение скоростного движения. Да честно скажу, и повышенная зарплата тоже свою роль сыграла. Приглашал перейти в компанию и Василия, но он отказался. Так что мы теперь реже стали видеться.

— Желтовы, как старшие, так и их сыновья, всегда были надежной нашей опорой во всех деповских начинаниях, — сказал мне заместитель начальника депо по эксплуатации Иван Владимирович Павлов, который на железной дороге прошел путь по служебной лестнице от помощника машиниста до руководящей должности. — На них всегда можно было положиться, не подведут, а если потребуется, то и выручат. На транспорте многие годы больше, чем в других отраслях, насчитывалось рабочих династий. Это наша гордость. И жаль, что с переходом на рыночную экономику мы эту традицию утрачиваем. Но, думаю, со временем все должно вернуться на круги своя. Потому что возрождение величия России немыслимо без такого отношения к труду, которое характерно для членов рабочих династий. Без таких влюбленных в свою работу механиков, как старшие Желтовы и их сыновья.

БУДЬ БДИТЕЛЕН, МАШИНИСТ, В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ!

Листая страницы нового издания

Дирекцией тяги ОАО «РЖД» подготовлено к изданию «Пособие для машинистов локомотивов в вопросах обеспечения безопасности движения поездов» (авторы-составители — инженеры В.И. ШОШИН и Л.Е. РУДАКОВ). Материалы, содержащиеся в пособии, соответствуют положениям приказа Минтранса России от 21.12.2010 № 286, а также изменениям, внесенным приказами этого министерства от 12.08.2011 № 210, от 04.06.2012 № 162, от 18.06.2012 № 164, от 30.03.2015 № 57, от 09.10.2015 № 330 и от 25.11.2015 № 382.

В практическом пособии приводятся основные положения действующих в ОАО «РЖД» инструкций, приказов, распоряжений, касающихся непосредственно машинистов и помощников машинистов при исполнении ими служебных обязанностей. Большое внимание обращается на причины проездов запрещающих сигналов, соблюдение регламента переговоров.

В сборнике представляются особенности приема, отправления и следования поездов при различных способах организации движения (когда используются автоблокировка, полуавтоблокировка, диспетчерская централизация, телефонные средства связи, другие виды), производства маневровой работы на станциях, движения восстановительных, пожарных поездов и вспомогательных локомотивов.

Рассматриваются основные положения и требования по организации вождения поездов, которые имеют повышенные вес и длину; закреплению подвижного состава на станциях; действию в нестандартных и аварийных ситуациях; содержанию и обслуживанию подвижного состава, работе его в зимних условиях; эксплуатации приборов безопасности на локомотивах.

Приводятся характерные неисправности инфраструктуры (с соответствующими иллюстрациями и комментариями), которые угрожают безопасности движения поездов; особенности действий при выполнении путевых работ и неисправностях контактной сети; порядок проведения аттестации членов локомотивных бригад, организация их труда и отдыха.

Уделено внимание порядку опробования и применения автотормозов в пути следования. При этом учтены изменения, внесенные в «Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава» (утверждены приказом Минтранса России от 03.06.2014 № 151, протокол от 4 — 5.11.2015 № 63 и от 18 — 19.05.2016 № 64 Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества).

Публикуем в журнальном изложении (сокращенном и упрощенном) один из разделов практического пособия для локомотивной бригады «Отдельные особенности обеспечения безопасности движения поездов».

ОТДЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Книга замечаний машинистов (распоряжение ОАО «РЖД» от 04.03.2015 № 550р). Книга замечаний машинистов формы ТУ-137 предназначена для учета, расследования и своевременного устранения замечаний, обнаруженных в пути следования локомотивной бригадой, при производстве маневровой работы и нахождении на инфраструктуре ОАО «РЖД»:

- ✓ нарушения в работе путевых устройств;
- ✓ неисправности или повреждения пути, контактной сети и других обустройств инфраструктуры;
- ✓ отступления от норм содержания подвижного состава; наличия загрязнений и запесочивания рельсов;
- ✓ нарушения технологии организации движения поездов и маневровой работы;
- ✓ невыполнение работниками железнодорожного транспорта своих должностных обязанностей;
- ✓ применение экстренных торможений для предотвращения наезда на граждан, а также нарушения ими требований безопасности при нахождении на железнодорожных путях;
- ✓ прием и отправление поездов по приказу дежурного по станции, поездного диспетчера;
- ✓ проследование запрещающих маневровых светофоров по устному указанию дежурной по станции и следование по неиспользованному маршруту;
- ✓ нарушение режима труда и отдыха локомотивных бригад, (переотдых в пунктах оборота свыше 100 % времени предшествующей работы, нахождение на работе более 2 ч от явки до отправления с грузовым поездом, нахождение на локомотиве от момента явки более 12 ч);
- ✓ стоянка поезда у входного светофора с запрещающим сигнальным показанием;
- ✓ простой подготовленной к производству работ снегоуборочной техники на станции;
- ✓ нарушение технологии организации движения поездов, которые имеют повышенные вес и длину, а также требующих особых условий пропуска (моторвагонный или пассажирский поезд следует по боковым или неспециализированным путям при отсутствии телеграфного указания);
- ✓ другие нарушения безопасности движения, которые создают угрозу жизни людей.

Книга замечаний должна всегда находиться у дежурного по эксплуатационному локомотивному депо, пункту явки или смены локомотивных бригад в подразделениях дирекции инфраструктуры, дирекции по ремонту пути, региональной дирекции скоростного сообщения.

Организация работы по устранению нарушений, отмеченных в книге замечаний. Локомотивная бригада в случае выявления в процессе маневровой работы или в пути следования замечаний обязана немедленно доложить об этом по радиосвязи дежурному по железнодорожной станции или поездному диспет-

черу. Одновременно сообщаются фамилия машиниста, номер поезда, тип, серия и номер локомотива, место (километр, пикет и номер пути, а при необходимости — литер светофора и номер опоры контактной сети), дата, время обнаружения и характер замечания.

Машинист локомотива после поездки (смены) и сдачи маршрутного листа обязан по выявленным нарушениям произвести запись в книге замечаний, указав при этом фамилию дежурного по станции или поездного диспетчера, которому была передана информация.

Если локомотивная бригада находится на удаленной станции, то машинист обязан по телефону передать замечание дежурному по эксплуатационному локомотивному депо либо ответственному работнику, назначенному приказом (распоряжением) начальника этого депо.

Формальным замечанием машиниста считается замечание, не соответствующее действительности. Формальным ответом на замечание машиниста считается ответ без информации об устранении нарушения и принятых мерах.

Перечень замечаний, которые может отмечать локомотивная бригада в пути следования:

- обрыв контактного и усиливающего проводов, несущего троса;
- надломленные или упавшие опоры контактной сети;
- излом фиксатора, подвесного изолятора с выходом контактной подвески в габарит подвижного состава;
- попытка хищения тросов группового заземления и других проводов;
- обрыв электрических соединителей, шлейфов, находящихся ниже контактного провода;
- обрыв поддерживающих струн, расположенных ниже контактного провода;
- сход подвижного состава;
- дефект боковой рамы, надрессорной балки, колесной пары вагона;
- обрыв торцевой двери полувагона, двери или крыши крытого вагона;
- разрушение буксового узла;
- возгорание вагона в составе поезда;
- заклинивание колесной пары;
- волочение деталей автотормозного или другого подвагонного оборудования в пассажирском или грузовом поезде;
- неисправность автотормозов вагонов;
- сход колесной пары в пассажирском или грузовом поезде;
- возгорание вагона в составе пассажирского поезда;
- грение роликового буксового узла колесной пары вагона пассажирского поезда;
- заклинивание колесной пары вагона в пассажирском поезде;
- ложное появление на напольном светофоре разрешающего сигнала вместо запрещающего или более разрешающего показания (в этом случае сообщение передается срочно);
- аварийное состояние светофорных мачт, шкафов (в суточный срок не заменена разбитая линза, поврежден или разооборудован коммутационный шкаф, оборван провод);
- повреждение напольного оборудования СЦБ;
- заклинивание колесной пары, грение буксы встречного локомотива (МВПС);
- возгорание встречного локомотива (МВПС);
- волочение деталей автотормозного или другого подвагонного оборудования на встречном локомотиве (МВПС);
- нарушение целостности линейных сооружений волоконно-оптических и кабельных линий связи из-за хищения посторонними лицами;
- предотвращение случаев порчи оборудования связи вследствие стихийных бедствий;
- излом рельса или плети бесстыкового пути;
- угроза размыва насыпи, сплыва откоса выемки или схода снежных лавин;
- неограждение места производства путевых работ;
- разрыв рельсового стыка (наличие срезанных стыковых болтов с одной стороны рельса);
- нарушение целостности пути и искусственных сооружений посторонними лицами;
- хищение рельсов со станков покилометрового запаса, шпал, элементов рельсового скрепления;
- отсутствие запорно-пломбировочных устройств на вагонах, которые содержат легко воспламеняющиеся и взрывчатые материалы;
- течь из вагона груза метанола;
- предотвращение приема или отправления по неготовому маршруту, что угрожает серьезными последствиями;
- нарушение норм закрепления вагонов;
- нарушение правил охраны труда работниками станции (сход на ходу, несанкционированный проезд на локомотиве или поезде);
- невыполнение работниками станции установленного регламента переговоров, другие допущенные ими нарушения.

В случае возникновения кризисной ситуации, вызванной транспортным событием или природным явлением, локомотивная бригада обязана содействовать организации аварийной связи с местом восстановительных работ.

Памятка локомотивной бригаде по выявлению из кабины локомотива отступлений в содержании земляного полотна (Распоряжение Дирекции тяги ОАО «РЖД» от 08.02.2013 № ЦТ-15р). Когда резко изменяется температура окружающего воздуха, выпадают атмосферные осадки, возрастает угроза деформации элементов рельсовой колеи и земляного железнодорожного полотна. В этих условиях необходимо уделять особое внимание взаимодействию элементов ходовых частей локомотива и пути.

Помните, что галопирование локомотива может являться причиной начальной стадии разрушения земляного полотна, способствующего развитию вертикального «толчка». Вертикальные раскачивания на низменных участках вызывают насыщение влагой грунта и деформацию отдельных мест земляного полотна. Причиной потери кодов локомотивных устройств могут стать излом рельса, разрыв стыка. Опасность набегания гребня колеса возникает при выкрашивании остряка или подвижного сердечника длиной: на главном пути — 200 мм и более; на приемо-отправочном — 300 мм и более; на прочих станционных путях — 400 мм и более.

Если при следовании с поездом обнаружена неисправность пути, создающая угрозу безопасности движения (излом рельса, размыв пути, обвал, снежный занос, выброс — угол в плане пути и др.), то надо применить экстренное торможение, приняв все возможные меры для остановки поезда до опасного места.

При выявлении бокового, вертикального «толчка» в пути следования машинист поезда обязан:

- применить служебное торможение и внимательно следить за состоянием подвижного состава до его остановки;
- срочно сообщить по поездной радиосвязи машинистам вслед идущего и попутного или встречного поездов (когда создана угроза безопасности движения по смежному пути), ДСП, ограничивающим перегон, или ДНЦ по форме: «Внимание, внимание! Слушайте все! Я, машинист (фамилия)... поезда №... на... км... пикета обнаружил «толчок» (боковой, вертикальный или стук и др.) при скорости... км/ч. Сведений о наличии габарита по соседнему пути не имею (или имею)»;
- при следовании с пассажирским поездом передать информацию о причине остановки начальнику проводников;
- получить подтверждение о том, что информация о «толчке» воспринята машинистами вслед идущих, попутных и встречных поездов, а также ДСП (ДНЦ), ограничивающим перегон. Дежурный по станции, получив информацию машиниста о выявленном «толчке», обязан прекратить отправление попутных поездов на перегон по указанному пути. Он срочно сообщает о «толчке» в пути машинистам поездов, отправленных со станции ранее, а также дорожному мастеру (бригадиру пути).

После остановки пассажирского поезда его обязаны осмотреть машинист совместно с начальником проводников. Осмотр других поездов надлежит осуществлять машинисту. Если при осмотре неисправности локомотива, вагонов и пути под поездом не выявлены, то после доклада ДСП (ДНЦ) о результатах разрешается движение со скоростью не более 20 км/ч. После проследования опасного места всем составом допускается продолжить движение с установленной скоростью.

Если причиной «толчка» послужили лопнувший рельс, размыв, обвал, выброс и другие неисправности пути, угрожающие безопасности движения, то дальнейшее следование по опасному месту разрешается только после его осмотра ответственным работником службы пути (с должностью не ниже бригадира).

При этом работник службы пути обязан сделать запись в бланке формы ДУ-61 о возможности проследования опасного места с указанием скорости движения. Если имеется заключение работника пути, подтвержденное записью о допустимой скорости дви-

жения на бланке предупреждения ДУ-61, то по опасному участку разрешается пропустить только один поезд.

Пропуск поездов по лопнувшему рельсу в пределах мостов или тоннелей во всех случаях запрещается. Если возникло и обнаружено препятствие (размыв пути, обвал, снежный занос, развалившийся груз и др.) на соседнем пути, то машинист должен остановить поезд и организовать его ограждение установленным порядком.

При неисправности радиосвязи машинист поезда, обнаруживший неисправность пути, обязан принять все возможные меры, чтобы передать соответствующую информацию ДСП или ДНЦ, в том числе с использованием мобильной связи. Машинисты вслед идущих поездов, получив информацию о «толчке», обязаны:

- остановить поезд, не доезжая указанного в сообщении места препятствия, убедиться в возможности безопасного его проследования, осуществляя это со скоростью, обеспечивающей безопасность движения, но не более 20 км/ч, всем составом;
- о выявленных на месте препятствия неисправностях сообщить по радиосвязи машинистам вслед идущих поездов и ДСП, а при обнаружении неисправности, угрожающей безопасному следованию, сделать остановку и возобновить движение только после устранения этой неисправности работниками службы пути.

Если локомотивная бригада выявила отступления в состоянии земляного полотна в период ливневых дождей или пропуска паводковых вод, то машинист обязан немедленно сообщить об этом поездному диспетчеру или дежурному по ближайшей станции для принятия незамедлительных мер. В связи с началом снеготаяния (появления паводковых и ливневых вод) следует особенно обращать внимание на «больные» места земляного полотна, которые опасны, а также места застоя воды в кюветах и малых искусственных сооружениях.

В период снеготаяния и ливневых дождей визуально уделять внимание участкам, подверженным обвалам, сплывам, просадкам (по «толчку» в пути) и подмывам. Для предупреждения возникновения деформаций и размывов необходимо учитывать признаки, свидетельствующие о реальной угрозе сохранности объектов путевого хозяйства. К таким признакам относятся:

- протекание воды вдоль земляного полотна с увеличивающейся скоростью течения;
- образование водоворотов, завихрений, промоин глубиной более 1 м от обреза фундаментов малых искусственных сооружений;
- уровень подпора воды менее чем 0,5 м до бровки земляного полотна;
- образование крупных водоворотов у промежуточных опор с помутнением воды;
- подъем воды в кюветах и канавах выше расчетного уровня (менее 0,25 м от бровки кювета);
- выход жидкой грязи или мутной воды из низового конца напорной трубы;
- промоины в балласте в виде глубоких прорезей.

По прогнозам синоптиков переход среднесуточной температуры окружающего воздуха к положительным температурам наступает с конца марта по май (в зависимости от географического расположения дороги) с максимальным в этот период подъемом уровня паводковых вод. Это обстоятельство создает неблагоприятную гидрологическую обстановку для развития весеннего высокого паводка рек, интенсивного снеготаяния, перенасыщения земляного полотна талыми водами. В результате могут возникать деформации земляного полотна, повреждения искусственных сооружений (мостов, тоннелей), подтопление станционных путей.

В отмеченный период локомотивным бригадам необходимо обращать особое внимание на состояние пути, земляного полотна, искусственных сооружений, работу рельсовых цепей. Визуальному контролю подлежат места пропуска паводковых вод: мосты, трубопроводы, трубы, лотки и другие водоотливные устройства. Если в этих местах возникают ледяные торосы, заторы льда, выход воды до уровня насыпи, то немедленно сообщать об этом ДСП и ДНЦ.

Локомотивные бригады необходимо обеспечивать информацией о местах возможного размыва путевой призмы, выхода паводковых вод на пути и горловины станций, а также знакомить со схемами оповещения и действиями в этих случаях. Надлежит незамедлительно передавать информацию поездному диспетчеру и дежурным по станциям о любом выходе воды на путь, месте подтопления, подъеме воды до уровня насыпи, сообщать другие выявленные замечания в пути следования.

Машинист локомотива, обнаруживший в пути следования видимые признаки отклонений от нормативных параметров пути (сплывы) откосов, насыпей и выемок, размывы пути, выход воды на железнодорожные пути, обязан срочно принять меры к остановке поезда перед опасным местом экстренным торможением. Незамедлительно сообщить по радиосвязи об остановке вслед идущим и встречным поездам, дежурным по станциям, ограничивающим перегон, или поездному диспетчеру при диспетчерской централизации о месте обнаружения неисправности.

Затем необходимо осмотреть состояние пути, земляного полотна и подвижного состава, проследовавшего по опасному месту. После осмотра доложить дежурным по станциям, ограничивающим перегон, или поездному диспетчеру при диспетчерской централизации, а также вслед идущим и встречным поездам о характере неисправности.

Когда обнаружены провесы и размывы земляного полотна, резкие углы в плане, выход воды на путь, а также видно, что обрушены откосы или другие деформации земляного полотна, которые могут привести к сходу подвижного состава, запрещается приводить поезд в движение. Если отсутствуют отмеченные неисправности, то разрешается проследовать опасное место со скоростью не более 15 км/ч всем составом.

Если машинист самостоятельно не может определить возможность следования по опасному месту, то необходимо вызвать работников пути, чтобы определить возможность и порядок дальнейшего движения. Надо помнить, что видимые неисправности пути являются препятствием для движения поездов и требуют немедленной остановки подвижного состава до этого места вплоть до экстренного торможения. При обнаружении неисправности, угрожающей безопасному следованию, надо остановить поезд и возобновить движение только после ее устранения.

ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ, УГРОЖАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Возможные неисправности рельсового пути приводятся на рис. 1 — 14, вагонов — на рис. 15 — 28 и устройств электроснабжения — на рис. 29 — 36.

Возможные нарушения в содержании рельсового пути

Рис. 1. Устройство стрелочного перевода

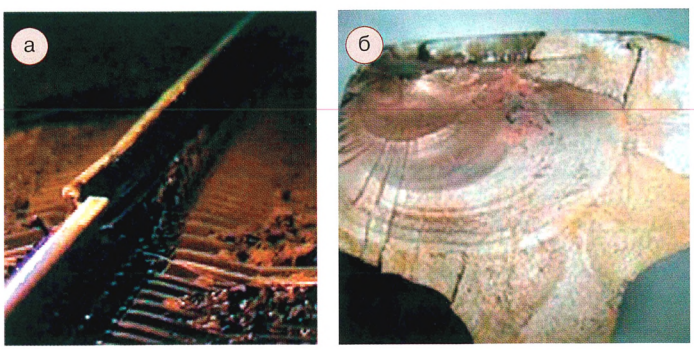


Рис. 2. Излом рельса (а), вид на сечение излома (б)

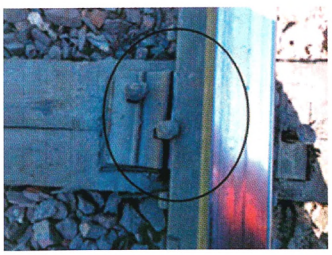


Рис. 3. Выход подошвы рельса из-под реборд

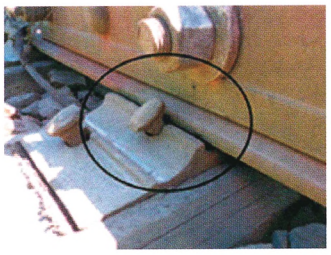


Рис. 4. «Провисание» рельса из-под реборд

Рис. 5. Отсутствие болта в крепеже накладки стыка

Рис. 6. Разрыв стыка соединения рельсов

Рис. 7. Нарушение крепления рельса к шпале (крепления упорной клеммы)

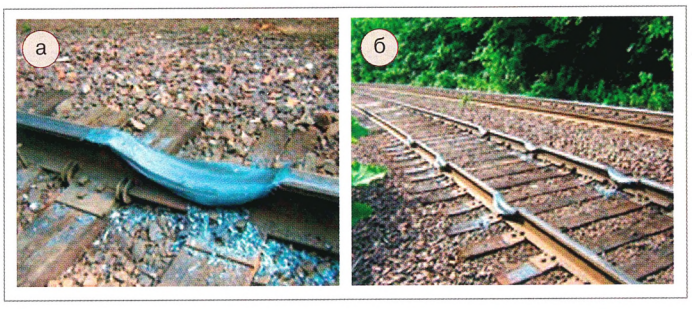


Рис. 8. Примеры (а,б) «пропила» рельсов

Рис. 9. Случаи (а,б) выброса пути

Рис. 11. Промоина в балласте

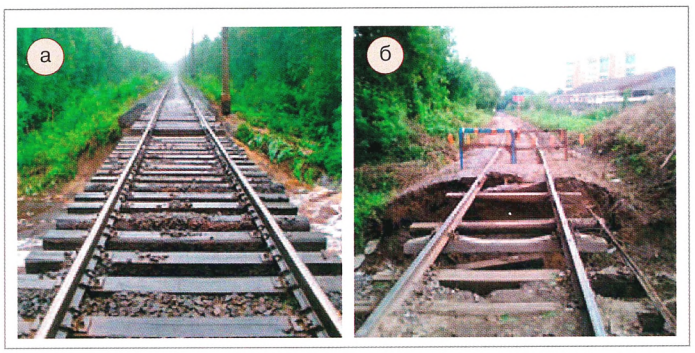


Рис. 10. Случаи (а,б) подмыва земляного полотна

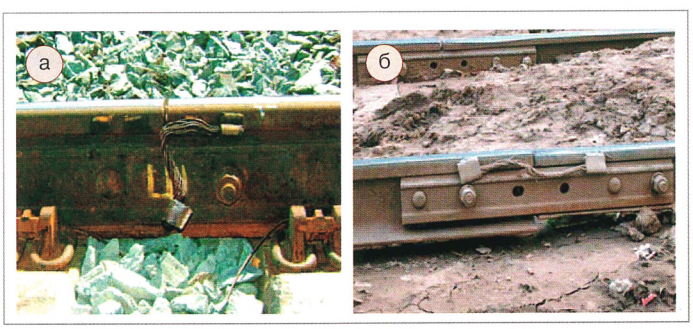


Рис. 12. Примеры (а,б) нарушения крепления (повреждения) шунта межстыкового соединения

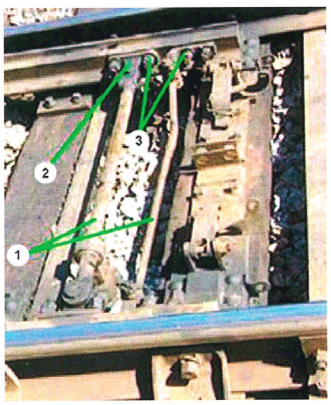


Рис. 13. Разъединение стрелочных остряков и подвижных сердечников крестовин с тягами

Рис. 14. Выкрашивание остряка или подвижного сердечника, что вызывает опасность набегания гребня колеса на рельс

Рис. 17. Поверхностный откол наружной грани обода колеса, включая местный откол кругового наплыва глубиной (по радиусу колеса) более 10 мм

Не допускается, когда ширина оставшейся части обода в месте откола составляет менее 120 мм, а в поврежденном месте независимо от размеров откола имеется трещина, распространяющаяся вглубь металла

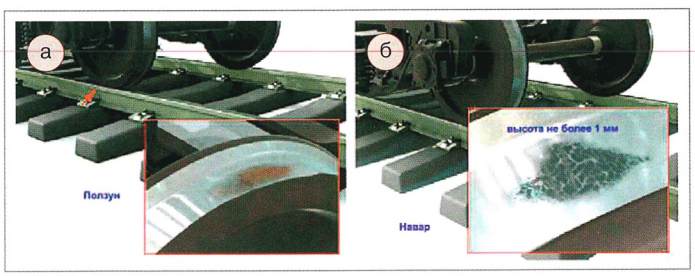


Рис. 15. Неисправности колесных пар: ползуны (а), навары (б) на поверхности катания колесной пары более 1 мм

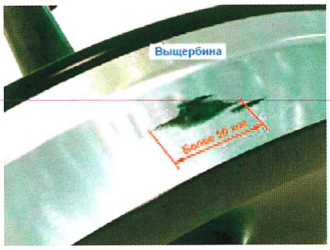


Рис. 16. Выщербины по поверхности катания колеса глубиной более 10 мм или длиной более 50 мм у грузовых вагонов и более 25 мм у пассажирских вагонов

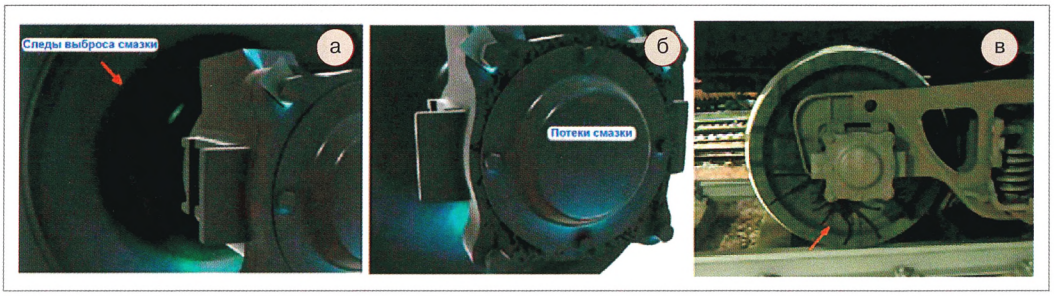


Рис. 18. Неисправности буксового узла: следы выброса смазки (а); потеки смазки (б); наличие «свежего» выброса смазки на диск, обод, ступицу колеса, детали тормозной рычажной передачи, «свежие» потеки смазки в нижней части корпуса буксы (в), запах разогретой смазки

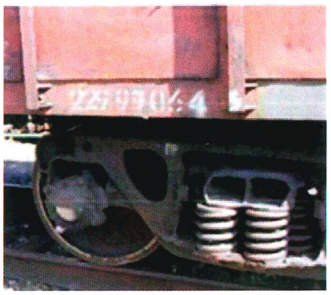


Рис. 19. Перекос буксы, разворот ее в буксовом проеме боковины тележек

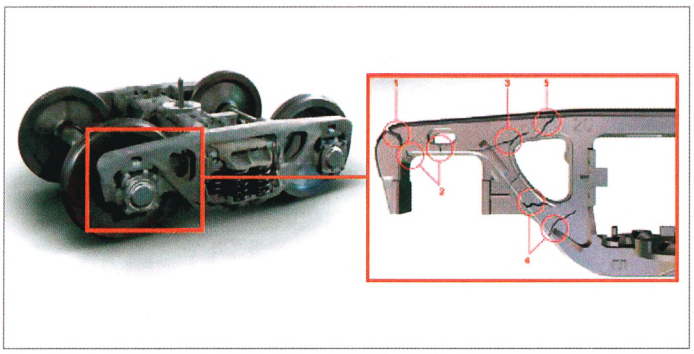


Рис. 20. Неисправность тележки: трещина в литой боковой раме, надрессорной балке литой конструкции (вырубки пороков стального литья, выполненные после изготовления и ремонта надрессорных балок, не служат основанием для браковки)

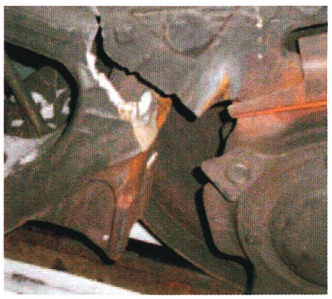


Рис. 21. Излом боковины рамы тележки

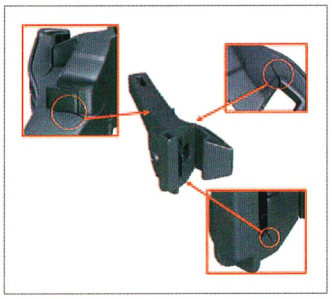


Рис. 22. Неисправность автосцепного устройства: трещина в корпусе автосцепки

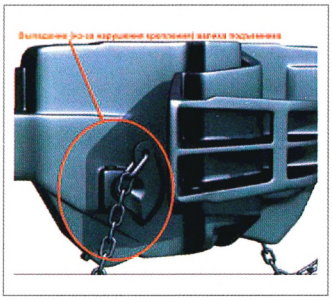


Рис. 23. Неисправности автосцепного устройства: отсутствие валика и подъемника автосцепки; валик подъемника, незакрепленный от выпадания или закрепленный нетиповым способом

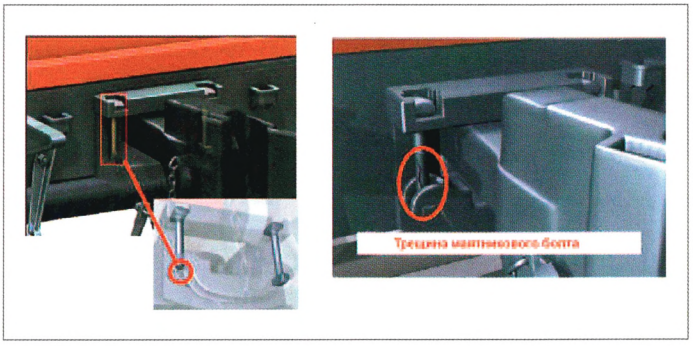


Рис. 24. Излом или трещина центрирующей балки, маятниковой подвески (или направляющей рейки центрирующего прибора безмаятникового типа), неправильно поставленные маятниковые подвески (широкими головками вниз)

Рис. 25. Отсутствие крышки люка или створки двери у полувагона

Рис. 26. Отсутствие двери или дверного упора. Повреждение крепления или изгиб дверных рельсов или повреждение направляющих, угрожающие падением двери на путь

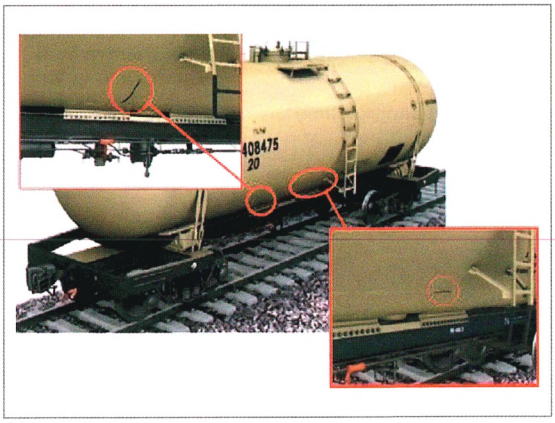


Рис. 27. Неисправности кузова вагона: трещина в котле, вызывающая течь жидкого груза

Рис. 28. Примеры (а, б) обрыва двери

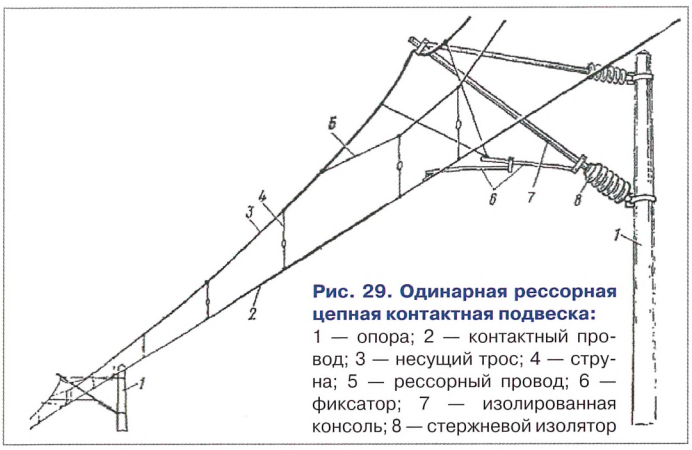


Рис. 29. Одинарная рессорная цепная контактная подвеска:
1 — опора; 2 — контактный провод; 3 — несущий трос; 4 — струна; 5 — рессорный провод; 6 — фиксатор; 7 — изолированная консоль; 8 — стержневой изолятор

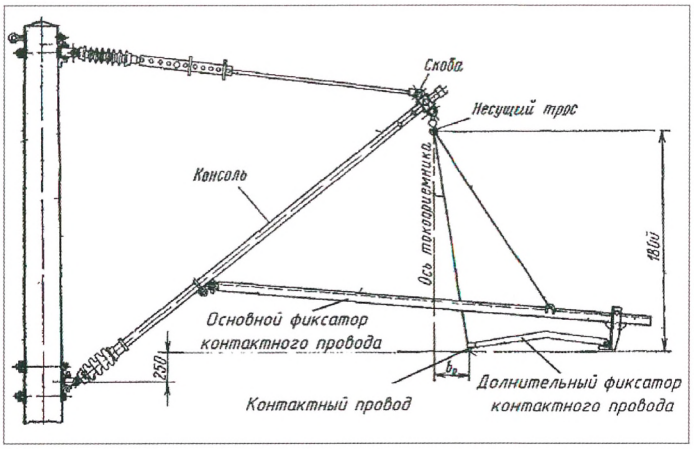


Рис. 30. Изолированная консоль с фиксатором

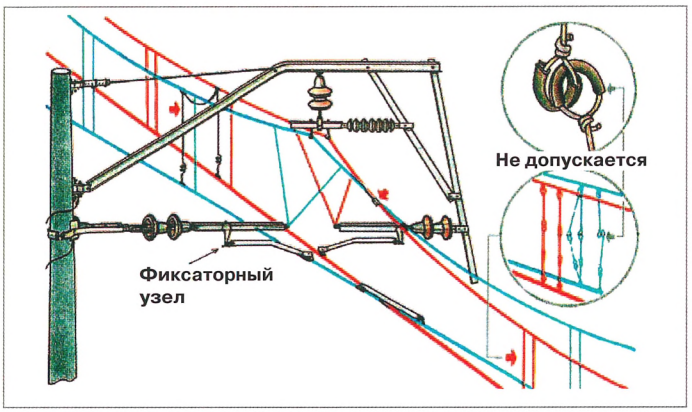


Рис. 31. Воздушная стрелка
Обращается внимание на состояние двойных звеньевых струн, которые не должны иметь ослаблений

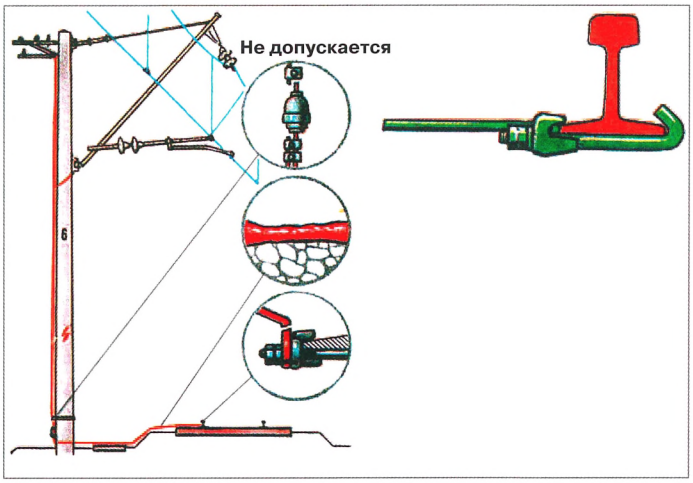


Рис. 32. Неисправности опоры контактной сети
Необходимо индивидуальное заземление металлической опоры и металлических конструкций на железобетонной опоре. Следует обращать внимание на место присоединения заземляющего провода к опоре и у тягового рельса. Заземляющий провод должен быть изолирован от грунта деревянным или железобетонным брусом (полушпалой), не препятствующим проходу снегоочистителя

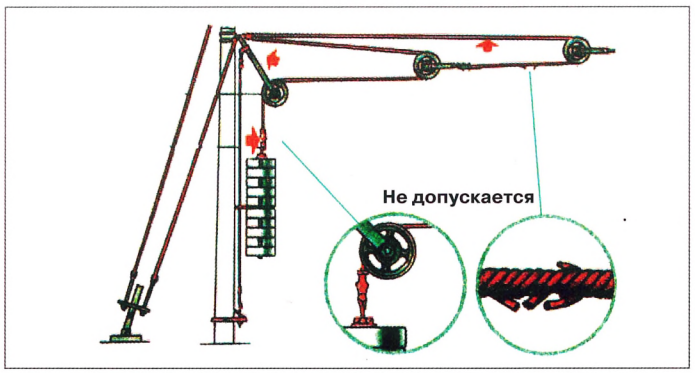


Рис. 33. Неисправности компенсирующего устройства
Струны контактной подвески должны обеспечивать надежное эластичное крепление контактных проводов к несущему тросу или вспомогательному проводу. Обрыв струнок не допускается

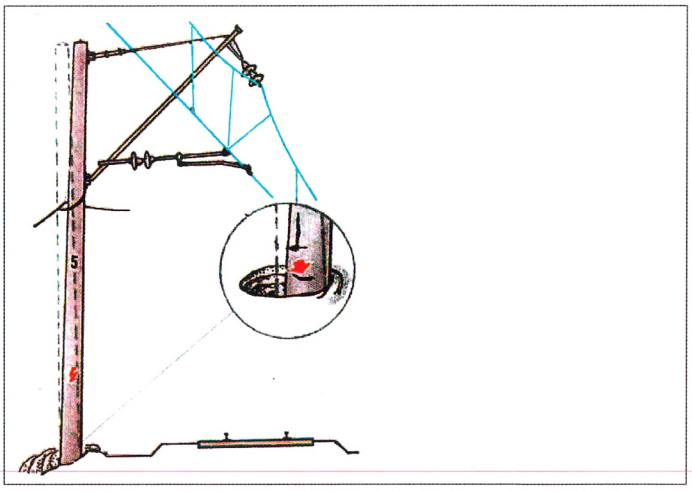


Рис. 36. Заземление опор контактной сети
1. Не допускается наклон опоры. 2. Вблизи опоры не должно быть оползней грунта, отслоения грунта от поверхности опоры (фундамента), которое может быть вызвано наклоном опоры. 3. На опоре должен быть порядковый номер опоры на высоте 5 м от земли, а также предупредительный знак высокого напряжения на высоте 2,5 — 3 м

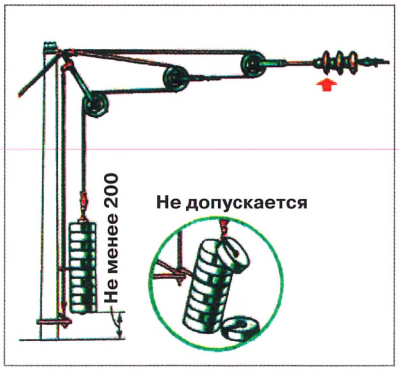


Рис. 34. Неисправности компенсирующего устройства

Рис. 35. Возможные неисправности изолятора

По материалам «Пособия для машинистов локомотивов в вопросах обеспечения безопасности движения поездов»
инж. **В.И. КАРЯНИН**

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ЧС7

Пассажирские двухсекционные восьмиосные электровозы постоянного тока ЧС7 (ЧехоСловацкое производство, тип 7, заводские обозначения — с 82Е1 по 82Е9) выпускали с 1983 по 1999 гг. на заводе «Škoda» им. В.И. Ленина в г. Пльзень (Чехословакия, впоследствии — Чехия) для эксплуатации на дорогах Советского Союза. Наравне с локомотивами ЧС8 эти локомотивы являются одними из самых мощных пассажирских электровозов, используемых в бывшем СССР.

В процессе постройки и эксплуатации данных машин в их электрические цепи были внесены многочисленные изменения. Редакция журнала «Локомотив» неоднократно рассказывала об этом. Большинство из опубликованных материалов было посвящено особенностям цепей управления электровозом.

Предлагаем вниманию читателей статью, подготовленную И.А. ЕРМИШКИНЫМ, членом редакционного совета нашего журнала, в которой идет речь об особенностях конструкции электрического оборудования и расположения аппаратов. Данный материал основан на опыте обучения машинистов и их помощников на курсах повышения квалификации.

Для Е1 - Е3

3001	3241	3401	3841	4301	4621	4751	4761	5081	4311	4321
УПРАВЛ.	КОНТАКТ.	ЭДТ	ПРЕОБР.	КОНДИЦ.	ВСП. ПРИВ.	ПРИБ. В.Н.	СИГН.	ЗАРЯД.	КОНТАКТ.	ДВИГ. КОНД.
5301	5591	5911	6001	6021	6041	6061	6081	6931	7161	7521	8101
ОТПОЛ. НОГ.	ОТОПЛ.КРАН.	СИГН.ПОДШ.	ПРОЖ.	ПОЗ. СВ.	ОСВ. ТЕЛ.	ОСВ. КАБ.	ШТЕПСЕЛИ	ВНЕШ. ИСТ.	ОБОГР.СТЕКЛ.	ПБЗ	ЗАЩИТЫ

3002	3242	3402	3842	4302	4622	4762	5082	5302	5562	4312	4322
УПРАВЛ.	КОНТАКТ.	ЭДТ	ПРЕОБР.	КОНДИЦ.	ВСП. ПРИВ.	СИГН.	ЗАРЯД.	ОТПОЛ. НОГ.	СВИСТОК	КОНТАКТ.	ДВИГ. КОНД.
5652	5792	5912	6002	6022	6042	6062	6082	6932	7162	7522	8102
ХОЛОДИЛ.	ОБОГР.ВОДЫ	СИГН.ПОДШ.	ПРОЖ.	ПОЗ. СВ.	ОСВ. ТЕЛ.	ОСВ. КАБ.	ШТЕПСЕЛИ	ВНЕШ. ИСТ.	ОБОГР.СТЕКЛ.	ПБЗ	ЗАЩИТЫ

С Е4

3101	3001	3241	3401	3841	4301	4621	4751	4761	5081	4311	7171	4321
РЕЗЕРВ	УПРАВЛ.	КОНТАКТ.	ЭДТ	ПРЕОБР.	КОНДИЦ.	ВСП. ПРИВ.	ПРИБ. В.Н.	СИГН.	КОНТАКТ.	КОНТАКТ.	ОБОГР.СТЕКЛ.	ДВИГ. КОНД.
3101	5301	5591	5911	6001	6021	6041	6061	6081	6931	7161	7521	8101
РЕЗЕРВ	ОТПОЛ. НОГ.	ОТОПЛ.КРАН.	СИГН.ПОДШ.	ПРОЖ.	ПОЗ. СВ.	ОСВ. ТЕЛ.	ОСВ. КАБ.	ШТЕПСЕЛИ	ВНЕШ. ИСТ.	ОБОГР.СТЕКЛ.	ПБЗ	ЗАЩИТЫ

3002	3242	3402	3842	4302	4622	4762	5082	5302	5562	4312	5592	4322
УПРАВЛ.	КОНТАКТ.	ЭДТ	ПРЕОБР.	КОНДИЦ.	ВСП. ПРИВ.	СИГН.	КОНТАКТ.	ОТПОЛ. НОГ.	СВИСТОК	КОНТАКТ.	ОТОПЛ.КРАН.	ДВИГ. КОНД.
5652	5792	5912	6002	6022	6042	6062	6082	6932	7162	7172	7522	8102
ХОЛОДИЛ.	ОБОГР.ВОДЫ	СИГН.ПОДШ.	ПРОЖ.	ПОЗ. СВ.	ОСВ. ТЕЛ.	ОСВ. КАБ.	ШТЕПСЕЛИ	ВНЕШ. ИСТ.	ОБОГР.СТЕКЛ.	ОБОГР.СТЕКЛ.	ПБЗ	ЗАЩИТЫ

С Е8

5311	3001	3021	3101	3111	3401	3841	4301	4311	4621	4751	4761	4321
ОТОП.КОМПР.	УПРАВЛ.	КОНТАКТ.	РЕЗЕРВ	РЕЗЕРВ	ЭДТ	ПРЕОБР.	КОНДИЦ.	КОНТАКТ.	ВСП. ПРИВ.	ПРИБ. В.Н.	СИГН.	ДВИГ. КОНД.
5081	5251	5301	5591	5911	6001	6011	6021	6031	6041	6061	7521	8101
КОНТАКТ.	ОТОП.ВСП.КОМ	ОТПОЛ. НОГ.	ОТОПЛ.КРАН.	ПЕРЕГР.ПОДШ.	ПРОЖ.	ШТЕПСЕЛИ	ПОЗИЦ.СВ.	ВНЕШ. ИСТ.	ОСВ.МАШ.С	ОСВ. КАБ.	ПБЗ	ЗАЩИТЫ

5312	3002	3022	3402	3842	4302	4312	4622	4762	5082	5252	5302	4322
ОТОП.КОМПР.	УПРАВЛ.	КОНТАКТ.	ЭДТ	ПРЕОБР.	КОНДИЦ.	КОНТАКТ.	ВСП. ПРИВ.	СИГН.	КОНТАКТ.	ОТОП.ВСП.КОМ	ОТПОЛ. НОГ.	ДВИГ. КОНД.
5562	5592	5652	5792	5912	6002	6012	6022	6032	6042	6062	7522	8102
ПЛИТА,ВОДА	ОТОП. КРАН	ХОЛОДИЛ.	ОБОГ.ВОДЫ	ПЕРЕГР.ПОДШ.	ПРОЖ.	ШТЕПСЕЛИ	ПОЗ. СВ.	ВНЕШ. ИСТ.	ОСВ.МАШ.С	ОСВ. КАБ.	ПБЗ	ЗАЩИТЫ

Рис. 1. Автоматические защитные выключатели электровоза ЧС7

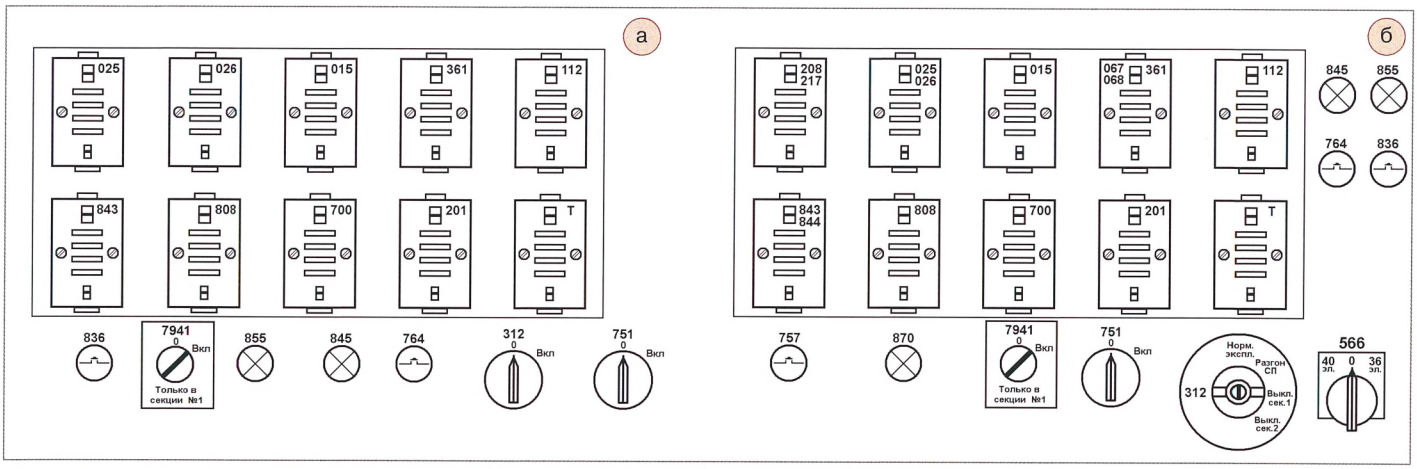


Рис. 2. Аппаратура в блоке 750 на электровозах серий Е1 — Е3 (а) и серии Е6 (б)

Электрические аппараты электровоза ЧС7 установлены в четырех основных местах кузова: высоковольтной камере, релейном шкафу, промежуточном коридоре и кабине машиниста каждой секции. Рассмотрим более подробно некоторые особенности цепей управления электровоза ЧС7.

В промежуточном коридоре локомотива находится шкаф с автоматическими защитными выключателями (АЗВ) различного номинала для защиты низковольтных цепей управления (рис. 1). На электровозах первых серий использовали АЗВ с механическим указателем срабатывания. Все АЗВ расположены в два ряда, наиболее важные из которых размещены в верхнем ряду. Назначение выключателей достаточно подробно описано в технической литературе. Поэтому ограничимся основными особенностями цепей управления:

- АЗВ 300 — основной выключатель в цепях главного КМЭ 305 и промежуточного контроллеров 1KND4, переключателей «Ход — Тормоз» 071 и 072, а также реверсоров 075, линейных контакторов (до № 211) в режиме электродинамического (реостатного) торможения (ЭДТ), контактора 333 на электровозах до № 041;
- АЗВ 324 (302 — на электровозах с № 211) введен в цепи линейных контакторов в режиме тяги на электровозах до № 211, а также в режиме ЭДТ на машинах с № 211, с № 041 — в цепи реверсоров, контакторов 333 и реле 334, 335, с № 211 — реле 341, 342;
- АЗВ 431 установлен для защиты цепей реостатных контактов и контакторов ослабления поля (до № 111 и с № 151);
- АЗВ 508 используется в цепях реле 512, 513 и вольтметров батареи, установленных в кабинах машиниста. На локомотивах с серии Е5 АЗВ 508 используют в цепях управления реостатными контакторами и ослабления поля.

К другим особенностям расположения низковольтной аппаратуры в промежуточном коридоре следует отнести следующее. Для защиты от боксования и юза применен блок 750, на передней стороне которого установлено различное оборудование в зависимости от серии и номера электровоза (рис. 2).

Изначально на передней панели (рис. 2,а) были размещены блинкерный сигнализатор 802, сигнальные лампы 845 (от-

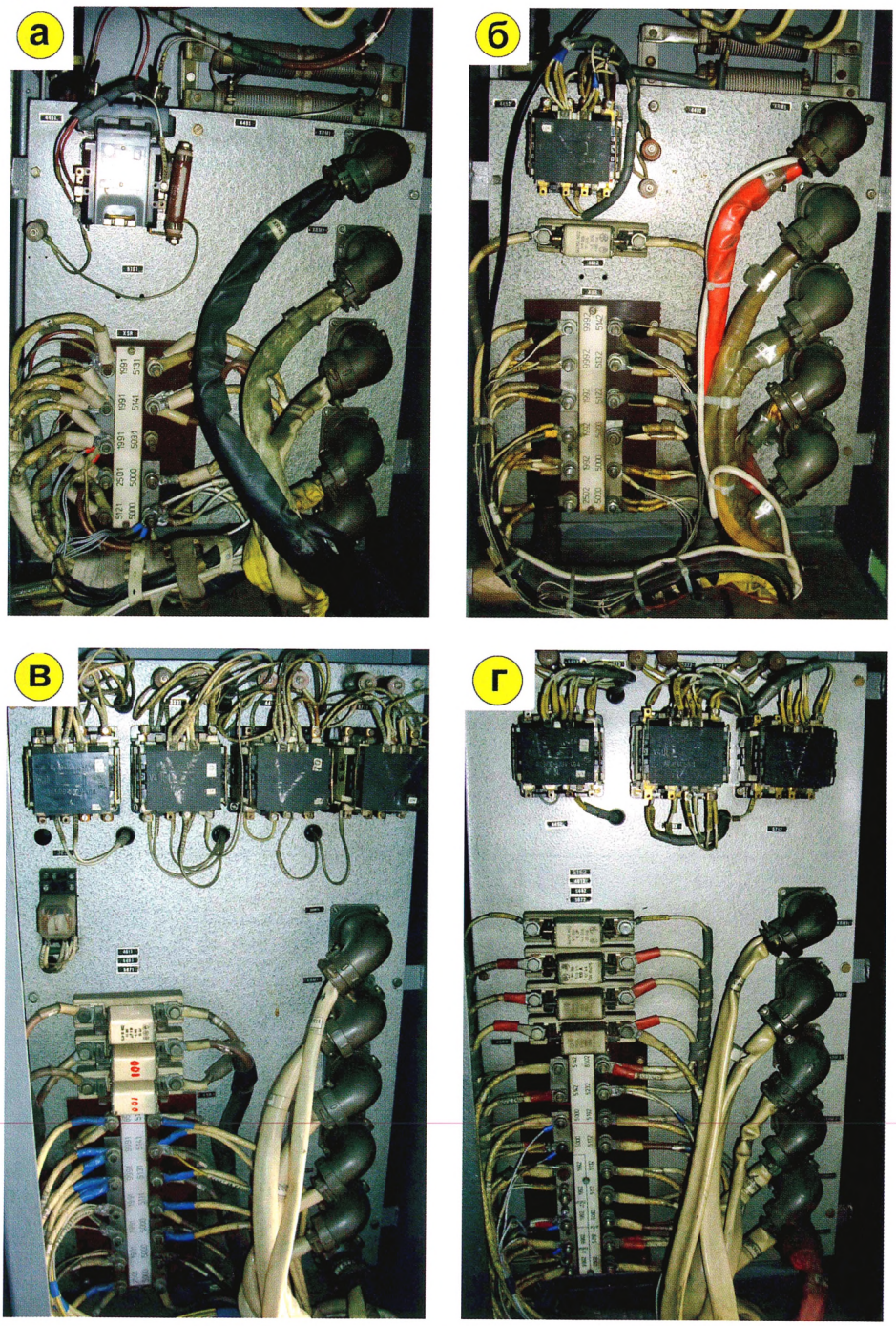


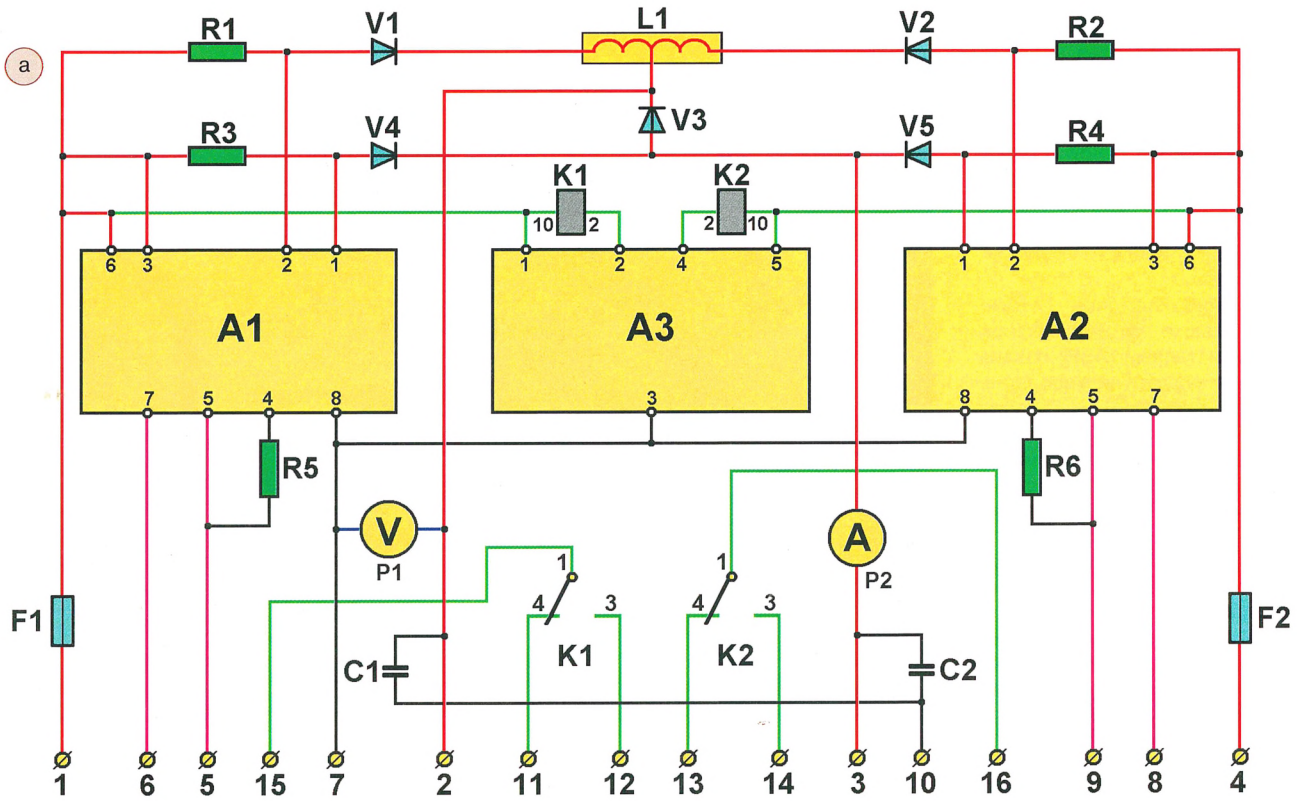
Рис. 6. Общий вид аппаратуры в шкафу под АЗВ:
а — ЧС7 № 008; б — ЧС7 № 120; в — ЧС7 № 193; г — ЧС7 № 280

крытие дверей между секциями) и 855 (включение контактора «Ход» 333), кнопка 836 восстановления сигнальных реле, выключатель 7941 автоматического сброса позиций при боксовании, а также кнопка 764 подачи песка, выключатель секций 312 и выключатель 751 защиты от боксования.

С электровозов серии Е4 была изменена конструкция выключателя секций 312, которая позволила не только отключать одну из секций, но и включать режим сериес-параллельного (СП) соединения тяговых двигателей. Начиная с поставки Е6 (рис. 2,б) в схемы ввели также кнопку 757 для проверки блока 750. Дополнительная сигнальная лампа 870 стала указывать на включенное состояние реле торможения 334 и 335 в режиме ЭДТ. Кроме того, изменились названия сигнальных реле на табло 802.

Цепи управления получают питание от аккумуляторной батареи или генератора управления (рис. 3). В зависимости от серии и номера электровоза существуют несколько схем подключения батареи к распределительному щиту. Поэтому локомотивная бригада должна хорошо разбираться в особенностях конструкции оборудования, расположении аппаратов и схемах управления.

Так, если в промежуточном коридоре вместо автоматического защитного выключателя 566 (рис. 4) находится пакетный выключатель (на 36 или 40 элементов), значит, в низковольтном шкафу промежуточного коридора установлены предохранители 567 и 568 на 100 А, заменяющие АЗВ (рис. 5). В данном случае в цепях зарядки батареи установлен также контактор 571 для заряда дополнительной аккумуляторной батареи 507.



ЭЛЕКТРОВОЗЫ ЧС7 до №076

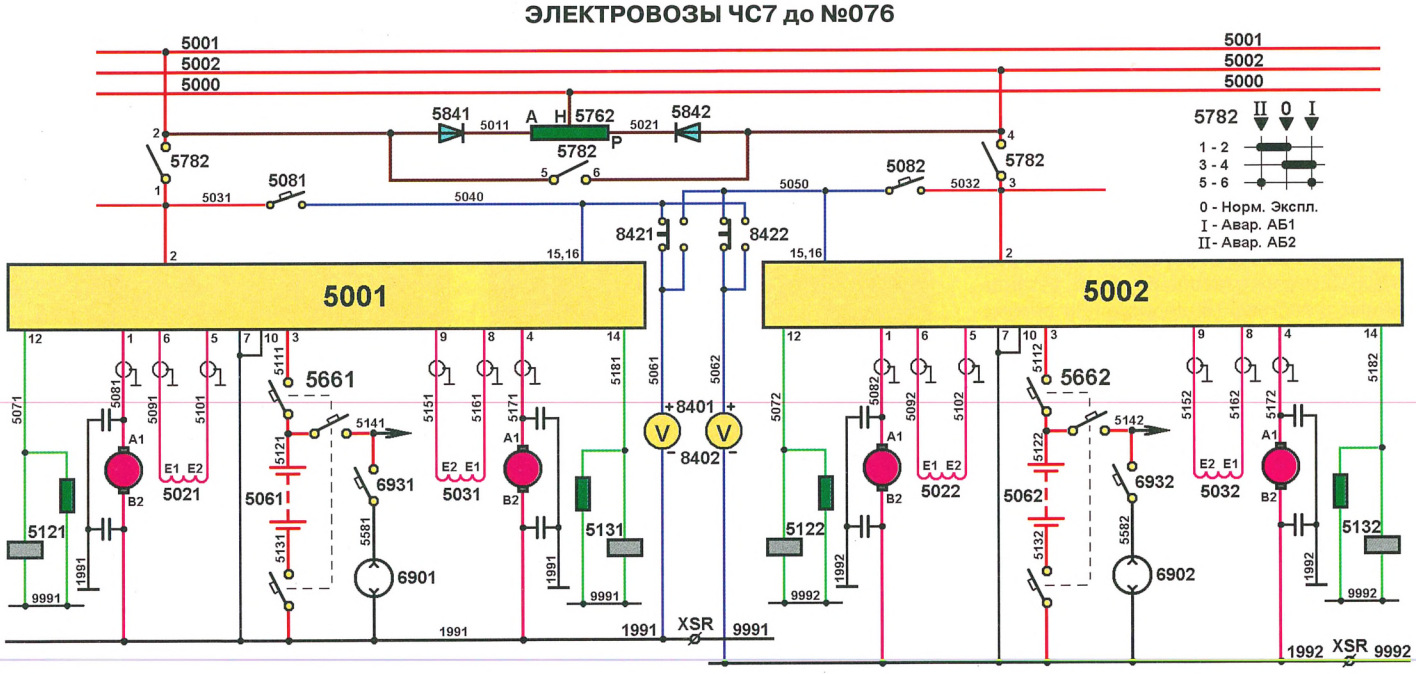


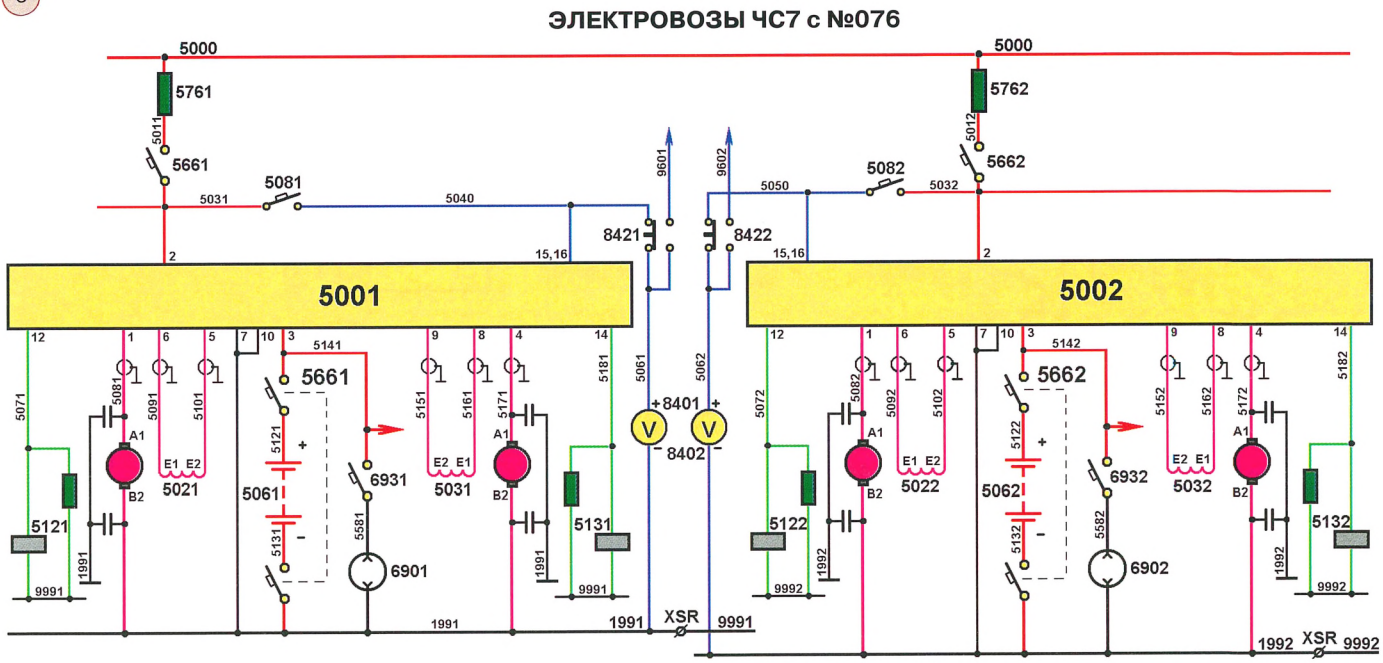
Рис. 3. Схема цепей распределительного щита и зарядки батареи:

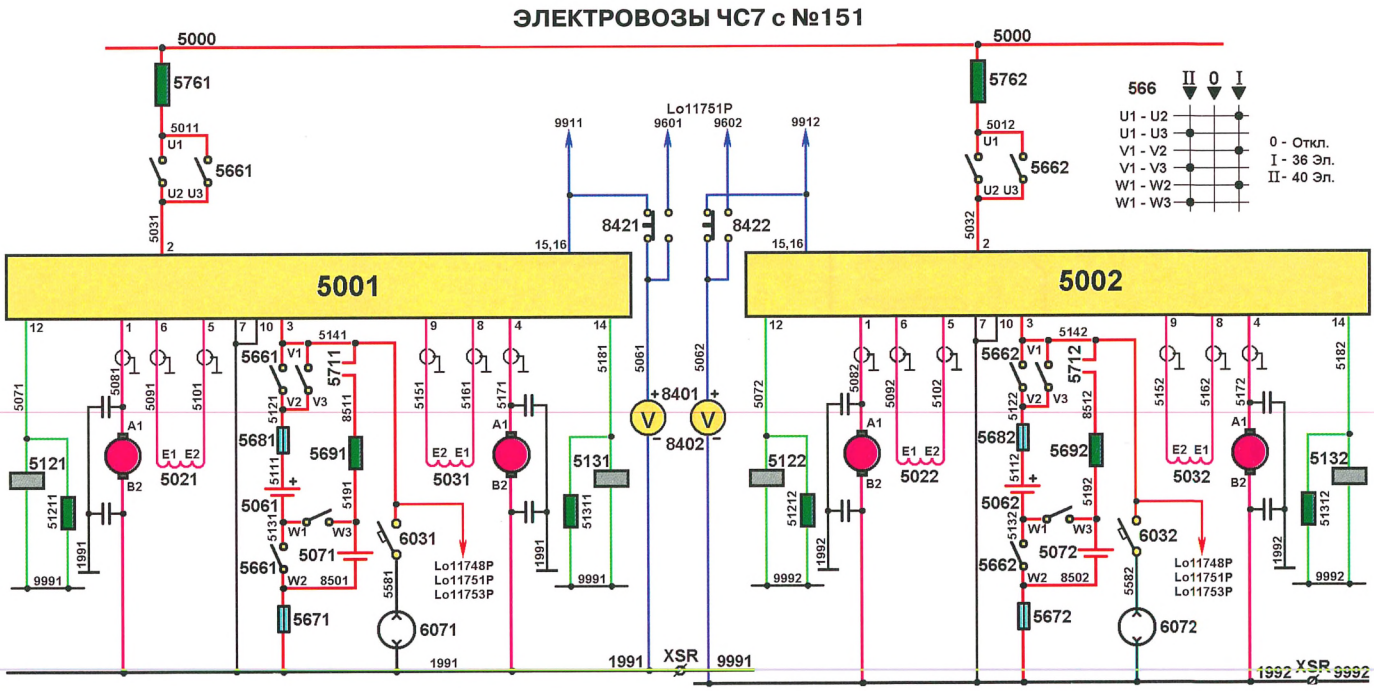
Расположение аппаратов и монтаж проводов цепей управления зависят от номера и серии электровоза ЧС7 (рис. 6). Так, на первых сериях локомотивов в шкафу под АЗВ был установлен только один контактор 445 (см. рис. 4, 6) и трехполюсный выключатель АЗВ 566 аккумуляторной батареи. Резистор 449 был расположен непосредственно над разъемами XRM1(5) (см. рис. 6, а, б).

Первоначально при замене АЗВ тремя предохранителями изменили монтаж проводов на рейке зажимов XSR (см. рис. 6, в): убрали провод 512, добавили провода 519 и 850. Также был заменен предохранителем выключатель АЗВ 461. В дальнейшем в шкафу добавлены еще разъемы XRM10 и 11, а резистор 449 убран в верхнюю часть шкафа (над выключателями). Для его осмотра необходимо демонтировать защитную крышку перед АЗВ.

С электровозов серии Е5 в данном шкафу установлены контактор 333 «Ход», реле 723 и контактор 724 цепи стеклообогрева (см. рис. 6,в). На машинах с серии Е7 реле 723 и контактор 724 были исключены (см. рис. 6,г). Предохранитель 516 вспомогательного компрессора перенесен из релейного шкафа в шкаф под АЗВ. Это привело к повторному изменению в монтаже рейки зажимов XSR, где добавились провода 517, 519 и 523.

б





а — электровозы до № 076; б — электровозы с № 151

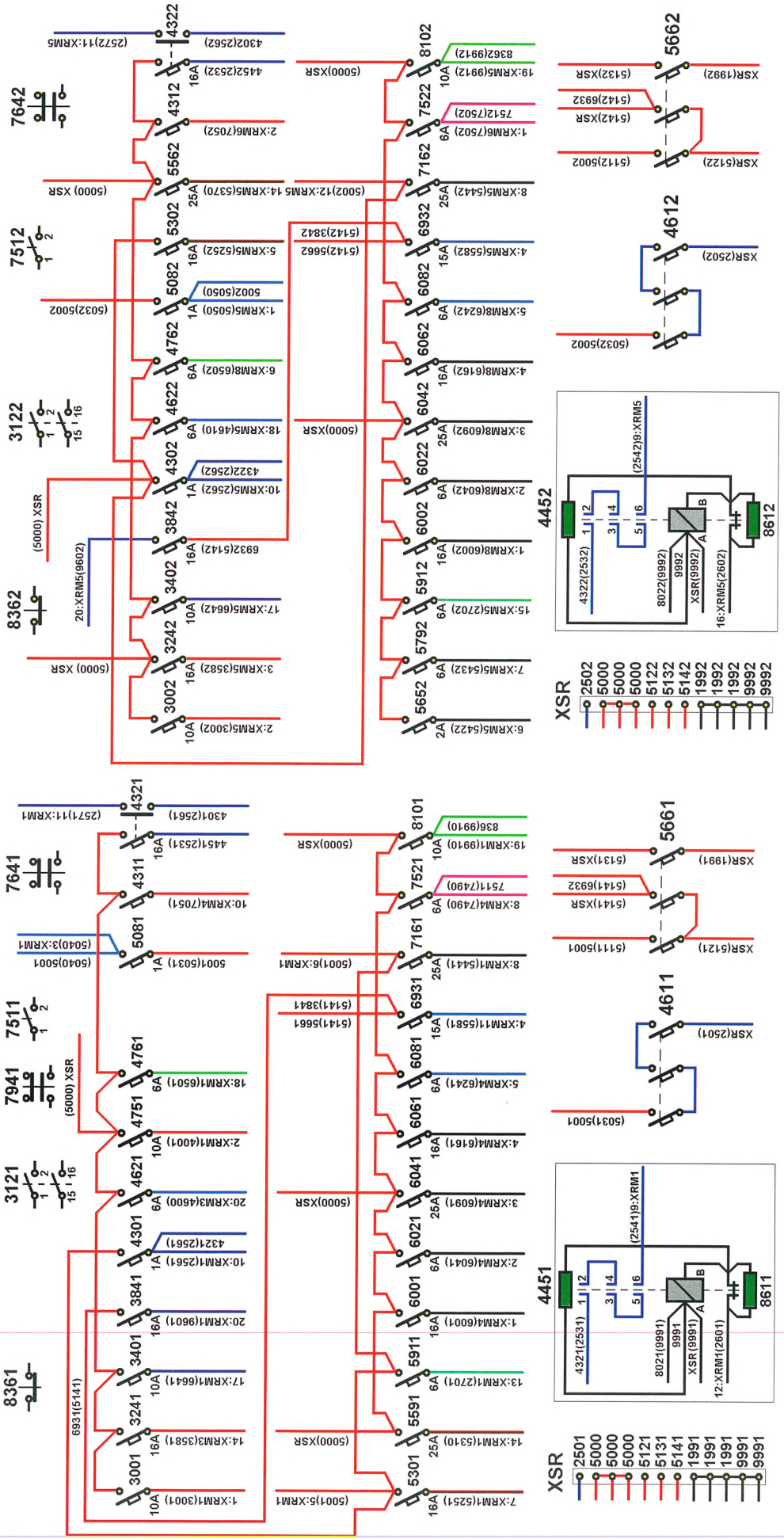
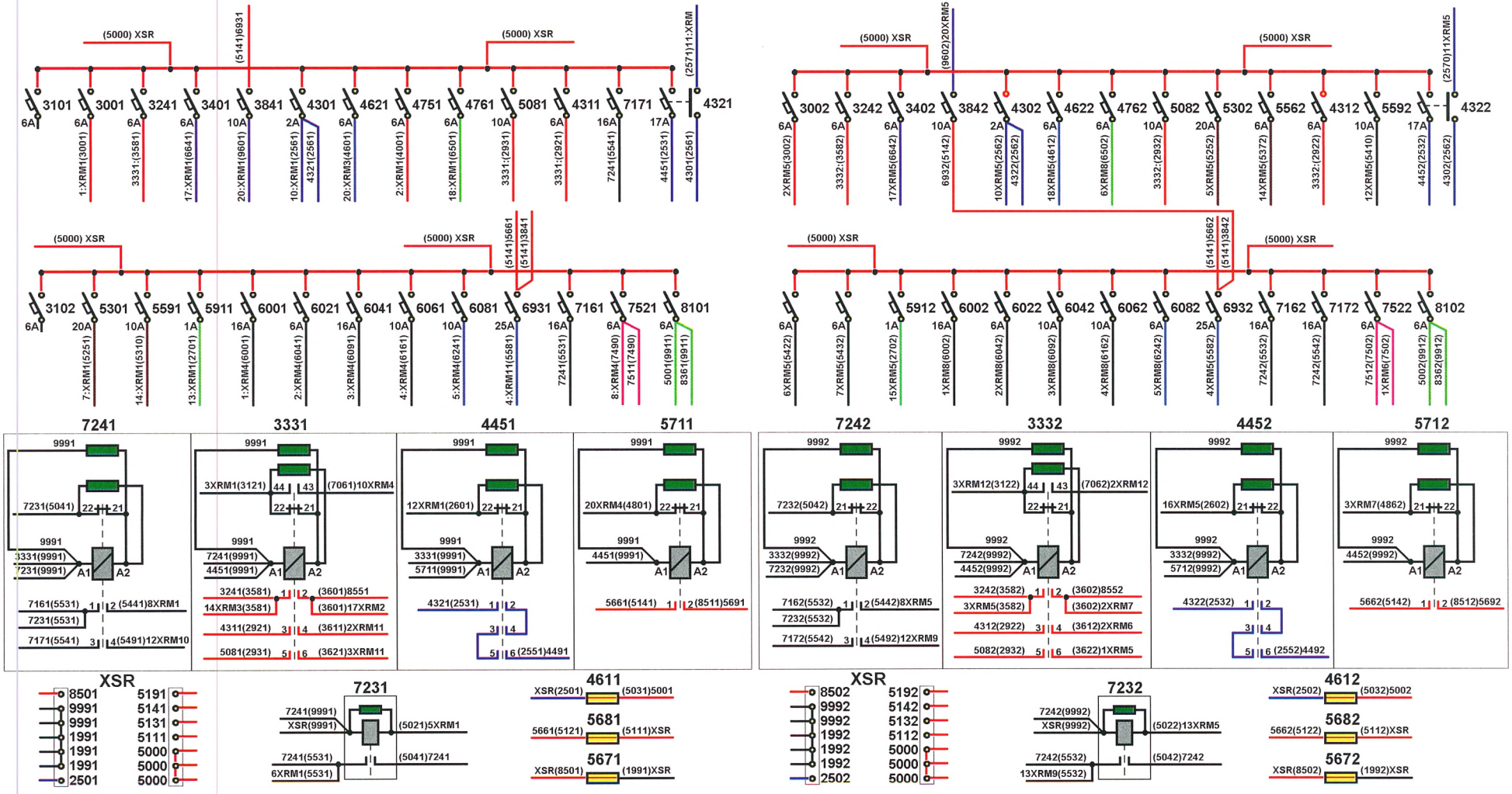


Рис. 4. Расположение и монтаж выключателей на локомотивах серии ЕЗ



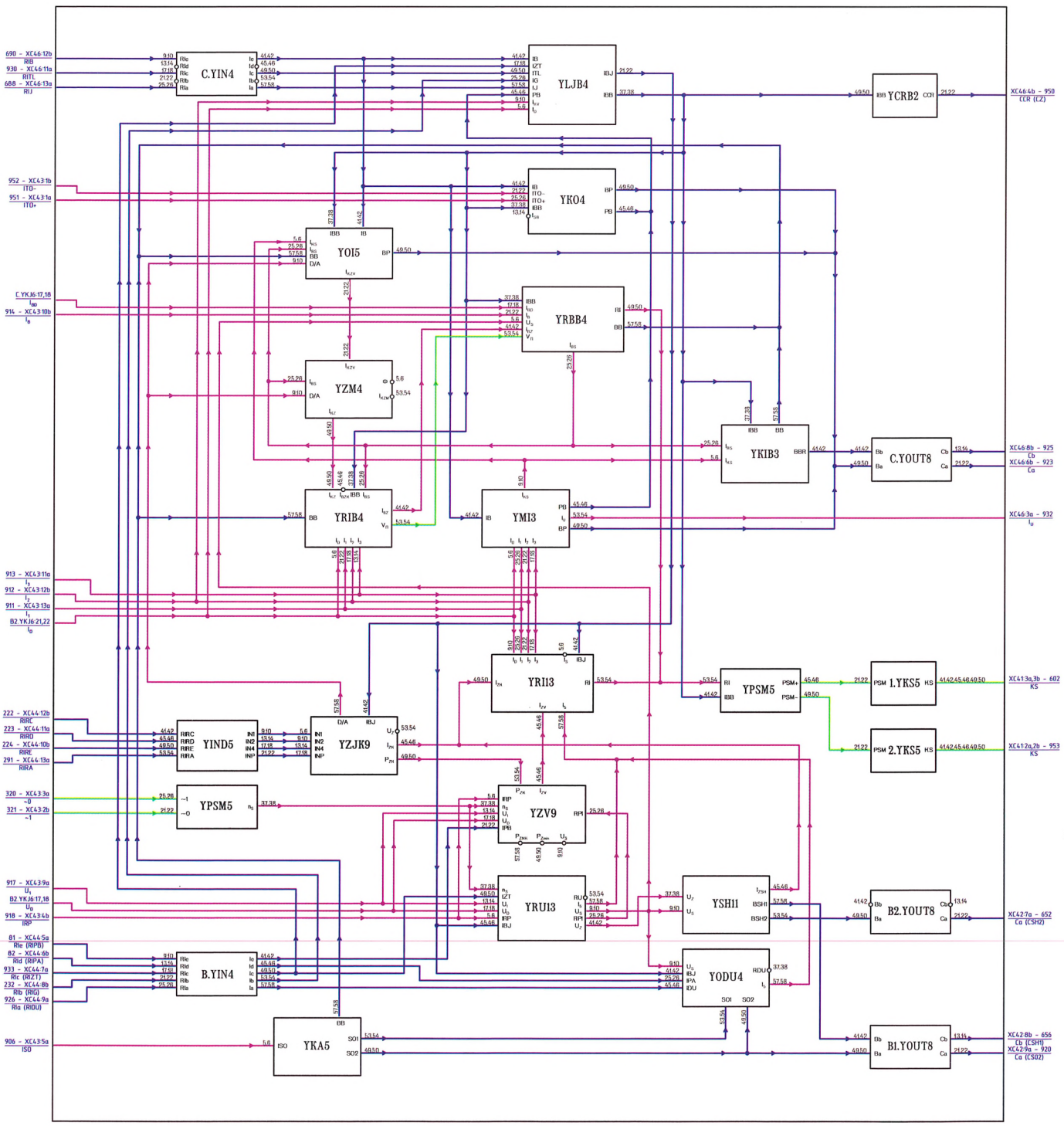
(Окончание следует)

Рис. 5. Схема монтажа выключателей серии E6

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОННОГО РЕГУЛЯТОРА ТЕПЛОВОЗА ЧМЭ3Т

В журналах «Локомотив» № 4 — 6, 2016 г. была опубликована статья «Устранение неисправностей в цепях управления тепловоза ЧМЭ3Т» ведущего технолога сервисного локомотивного депо Самара А.С. ПИЛИПЕНКО. В ней были подробно рассмотрены возможные неисправности цепей управления тепловозов ЧМЭ3Т и методика их поиска. В этом номере журнала приводится цветная функциональная схема электронного регулятора GC43P, которым оборудованы тепловозы ЧМЭ3Т с номерами 6245 — 6664 и 6885 — 7454, а также таблицы с перечнем внутренних и выходных сигналов блоков электронного регулятора. Данный материал будет полезен работникам депо, связанным с эксплуатацией и ремонтом локомотивов данной серии.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА РЕГУЛЯТОРА GC43P



Блоки YRN3, YCRP4-15/005, YCRP3-005, YCRP4-01/02, YBS2, YTSS1, YSZ3, YIJ4, YHJ6, YCRA1, YMJ3 на схеме не показаны

Внутренние сигналы ЭРМТ

Сигнал	Источник	Приемник	Диапазон	Значение
Импульсные (измеряются по отношению к средней точке питания ЭРМТ (ХС43:7a,7b или провод 900))				
PSM+	YPSM5:45,46	1.YKS5:21,22	«L» ≤ 2,0 В «H» ≥10,0 В f = 100 Гц	ШИМ-сигнал для регулирования тока в обмотке возбуждения возбудителя в тяговом и тормозном режимах
PSM–	YPSM5:49,50	2.YKS5:21,22		ШИМ-сигнал для регулирования тока в обмотке возбуждения возбудителя в тормозном режиме
n	YPSM5:57,58	B1.YKJ6:57,58	«L» ≤ –10,0 В «H» ≥ +10,0 В f = 20 … 50 Гц	Частотно-модулированный сигнал скорости вращения коленчатого вала дизеля (диагностический сигнал)
$V_п$	YRIB4:53,54	YRBB4:53,54	«L» ≤ –10,0 В «H» ≥ +10,0 В f = 0 … 10 кГц	Частотно-модулированный сигнал по частоте вращения якорей ТЭД
Двоичные (измеряются по отношению к средней точке питания ЭРМТ (ХС43:7a,7b или провод 900))				
Ia (IDU)	B.YIN4:57,58	YODU4:45,46	«L» ≤ 0,0 В «H» ≥ 13,5 В	Признак включения ПДУ
Ib (IG)	B.YIN4:53,54	YLJB4:25,26		Включен контактор КВ
Ic (IZT)	B.YIN4:49,50	YLJB4:17,18 YRU13:49,50		Переключатель ПО в положении «обогрев»
Id (IPA)	B.YIN4:45,46	YODU4:25,26		Признак включения РСМД1
Ie (IPB)	B.YIN4:41,42	YZV9:21,22		Признак включения РСМД2
Ia (IJ)	C.YIN4:57,58	YLJB4:57,58		Признак включения РЕ
Ic (ITL)	C.YIN4:49,50	YLJB4:49,50		Собрана силовая цепь реостатного торможения (включен контактор КТ7, замкнут датчик ДДВ2)
Ie (IB)	C.YIN4:41,42	YLJB4:41,42 YOI5:41,42 YKO4:41,42 YMI3:41,42		Признак включения КМ13 (подготовлена цепь РТ)
IN1	YIND5:9,10	YZJK9:5,6	«L» = 0,0 В «H» = –14,85 В	Сигнал с весом 1 в коде Грея
IN2	YIND5:13,14	YZJK9:9,10		Сигнал с весом 2 в коде Грея
IN4	YIND5:17,18	YZJK9:13,14		Сигнал с весом 4 в коде Грея
INP (IN8)	YIND5:21,22	YZJK9:17,18		Дополнительный бит кода Грея
IBJ	YLJB4:21,22	YZJK9:41,42 YRI13:41,42 YRU13:45,46 YODU4:41,42	«L» ≤ –10 В «H» ≥ 13,5 В	Команда на работу ЭРМТ в режиме тяги
IBB	YLJB4:37,38	YCRB2:49,59 YOI5:37,38 YKO4:37,38 YRIB4:37,38 YRBB4:37,38 YKIB3:37,38 YPSM5:41,42		Команда на работу ЭРМТ в режиме торможения
BP	YOI5:49,50 YKO4:49,50 YMI3:49,50	C.YOUT8:49,50	«L» = 0,0 В «H» ≥ 13,5 В	Команда на включение вентиля ВТС
PB	YKO4:45,46 YMI3:45,46	YLJB4:45,46		Признак отказа реостатного тормоза
BSH1	YSH11:57,58	B1.YOUT8:41,42		Команда на включение контактора КШ1
BSH2	YSH11:53,54	B2.YOUT8:49,50		Команда на включение контактора КШ2
BBR1	YKIB3:41,42	C.YOUT8:41,42		Команда на включение КТ4
SO1	YKA5:53,54	YODU4:53,54		Признак боксования 1-й степени
SO2	YKA5:49,50	YODU4:49,50 B1.YOUT8:49,50		Признак боксования 2-й степени
BB	YKA5:57,58 YKIB3:57,58 YRBB4:57,58	YOI5:57,58 YRIB4:57,58	«L» = 0 мА «H» = 2 мА	Признак юза при реостатном торможении
Аналоговые (измеряются по отношению к средней точке питания ЭРМТ (ХС43:7a,7b или провод 900))				
n_s	YPSM5:37,38	YRU13:37,38 YZV9:37,38	3,0 … 7,5 В	Фактическая частота вращения коленчатого вала дизеля
RI	YRI13:53,54	YPSM5:53,54 YRBB4:49,50	–10,2 … 1,1 В	Выход регулятора тока
I_5	YRU13:57,58 YODU4:57,58	YRI13:57,58	0,0 … –1,4 мА	Вход регулятора тока
I_{ZK}	YZJK9:45,46	YRI13:49,50	0,0 … 9,35 В	Ток, заданный по положению контроллера
I_{ZV}	YZV9:45,46	YRI13:45,46	0,0 … 12,0 В	Ток, заданный по мощности дизеля
I_D	YKJ6:21,22	YRI13:9,10 YMI3:5,6 YRIB4:5,6 YLJB4:5,6	–10,0 … 10,0 В	Диагностический вход по току
I_S	YRI13:5,6	B2.YKJ6:5,6	–7,0 … 0,0 В	Фактический ток генератора в режиме тяги (диагностический сигнал)
P_{ZK}	YZJK9:49,50	YZV9:53,54	–10,5 … 0,22 В	Мощность, заданная по положению контроллера
U_D	B2.YKJ6:17,18	YZV9:17,18 YRU13:17,18	–5,8 … 0,0 В	Диагностический вход по напряжению
U_S	YRU13:9,10	YSH11:9,10 YODU4:9,10 YRBB4:5,6	–5,8 … 0,0 В	Фактическое напряжение
RU	YRU13:53,54	B2.YKJ6:57,58	–10,0 … 0,0 В	Выход регулятора напряжения (диагностический сигнал)
U_Z	YRU13:41,42	YSH11:37,38	–5,8 … –1,9 В	Заданное напряжение

Сигнал	Источник	Приемник	Диапазон	Значение
D/A	YZJK9:57,58	YZM4:9,10 YOI5:9,10	0,0 ... 8,0 В	Выход дешифратора кода Грея
RDU	YODU4:37,38	(сигнал не используется)	–10 ... 0,0 В	Контрольный выход блока YODU4
I_{ZSH}	YSH11:45,46	YRI13:49,50	4,15 ... 13,0 В	Ограничение тока при включении КШ1, КШ2
I_{KZ}	YZM4:49,50	YRIB4:49,50	–9,6 ... 0,0 В	Ток якорей ТЭД, заданный в режиме торможения
I_{KZV}	YOI5:21,22	YZM4:21,22	–10,6 ... 0,0 В	Ток якорей ТЭД, заданный в режиме торможения по ограничению скорости
I_{KZM}	YZM4:53,54	C.YKJ6:53,54	–10,6 ... 0,0 В	Ток якорей ТЭД, заданный в режиме торможения по ограничению тормозной силы (диагностический сигнал)
I_{BZ}	YRIB4:41,42	YRBB4:41,42	–0,7 ... 11,2 В	Заданный ток возбуждения ТЭД в режиме торможения
I_{KS}	YMI3:9,10	YOI5:5,6 YKIB3:5,6	0,0 ... 4,75 В	Фактический ток якорей ТЭД в режиме торможения
I_{BS}	YRBB4:25,26	YZM4:25,26 YOI5:25,26 YRIB4:25,26 YKIB3:25,26	–7,0 ... 0,0 В	Фактический ток возбуждения ТЭД в режиме торможения
I_{BD}	YRBB4:17,18	C.YKJ6:17,18	–7,0 ... 0,0 В	Диагностический вход тока возбуждения
Ф	YZM4:5,6	C.YKJ6:5,6	–10,0 ... 0,0 В	Сигнал по магнитному потоку тяговых двигателей (диагностический сигнал)
RPI	YRU13:25,26	YZV9:25,26	–11,5 ... 0,16 В	Сигнал ограничения мощности двигателя

Выходные сигналы ЭРМТ

Сигнал	Разъем	Провод	Источник	Диапазон	Значение
Импульсные (измеряются по отношению к «минусу» батареи –UB (XC44:1a,1b или провод 105))					
KS+	XC41:2a,b	602	1.YKS5:41,42,45,46,49,50	«L» ≤ 2,0 В «H» = 110,0 В	Широтно-импульсное регулирование тока в обмотке возбуждения возбудителя в тяговом и тормозном режимах
KS–	XC41:3a,b	953	2.YKS5:41,42,45,46,49,50		Широтно-импульсное регулирование тока в обмотке возбуждения возбудителя в тормозном режиме
Двоичные (измеряются по отношению к «минусу» батареи –UB (XC44:1a,1b или провод 105))					
Ca (CBP1)	XC46:6b	923	C.YOUT8:21,22	«L» ≤ 5,0 В «H» = 110,0 В	Включение вентиля ВТС
Cb (CBR1)	XC46:8b	925	C.YOUT8:13,14		Включение контактора КТ4
Ca (CSO2)	XC42:9a	920	B1.YOUT8:21,22		Включение реле РБ
Cb (CSH1)	XC42:8b	656	B1.YOUT8:13,14		Включение контактора КШ1
Cb (CSH2)	XC42:7a	652	B2.YOUT8:21,22		Включение контактора КШ2
CCR (CŽ)	XC46:4b	950	YCRB2:21,22		Включение вентиля ВУЖ
Аналоговые (измеряются по отношению к средней точке питания ЭРМТ — XC43:7a,7b или провод 900)					
I_U	XC46:3a	932	YMI3:53,54	0,0 ... –10,0 В	Сигнал для амперметра А3

На правах рекламы

Электронные скоростемеры КПД-3П ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

Лучший выбор для промышленного железнодорожного транспорта!

КПД-3ПС

КПД-3ПВ

КПД-3ПА

Сертифицирован
в Росстандарте и допущен
к применению в ОАО «РЖД».
Соответствует требованиям ПТЭ.

8-800-700-98-02
(звонок бесплатный)

- **Цифровая регистрация данных и автоматизированная расшифровка снижают влияние человеческого фактора на результаты расшифровки**
- **Надежность и простота обслуживания обеспечивают низкую стоимость жизненного цикла по сравнению с другими системами (в том числе обслуживание, поверка и ремонт)**
- **Регистрация географических координат и дистанционная передача данных обеспечивают контроль локомотивов в режиме реального времени**

ОАО «Электромеханика»: 440052, г. Пенза, ул. Гоголя, 51/53, тел.:+7 (8412) 209-105, market@elmeh.ru, http://www.elmeh.ru

ИСПРАВНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ГАСИТЕЛИ КОЛЕБАНИЙ — ЗАЛОГ БЕЗОПАСНОГО И КОМФОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Телескопические гидравлические гасители колебаний (далее — демпферы) нашли широкое применение в рессорном подвешивании локомотивов, моторвагонного подвижного состава, специального подвижного состава и пассажирских вагонов. Демпферы являются ответственным узлом в подвеске транспортных средств. Они предназначены для преобразования механической энергии колебаний подрессоренных частей локомотивов в тепловую энергию и рассеивания ее в окружающую среду.

Неисправность демпферов влияет на динамическую нагруженность экипажной части подвижного состава, интенсивность износа и повреждаемость ходовой части, увеличение эксплуатационных затрат. Например, по результатам анализа технического состояния пассажирских электровозов ЭП2К и ЭП20 в 2015 г. зафиксировано, соответственно, 20 и 16 % неисправностей демпферов от общего количества отказов оборудования данных локомотивов. Причиной полученного потока отказов является несвоевременное техническое обслуживание или недостаточное качество ремонта демпферов.

Для повышения качества ремонта демпферов Проектно-конструкторским бюро локомотивного хозяйства — филиалом ОАО «РЖД» (ПКБ ЦТ) разработан и успешно эксплуатируется в сервисных локомотивных депо принципиально новый стенд для испытания гидравлических гасителей колебаний тягового подвижного состава А3124 (рис. 1).

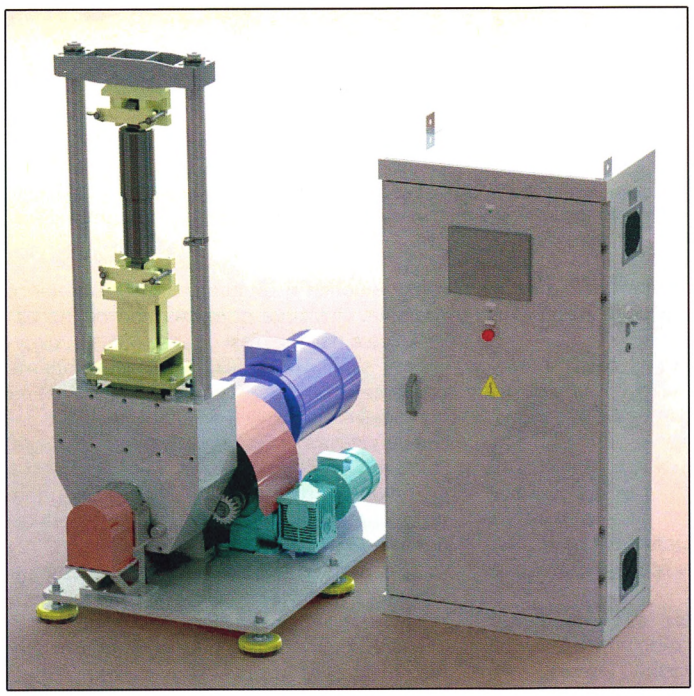


Рис. 1. Стенд для испытания гидравлических гасителей колебаний тягового подвижного состава А3124

Стенд предназначен для типовых и приемо-сдаточных испытаний, входного контроля, проверки после ремонта или установленного пробега, а также исследований в процессе отработки конструкции гидравлических демпферов. Он полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 55184—2012, предъявляемым к стендам для контроля сил сопротивления демпферов, и обеспечивает:

- максимальное контролируемое усилие 25 кН;
- контрольные скорости колебаний точки крепления демпфера по синусоидальному закону от 0,02 до 0,6 м/с;
- амплитуду колебаний привода стенда от 12 до 20 мм;
- запись диаграмм сопротивления и силовой характеристики демпфера;
- автоматизированное вычисление работы демпфера;
- поворот и фиксацию нагрузочного устройства стенда на любой заданный угол, от 0° до 90°, обеспечивая испытания демпферов в положении, соответствующем рабочему;
- измерение температуры наружной поверхности в нижней части корпуса демпфера при помощи малогабаритного инфракрасного бесконтактного датчика температуры, закрепленного на стойке нагрузочного устройства.

Изменение амплитуды колебаний на стенде А3124 происходит автоматически, без остановки испытаний, при помощи инновационного привода с шаговым двигателем.

Специальные захваты и зажимные устройства, поставляемые в комплекте со стендом, позволяют проводить испытания практически всех типов гасителей колебаний, применяемых на железнодорожном транспорте.

Оператор управляет работой стенда при помощи панельного компьютера с сенсорным экраном, встроенного в пульт управления. Интерфейс программы, установленной на стенде, прост и нагляден и позволяет работать на нем без продолжительного обучения персонала (рис. 2).

Управляющая работой стенда программа после идентификации демпфера определяет режимы испытаний и допустимые параметры, обрабатывает полученные с датчиков исходные данные, производит необходимые вычисления, автоматически вносит корректировки в работу механизмов, строит рабочие диаграммы, рассчитывает рабочие характеристики испытуемого демпфера.

Результаты испытаний записываются во внутреннюю базу данных, где они могут быть использованы в дальнейшем. Протоколы испытаний можно распечатать на принтере или сохранить в формате PDF на карту памяти. Для простоты поиска результатов испытаний в базе данных предусмотрены фильтры, позволяющие найти сохраненные протоколы по типу демпфера, его номеру, типу ремонта, дате испытания и оператору, проводившему испытание.

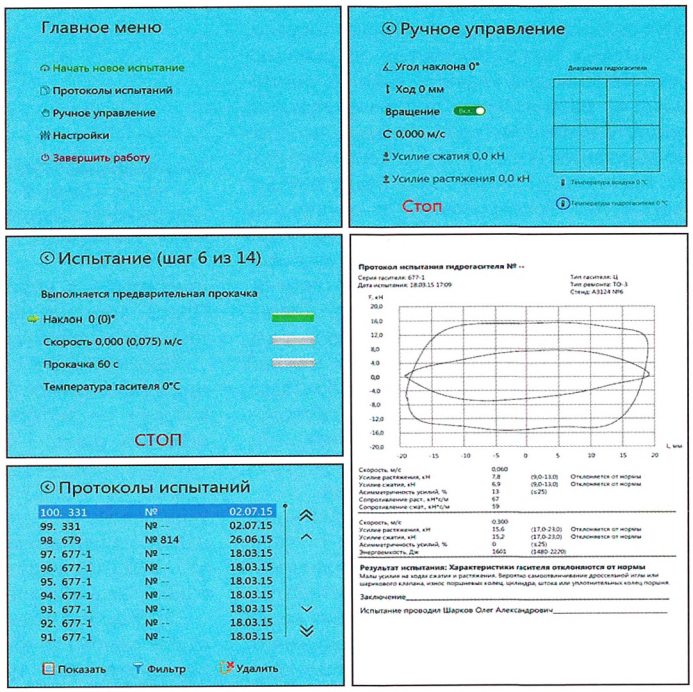


Рис. 2. Интерфейс управляющей программы и протокол испытаний демпфера

По окончании испытаний управляющая программа на основании полученных данных выдает экспертное заключение об исправности демпфера, а в случае отклонения параметров от заданных указывает возможные причины неполадок и способы их устранения.

Таким образом, стенд для испытания гидравлических гасителей колебаний тягового подвижного состава А3124 обеспечивает комплексный, полностью автоматизированный процесс испытания демпферов, запись и хранение диаграммы сопротивления демпфера и его силовой характеристики, сбор данных по проведенным испытаниям, формирование протокола проведения испытаний с выводом его на монитор панельного компьютера и принтер.

Применение стенда А3124 обеспечивает снижение отказов демпферов на подвижном составе и выполнение поставленной руководством Компании задачи по снижению отказов технических средств. В ПКБ ЦТ ведутся работы по дальнейшему развитию линейки стендов для испытаний тяжелонагруженных, энергоемких и массивных демпферов, устанавливаемых на железнодорожном подвижном составе.

С. И. БОЛОБОНОВ,
ведущий конструктор подразделения
ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» в г. Торжок

КРЫШЕВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ЭЛЕКТРОВОЗОВ — ПОВЫШЕННОЕ ВНИМАНИЕ!

Назначение и устройство токоприемника 17РР2 электровоза ЧС7. (см. рисунок). Токоприемник предназначен для подачи напряжения от контактного провода к высоковольтным цепям электровоза. Он состоит из:

- основания;
- нижней и верхней подвижных рам;
- двух главных валов с муфтами;
- контактного полоза с пружинным механизмом;
- пружинно-пневматического привода.

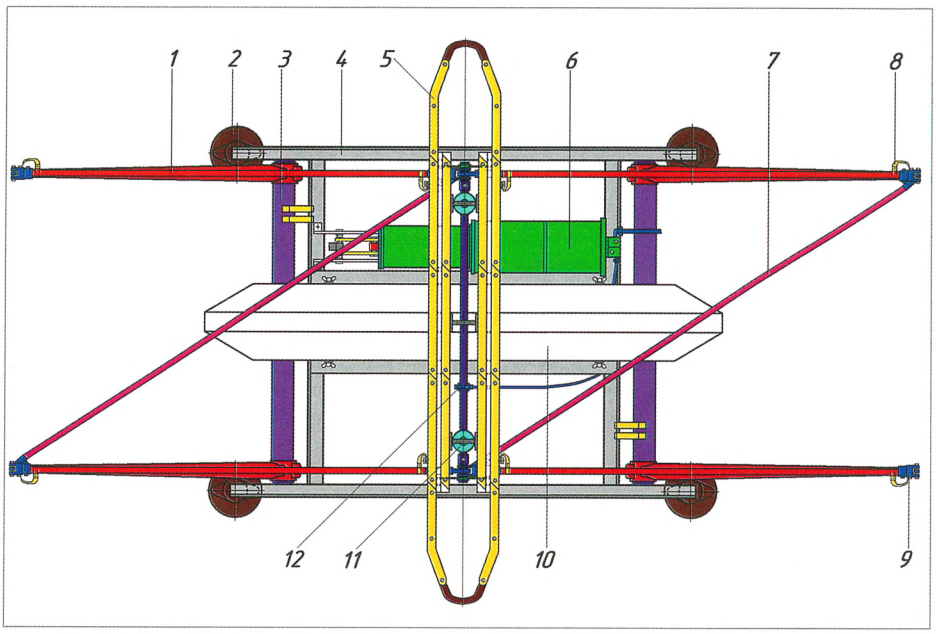
Основание выполнено из двух продольных швеллеров (боковин), которые соединены между собой стальными угольниками. К угольникам прикреплены пружинно-пневматический привод, центральный упор пружины подъема, защелка. При помощи болтов к боковинам основания присоединены четыре стальные полуоси, на которых через игольчатые подшипники установлены два главных вала. В центре боковин расположены два амортизатора, предотвращающие удары подвижных рам об основание при опускании токоприемника. Кроме того, совместно с защелкой они фиксируют токоприемник в опущенном положении. По краям боковин имеются отверстия для крепления основания к изоляторам и проушины для транспортировки.

Главный вал представляет собой цилиндрическую трубу, по краям которой расположены гнезда конусных труб нижней подвижной рамы, закрепленные болтами. В средней части на главном валу расположена литая муфта. Она имеет держатель для установки тяги синхронизации и кронштейн крепления пружины подъема.

Пружина подъема соединена держателями и регулировочными тягами с кронштейном. Чтобы муфта не проворачивалась на валу, ее зафиксировали штифтом, имеющим диаметр 10 мм. В случаях сильных ударов по полозу во время движения штифты срезаются, и токоприемник опускается под собственным весом. Такая конструкция предотвращает в дальнейшем значительные повреждения контактной сети. Тяга синхронизации через подшипники соединяет держатели главных валов.

В верхней части вала токоприемника со стороны штока цилиндра расположен держатель (со стороны редукционного клапана — в нижней части). Это обеспечивает синхронное вращение валов в противоположные стороны. На валу, со стороны редукционного клапана, установлена вторая муфта, которая зафиксирована штифтом диаметром 10 мм. Муфта имеет два рычага: на одном установлен ограничитель максимального подъема токоприемника, на втором закреплен палец, входящий в зацепление с кулисой тяги подъема и опускания токоприемника.

Нижняя подвижная рама представляет собой четыре тонкостенные трубы, соединенные через гнезда с главными валами, а вверху через игольчатые подшипники — с верхней подвижной рамой. Подшипниковые камеры имеют отверстия для запрессовки смазки.



Токоприемник 17РР:
1 — верхняя рама; 2 — опорный изолятор; 3 — главный вал; 4 — основание; 5 — полоз; 6 — цилиндр пневматического привода; 7 — диагональная тяга; 8 — гибкий шунт; 9 — шарнир; 10 — защитная крышка; 11 — каретка; 12 — пневматический замок

Верхняя рама состоит из семи цилиндрических тонкостенных труб, четыре из которых — вертикальные, две — диагональные, одна — U-образная поперечная труба, к которой крепится пружинный механизм (стаканы) полоза токоприемника. Шарнирные соединения рам и главных валов зашунтированы медными шунтами, что предотвращает электрокоррозионный износ подшипников.

Пружинный механизм предотвращает отрыв полоза от контактного провода при незначительном изменении высоты его подвески (рабочий диапазон составляет 30 мм). Он состоит из двух стаканов и спиральной пружины. Нижний стакан крепится к U-образной трубе, а верхний — к перегородке контактного полоза. Внутри верхнего стакана имеется металлический стержень с резьбой, посредством которого через спиральную пружину стаканы соединены между собой. Вертикальное удержание и перемещение пружинного механизма обеспечивают кулиса и палец.

Контактный полоз (лыжа токоприемника) состоит из стального П-образного каркаса, к которому болтами прикреплены контактные накладки, двух скосов, изготовленных из труб и расположенных под углом 30 или 45 градусов к рабочей поверхности полоза. Такая конструкция предотвращает захлестывание контактного провода лыжей токоприемника при проследовании стрелочных переводов.

Пружинно-пневматический привод состоит из пружины подъема, пневматических защелки и цилиндра, редукционного клапана. Пружина подъема постоянно находится в растянутом состоянии, т.е. скручивает главные валы, стараясь поднять токоприемник. В цилиндре расположены поршень со штоком и четыре пружины, работающие на опускание токоприемника. Преодолевая усилие пружины подъема, они удерживают поршень на дне цилиндра, и токоприемник находится в опущенном положении.

Шток поршня на выходе из горловины цилиндра соединен с верхним плечом вертикального двуплечего рычага. Его нижнее плечо шарнирно соединено с продольной тягой подъема и опускания токоприемника. Второй конец тяги имеет кулису, в прорезь которой входит валик рычага главного вала. Осью вращения двуплечего рычага является валик, установленный в опорах крепления цилиндра к угольникам основания.

Защелка расположена на продольном угольнике основания. Она состоит из двух рычагов, соединенных в центре осью и работающих по принципу ножниц. В верхней части рычаги имеют захваты, которые взаимодействуют с U-образной трубой. Нижние плечи рычагов соединены между собой сжимающей пружиной. Между ними установлен пневматический цилиндр с двумя поршнями, работающими на растяжение пружины. Редукционный клапан находится на дне цилиндра. К нему через изоляционный трубопровод подходит воздух от вентиля токоприемника. Клапан имеет два регулировочных винта, одним регулируют время подъема токоприемника, другим — время опускания.

Работа токоприемника при подъеме и опускании. При возбуждении вентиля токоприемника сжатый воздух из пневматических цепей управления поступает к редукционному клапану и в среднюю камеру цилиндра защелки. Поршни занимают крайние положения, нижние плечи рычагов расходятся, а верхние выходят из зацепления с У-образной тягой. Через редукционный клапан сжатый воздух поступает в цилиндр, в полость под поршнем.

В результате поршень со штоком перемещается, сжимая опускающие пружины, шток поршня воздействует на верхнее плечо вертикального рычага, который, поворачиваясь на своей оси, нижним плечом перемещает тягу подъема и опускания токоприемника. Перемещаясь, тяга с кулисой освобождают валик рычага главного вала. Под действием пружины подъема главные валы начинают поворачиваться внутрь, навстречу друг другу, а подвижные рамы подниматься.

После касания полозом контактного провода подвижные рамы останавливаются, но поршень продолжает перемещаться в свое крайнее положение, полностью сжимая пружины опуска. В результате палец рычага главного вала оказывается в средней части прорези кулисы. Тем самым обеспечивается свободное перемещение подвижных рам при изменении высоты подвески контактного провода во всем диапазоне рабочих высот токоприемника.

После того как вентиль токоприемника обесточится, сжатый воздух через редукционный клапан станет уходить из цилиндра в атмосферу. Опускающие пружины начинают разжиматься, а поршень со штоком — перемещаться. Кулиса входит в зацепление с валиком рычага главного вала и начинает поворачивать валы наружу. Подвижные рамы опускаются. Как только кулисы пружинного механизма полоза токоприемника коснутся амортизаторов, защелка сработает и зафиксирует токоприемник в опущенном положении.

Статическая характеристика токоприемника. Под статической характеристикой токоприемника понимают зависимость активного и пассивного статических нажатий полоза на контактный провод от высоты полоза.

Активное статическое нажатие — сила нажатия полоза токоприемника на контактный провод при медленном увеличении его высоты.

Пассивное статическое нажатие — сила нажатия полоза токоприемника на контактный провод при медленном уменьшении его высоты.

Статическое нажатие — полусумма активного и пассивного нажатий на одной и той же высоте токоприемника.

Величина нажатия зависит от натяжения пружины подъема. Для его грубой регулировки используют центральный упор, который выгибает пружину. Для точной настройки используют регулировочные тяги держателей, расположенных по краям пружины. При переходе работы в зимний период натяжение пружины увеличивают, при переходе в лето — уменьшают.

Если высота подвески контактного провода увеличивается, то нажатие на него полоза снижается на величину сил трения в шарнирных соединениях токоприемника. На участках, где контактный провод опускается, сила нажатия полоза увеличивается на величину этих трений. Идеальной характеристикой токоприемника является такая, когда нажатие полоза на контактный провод при его подъеме и опускании не изменяется.

Характеристику токоприемника снимают пружинным динамометром. После его подъема штатным порядком крюк прибора зацепляют за U-образную тягу и с его помощью равномерно опускают токоприемник, фиксируя при этом показания. Затем, ослабив усилие, дают возможность токоприемнику подниматься, также определяя показания динамометра. Разница нажатий на одной и той же высоте, но в противоположных направлениях движения не должна превышать 2 кгс. Величина должна составлять в летний период 8... 10 кгс, в зимний — 10... 12 кгс. Напоминаю, что статическую характеристику заносят в бортовой журнал локомотива.

Время подъема или опускания токоприемника зависит от темпа наполнения воздухом цилиндра токоприемника или его выпуска, который регулируется двумя регулировочными винтами.

Локомотивной бригаде при эксплуатации электровоза необходимо помнить, что номинальный ток токоприемника составляет 2000 А. При его превышении поверхность накладок нагревается, ее верхний слой расплавляется особенно в местах изменения зигзага контактного провода (по краям рабочей поверхности, в местах стыкования и крепления накладок болтами). Контактный провод смещает расплавленный металл с рабочей поверхности полоза, и образуется углубление, в котором начинает «задерживаться» провод. В результате износ быстро прогрессирует и происходит пропил накладок лыжи с последующим изломом аппарата. Поэтому при разгоне поезда на параллельном соединении тяговых двигателей необходимо своевременно, не превышая скорости, установленной руководящими приказами, поднимать передний токоприемник.

Технические данные токоприемника 17PP2:

высота токоприемника в опущенном положении, мм 570;
максимальная высота поднятого токоприемника, мм 2470;
минимальная рабочая высота, мм. 720;
максимальная рабочая высота, мм 2400;
рабочий диапазон токоприемника, мм. 1680;
время подъема токоприемника, с ..... 4... 6;
время опускания токоприемника, с ..... 5... 8;
масса токоприемника, кг ..... 315.

Неисправности токоприемника:

- толщина металлокерамической накладки полоза токоприемника менее 2,5 мм;
- расстояние между накладками более 1 мм, на скосах — более 0,8 м;
- ослабленное крепление накладок;
- трещина в накладке;
- прогиб полоза более 2 мм на длине 1 м;
- перекос полоза по горизонтали более 20 мм на длине 1 м;
- отклонение центра полоза от центра основания во всем диапазоне рабочих высот более 30 мм;
- вмятины в трубах подвижных рам более 20 % их диаметра;
- обрыв более 20 % от общего числа жил шунта;
- сколы, трещины, повреждения глазури опорных изоляторов.

Назначение, устройство и работа крышевого разъединителя типа 7FC. На крыше электровоза ЧС7 установлены пять разъединителей данного типа. На каждой секции имеется крышевой разъединитель № 003-1(2), крышевой заземлитель № 005-1(2). На секции № 1 установлен межсекционный разъединитель № 013-1.

Крышевые разъединители предназначены для вывода неисправных токоприемников из силовой цепи электровоза. Крышевые заземлители предотвращают попадание обслуживающего персонала, находящегося в высоковольтной камере, под высокое напряжение при обрыве контактного провода и падении его на токоведущие части крыши электровоза. Межсекционный разъединитель служит для разъединения силовой цепи крышевого оборудования секций при сборе аварийных схем.

Разъединитель состоит из стальной плиты, подвижного и неподвижного главных контактов, электропневматического привода и низковольтных блокировочных контактов. Стальная плита является основанием аппарата. Через уплотнение она прикреплена к крыше электровоза. На плите имеется углубление-гнездо, в котором закреплена стойка изолятора неподвижного контакта. Положение стойки фиксируется штифтом.

К фарфоровому изолятору стяжными болтами присоединены два литых захвата, которые являются площадками для крепления неподвижного главного контакта. Он выполнен в форме разрезных контактных полудуг-щек, болтами закрепленных на захватах изолятора. Щеки имеют притирающие пружины и дистанционные втулки. На противоположной стороне есть площадки для крепления кабелей.

Стойка изолятора подвижного главного контакта через валик установлена в кронштейне основания. Снаружи отверстие кронштейна закрыто защитным кожухом, который закреплен на стойке подвижного изолятора. Кожух предотвращает попадание в корпус разъединителя влаги и посторонних предметов. На верхней части стойки размещен фарфоровый изолятор, к которому с помощью болтов литыми захватами крепят два подвижных главных контакта, имеющих форму контактных ножей. Нижняя часть стойки представляет собой кулису (продолговатую прорезь в планке), валиком соединенную с зубчатым сектором электропневматического привода.

Электропневматический привод состоит из корпуса (цилиндра) и двух электромагнитных вентилей. Внутри цилиндра размещены два поршня, соединенные между собой зубчатой рейкой. Последняя входит в зацепление с зубчатым сектором, закрепленным на валу. На выступающей из корпуса части вала установлены привод двух низковольтных блокировочных ко-

робок и сектор, указывающий положение аппарата. Двумя спиральными пружинами зубчатый сектор соединен с осью стойки подвижного контакта.

Такая конструкция обеспечивает фиксацию подвижного контакта в отключенном или включенном положении. Включенное положение аппарата дополнительно поддерживается за счет сил трения между главными подвижными и неподвижными контактами. Аппараты переключаются только при обесточенных цепях, поэтому на них не предусмотрены дугогасительные устройства. Для меньшего окисления силовые контакты покрывают техническим вазелином. Аппарат рассчитан на номинальное напряжение 3000 В и ток 600 А.

Управление и работа разъединителей. В низковольтную цепь отключающих вентилей разъединителей и заземлителей введены только контакты кнопки управления, в цепь включающих вентилей разъединителей — обратные блок-контакты заземлителей, а в цепь включающих вентилей заземлителей — обратные блок-контакты разъединителей. Такая конструкция не допускает одновременного нахождения во включенном положении данных аппаратов, что исключает возможность пережога контактного провода.

Управляя крышевым оборудованием, машинист должен помнить, что на его переключение требуется не менее 3 с и приступать к нему можно только после отрыва токоприемника от контактного провода. Невыполнение данных требований, особенно при возникновении нестандартной ситуации, приводит к дополнительной задержке поезда, кроме того, появляется вероятность пережога контактного провода.

Крышевые разъединители и заземлители переключают при отключенных быстродействующих выключателях кнопками 480-1(2) и 481-1(2), имеющими четыре положения:

- «Выключено» — соответствует нулевому положению, все шесть контактов разомкнуты;
- «Заземлено» — замыкается контакт 5-6. Прямым (без дополнительных блок-контактов) проводом получает питание отключающий вентиль соответствующего разъединителя. При постановке обоих кнопок в положение «Заземлено» оба разъединителя отключаются, замыкают свои обратные блок-контакты, и через контакты 7-8 кнопки поступает питание на включающие вентили обоих заземлителей. Включившись, заземлители размыкают обратные блок-контакты в цепи включающих вентилей обоих разъединителей;
- «Пантограф вверх» — при постановке одной из кнопок в заданное положение через контакт 9-10 прямым проводом отключаются оба заземлителя. Замкнувшийся контакт 1-2 подготавливает цепь подъема токоприемника, а контакт 11-12 — цепь включения реле 400;
- «Включение разъединителя» — каждый разъединитель управляется своей кнопкой. Данное положение — с самовозвратом во второе положение. При нахождении кнопки в данном положении остаются замкнутыми контакты второго положения и дополнительно включается контакт 3-4. Через него совместно с обратными блок-контактами заземлителей получает питание включающий вентиль разъединителя. Включившись, каждый разъединитель размыкает обратный блок-контакт в цепи включающих вентилей заземлителей и замыкает прямой блок-контакт в цепи вентиля токоприемника.

Кроме основных блок-контактов, обеспечивающих определенную последовательность включения, данные аппараты имеют прямые блок-контакты, введенные в цепь сигнализации. При включении одного или двух разъединителей загораются сигнальные лампы 489-1(2) красного цвета, установленные на табло при входе в машинное отделение. После включения обоих заземлителей включаются лампы желтого цвета на сигнальных табло 829-1(2), расположенных в кабинах машиниста и лампы 488-1(2) зеленого цвета, расположенные рядом с лампами 489-1(2).

Чтобы переключать межсекционный разъединитель, на релейном шкафу секции № 1 установлена кнопка 482-1. Поскольку данный разъединитель используют только для сбора аварийных схем, кран к пневматическому приводу перекрывают, что исключает его случайное переключение.

После возбуждения включающего или отключающего вентиля разъединителя сжатый воздух из пневматической цепи управления поступает в полость над поршнем. Поршни вместе с зубчатой рейкой перемещаются в одно из крайних фиксированных положений. При перемещении зубчатая рейка приводит в движение зубчатый сектор, в центре которого, около зубчатого венца, закреплен палец, входящий в прорезь кулисы стойки изолятора подвижного контакта. Палец, скользя в прорези, перемещает стойку главного подвижного контакта в одно из фиксированных положений: «Включено» или «Отключено».

Назначение, устройство и работа вентильного разрядника РМВУ-3,3. Магнитный вилитовый униполярный разрядник на напряжение 3,3 кВ (РМВУ-3,3) предназначен для защиты электрических цепей электровоза от грозовых перенапряжений в контактной сети. Он состоит из:

- фарфорового корпуса;
- стального основания;
- двух вилитовых дисков;
- трех постоянных магнитов;
- двух искровых промежутков с резисторами.

Фарфоровый корпус соединен с основанием и уплотнен специальной замазкой. В его верхней части имеется отверстие, через которое проходит контактная шпилька. Снаружи на шпильке установлен защитный кожух, препятствующий попаданию влаги в корпус разрядника.

Между корпусом и деталями разрядника находится цилиндр из слюды, а между вилитовыми дисками и корпусом — фетровые прокладки. Латунные контакты искровых промежутков закреплены на слюдяных панелях и отделены друг от друга асбоцементными перегородками. Чтобы уменьшить подгар контактов, их зашунтировали керамическими резисторами. К днищу корпуса детали разрядника прижаты спиральной пружиной.

Принцип действия вентильного разрядника основан на свойстве керамического материала, из которого он изготовлен — *вилита*, изменять свое активное сопротивление при колебаниях подводимого напряжения. Когда напряжение составляет 3,3 кВ, сопротивление вилитовых дисков очень большое, и напряжение на искровых промежутках не в состоянии пробить воздушные зазоры между контактами. Если подводимое к разряднику напряжение начинает увеличиваться, то сопротивление вилита снижается, что увеличивает напряжение на контактах искровых промежутков.

После того как напряжение, подводимое к разряднику, превысит 10 кВ, произойдет пробой воздушных зазоров между контактами искровых промежутков. Вентильный разрядник соединит крышевое оборудование с заземленной массой электровоза. Ток открывшегося разрядника протекает по цепи: контактная шпилька → вилитовые диски → искровые промежутки → стальное основание → корпус электровоза.

При протекании тока вилит выделяет газы, повышающие давление внутри корпуса. Срабатывает клапан, установленный в днище корпуса, соединяя внутреннюю полость с атмосферой. Когда подводимое к разряднику напряжение снижается до 3,6… 3,3 кВ, через разрядник протекает ток 40… 25 мА, постоянные магниты разрывают электрическую дугу на контактах искровых промежутков, и вентильный разрядник закрывается. В верхней части контактной шпильки устанавливают регистратор срабатываний.

Возможные неисправности в цепях управления крышевым оборудованием. Принимая электровоз в депо, машинист обязан переключить крышевые заземлители и разъединители. После включения быстродействующих выключателей пневматические приводы аппаратов обесточиваются, и в дальнейшем работает только цепь управления токоприемниками. В нее входят: автоматический защитный выключатель (АЗВ) 475-1, провод 400-1, блок-контакты 11-12 приборов безопасности «Стоп» 478-1(2), прямые блок-контакты реле машинного отделения 485-1(2), провод 425-0.

Далее цепь разбита на два параллельных участка, подводящих напряжение непосредственно к каждому вентилю токоприемника. Каждый участок включает в себя контакты 1-2 кнопок управления токоприемниками 480-1(2) или 481-1(2), прямые блок-контакты 1-2 крышевых разъединителей 003-1(2), вентили токоприемника 001-1(2).

Опыт эксплуатации электровозов ЧС7 показал, что наиболее часто встречается такая неисправность данных цепей как отключение реле машинного отделения 485-1(2) из-за открытия дверей высоковольтной камеры (ВВК) или люка на крышу электровоза. В этом случае вначале отключаются оба БВ, а затем опускается токоприемник. Чтобы быстро выйти из положения, необходимо заземлить крышевое оборудование для разблокирования дверей, щитов ВВК и люка на крышу электровоза, устранить неисправность и продолжить движение на штатной схеме.

А.М. ЗВЯГИНЦЕВ,
г. Балашиха

ТЕПЛОВОЗ ТЭМ14: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДИЗЕЛЯ

В качестве силовой установки на тепловозе ТЭМ14 служат два дизель-генератора ДГ-882ЛМ, каждый из которых состоит из четырехтактного восьмицилиндрового V-образного дизеля с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха 8ДМ-21ЭЛ2М (8ЧН21/21) и тягового агрегата А724У2, смонтированных на общей раме и соединенных между собой с помощью муфты. Своей рамой каждый дизель-генератор крепится с помощью восьми болтов на опоры, приваренные к раме тепловоза. К опорам приварены продольные упоры, которые предотвращают смещение дизель-генератора от различных сил, возникающих при работе тепловоза. Основные технические характеристики дизеля 8ДМ-21ЭЛ2М приведены в таблице.

К основным узлам дизеля относятся: блок-картер, кривошипно-шатунный механизм, головки цилиндров с клапанным механизмом, механизм газораспределения, механизм передачи, а также элементы систем жизнеобеспечения дизеля (газотурбинного наддува, подачи топлива, смазки, охлаждения, пуска). На рис. 1 и 2 показаны, соответственно, поперечный и продольный разрезы дизеля 8ДМ-21ЭЛ2М.

Все системы дизеля (за исключением газотурбинного наддува) состоят из двух частей — внутренней, которая является неотъемлемой частью его конструкции, и внешней, отдельные элементы которой смонтированы на раме дизель-генератора и фактически являются его системами.

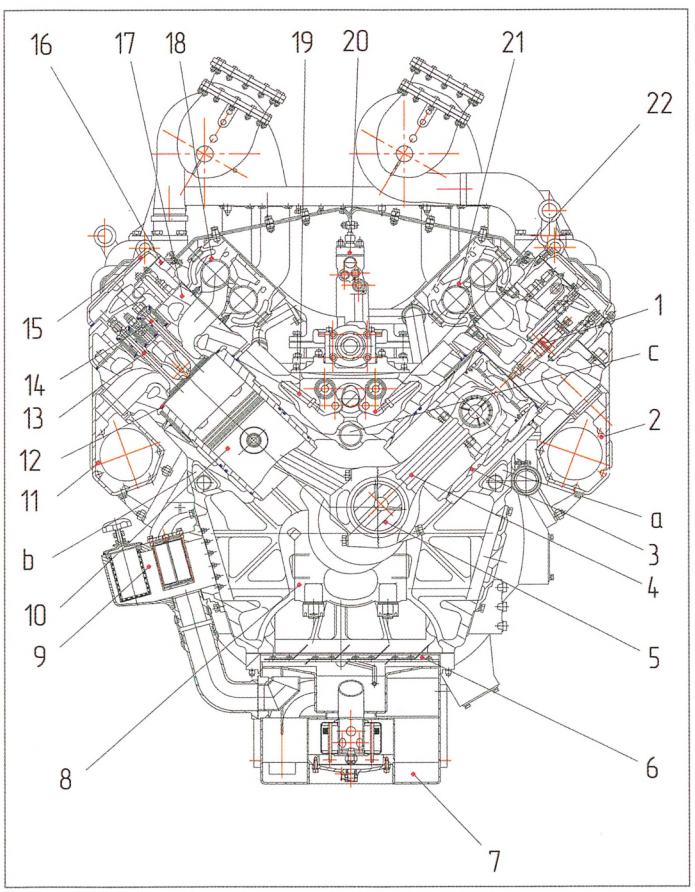


Рис. 1. Поперечный разрез дизеля 8ДМ-21ЭЛ2М:
1 — форсунка; 2 — правый впускной коллектор; 3 — втулка цилиндра; 4 — шатун; 5 — коленчатый вал; 6 — маслоуспокоительный щиток поддона; 7 — поддон; 8 — крышка коренного подшипника; 9 — суфлер маслобака с заливной горловиной; 10 — поршень; 11 — левый впускной коллектор; 12 — прокладка газового стыка; 13 — впускной клапан; 14 — выпускной клапан; 15 — крышка клапанной коробки; 16 — клапанная коробка; 17 — головка цилиндра; 18 — левый выпускной коллектор; 19 — штанга механизма газораспределения; 20 — топливный насос высокого давления; 21 — правый выпускной коллектор; 22 — нижний рычаг (рокер) механизма газораспределения; a — правый канал для охлаждающей жидкости; b — левый канал для охлаждающей жидкости; c — центральный масляный канал блок-картера

Блок-картер (рис. 3) представляет собой чугунную отливку и является основной корпусной деталью дизеля. В поперечных перегородках блок-картера сделаны расточки, которые выполнены совместно с крышками подшипников. В расточках установлены вкладыши 13 и 14 коренных подшипников коленчатого вала. Вкладыши в расточках зафиксированы штифтами, запрессованными в блок-картер и в крышки коренных подшипников 15.

Для подвода смазки к вкладышам в верхней части расточек имеются канавки. Стальные крышки коренных подшипников установлены в пазы картера с натягом. Крышки коренных подшипников крепятся двумя шпильками, ввернутыми в блок-картер. Боковые стенки блок-картера стянуты стяжными болтами 1 (по два болта на каждую крышку). Это позволяет повысить поперечную жесткость и стабильность размеров расточек под коренные подшипники.

Опорами дизеля служат четыре стальные лапы 2 — по две с каждой стороны боковых стенок блок-картера. Крепление лап к боковым стенкам блок-картера выполнено с помощью болтов и штифтов. На каждой лапе имеются три отверстия — два под болты диаметром 32 мм и одно — под штифт для крепления дизеля к подмоторной раме. Установка штифтов производится после центрирования дизеля с приводимым генератором.

Для установки шестерен передачи к агрегатам и механизмам дизеля в передней части блок-картера имеется специальный отсек. Чугунный корпус конической передачи 8 установлен вверху с переднего торца блок-картера. Торец чугунного корпуса конической передачи обработан совместно с передним торцом блок-картера и к этой плоскости крепится силуминовая коробка 9.

Агрегатная коробка, расположенная ниже силуминовой, крепится с помощью шпилек 11, ввернутых в передний торец блок-картера.

Масляные фильтры установлены на специальных площадках 10, которые расположены по бокам блок-картера. Масло по каналам, выполненным в блок-картере, подводится к фильтрам из агрегатной коробки, а затем поступает в центральный масляный канал системы смазки, проходящий вдоль блок-картера в верхней его части.

Центральный канал посредством системы трубок и отверстий соединен с подшипниками коленчатого вала, вала механизма газораспределения и механизмом передач, подавая масло к трущимся деталям.

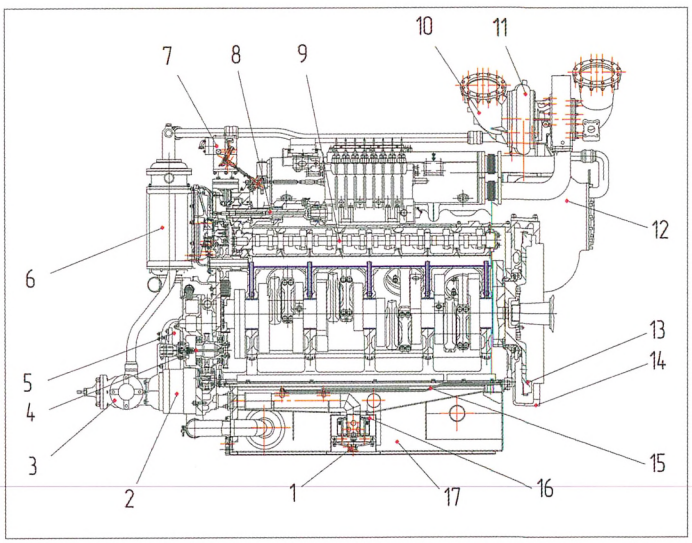


Рис. 2. Продольный разрез дизеля 8ДМ-21ЭЛ2М:
1 — слив масла из отстойника поддона; 2 — маслооткачивающий насос; 3 — регулятор температуры; 4 — рессора привода тахометра; 5 — агрегатная коробка; 6 — крышка; 7 — исполнительное устройство регулятора скорости; 8 — рессора привода ТНВД; 9 — распределительный вал механизма газораспределения; 10 — воздухозаборный патрубок турбокомпрессора; 11 — турбокомпрессор; 12 — охладитель наддувочного воздуха; 13 — маховик; 14 — кожух маховика; 15 — трубка отвода масла из лабиринтного уплотнения коленчатого вала; 16 — маслозаборник откачивающего насоса; 17 — поддон

Основные технические характеристики дизеля 8ДМ-21ЭЛ2М

Номинальная мощность дизеля, кВт (л.с.)	930 (1265)
Направление вращения коленчатого вала дизеля (со стороны, противоположной отбору мощности)	правое
Частота вращения коленчатого вала на номинальной мощности, об/мин	1500
Максимальная частота вращения коленчатого вала на холостом ходу, об/мин	1545
Минимальная частота вращения холостого хода, об/мин, не более	520 — 540
Удельный расход топлива: ☑ на номинальной мощности, г/(кВт·ч), не более ☑ на режиме полной мощности, г/(кВт·ч), не более	 209 — 219,5 220 — 231
Удельный расход топлива на частичных нагрузках, г/(кВт·ч), не более: ☑ на режиме 75 % мощности ☑ на режиме 50 % мощности	 223 — 234 236 — 247
Удельный расход масла на угар на режиме номинальной мощности, г/(кВт·ч), не более	1,08
Масса дизеля (сухая), кг	6600

Масса дизель-генератора (сухая), кг, не более:	14750
Габаритные размеры: ☑ длина ☑ ширина ☑ высота	 4790 1560 2243
Назначенный ресурс: ☑ до первой переборки, ч ☑ до капитального ремонта, ч	 20000 70000
Тонкость отсева топливного фильтра, мкм	4 — 5
Топливный насос высокого давления: ☑ тип ☑ порядок работы секций ☑ направление вращения кулачкового вала (со стороны привода)	 восьмиплунжерный 1-5-6-3-4-2-7-8 правое
Угол опережения подачи топлива, градус	35 ± 1
Форсунка: ☑ тип ☑ количество, размер и расположение распыливающих отверстий	 закрытый 8×0,4×145°
Турбокомпрессор	TPS48-D01 фирмы «ABB»

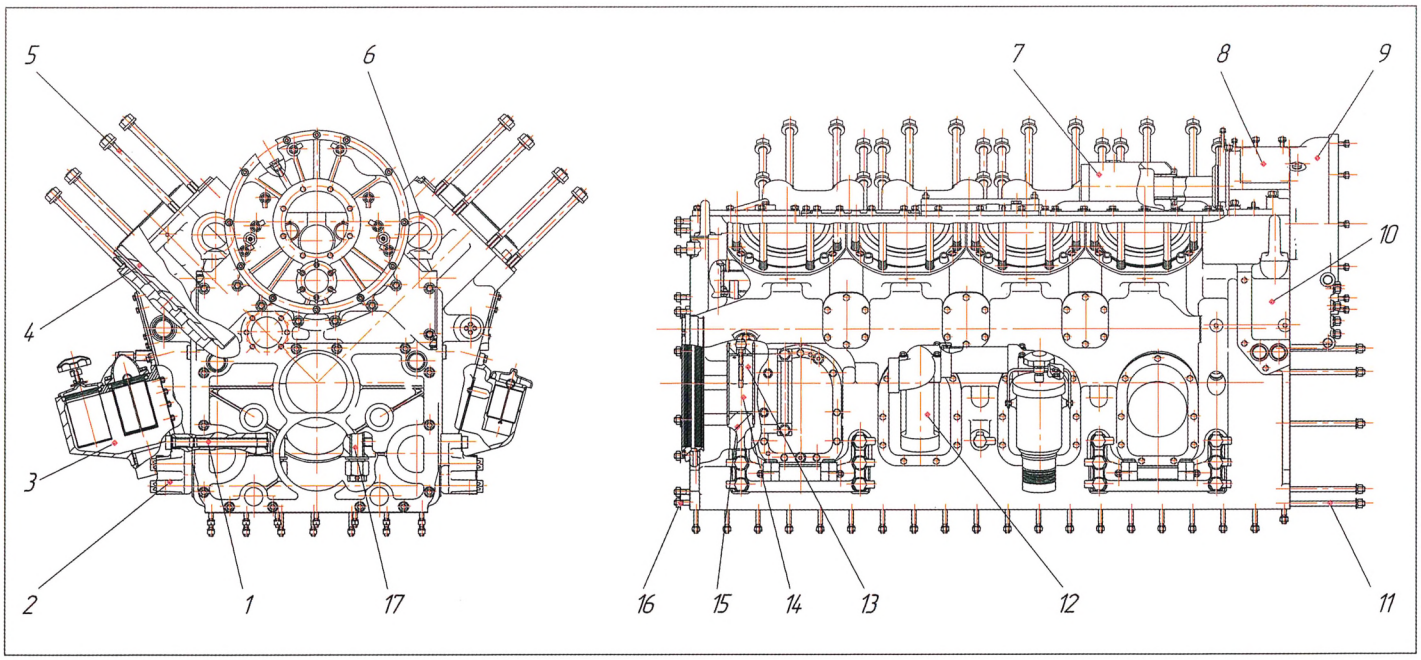


Рис. 3. Блок-картер:
1 — стяжной болт; 2 — лапа; 3 — суфлер маслобака с заливной горловиной; 4 — втулка цилиндра; 5 — шпилька крепления головки цилиндра; 6 — рым-болт; 7 — корпус уплотнения; 8 — корпус конической передачи; 9 — коробка; 10 — площадка для установки масляных фильтров; 11 — шпилька крепления агрегатной коробки; 12 — суфлер картера; 13 — верхний вкладыш коренного подшипника; 14 — нижний вкладыш коренного подшипника; 15 — крышка коренного подшипника; 16 — шпилька крепления кожуха маховика; 17 — шпилька крепления крышки коренного подшипника

Монтажные лючки расположены на боковых стенках блок-картера и служат для монтажа шатунов. Лючки закрыты силуминовыми крышками. С левой стороны часть крышек объединяется с суфлерами 3 и 12, соединяющими полость картера и маслобака дизеля с атмосферой.

Полость, расположенная в верхней части блок-картера, имеет поперечные перегородки, в которых выполнены специальные расточки. В них установлены биметаллические втулки-подшипники кулачкового вала газораспределения. Кроме того, имеется ряд отверстий, служащих для установки осей нижних рычагов механизма привода клапанов, слива масла из полости головок и прохода штанг к верхним рычагам. Отсеки этой полости сверху закрываются корпусом уплотнения 7, опорой топливного насоса и крышкой. В корпусе уплотнения имеется полость, через которую проходит рессора привода топливного насоса высокого давления.

Опора топливного насоса представляет собой чугунную отливку, объединенную с кронштейном для установки топливного насоса. К картеру опора крепится коническими штифтами. Между картером и опорой установлена уплотняющая бумажная прокладка.

Втулки цилиндров устанавливают в расточки, расположенные под углом 90° вверху блок-картера. Расстояние между осями расточек под втулки цилиндров составляет 330 мм. Расточки под втулки цилиндров правого ряда смещены в сторону передачи на 73 мм по отношению к расточкам левого ряда. Это связано с установкой рядом стоящих шатунов.

Охлаждающая жидкость циркулирует в полости вокруг втулок цилиндров, образуя водяные рубашки. Она подводится из каналов, отлитых в боковых стенках блок-картера. Кроме этого, из правого канала охлаждающая жидкость отводится на охлаждение турбокомпрессора.

Последний подшипник (со стороны маховика) является опорно-упорным. Для этого в выточки картера и крышки устанавливаются бронзовые полукольца, которые крепятся к картеру и подвеске медными трубками-заклепками. Спаренность полуколец маркируется.

(Окончание следует)

Инж. **К.В. КУЗНЕЦОВ**,
г. Брянск

РЕОСТАТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ — НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ РЕМОНТА ТЕПЛОВОЗОВ

В настоящее время на новых локомотивах ОАО «РЖД» широко внедряются современные микропроцессорные системы управления (МСУ) и бортовые системы технического контроля оборудования (БСТК). В связи с этим появилось мнение, что в скором времени можно будет отказаться от выполнения реостатных испытаний тепловозов. Бытует ошибочное суждение, что с помощью МСУ и БСТК представляется возможным выявлять критические параметры работы локомотива и предотвращать его отказы в эксплуатации. Но почему-то умалчивается, что с помощью этих же систем невозможно осуществлять коррекцию опасных отклонений регулируемых параметров по мере их выявления, чтобы привести параметры к нормативным значениям до того, как тепловоз выйдет на линию.

И чем можно проверить работу самих МСУ — но не поблочно, на стендах, а в комплексе, после установки на локомотив при номинальных режимах? Кроме того, перечень параметров, для контроля и регулировки которых применяются МСУ, не охватывает в полной мере всех факторов, непосредственно влияющих на безаварийную работу тепловоза.

В советское время реостатные испытания называли «совестью ремонта». Реостатные испытания являются неотъемлемой частью технологического процесса и завершающим этапом ремонта тепловозов. Они проводятся в соответствии с Руководством по эксплуатации или Инструкцией по обслуживанию для каждой серии локомотива. Реостатные испытания подразделяются на полные, состоящие из обкаточных и сдаточных испытаний, и контрольные.

Согласно п. 3.9.5 «Инструкции по охране труда для слесарей по ремонту тепловозов и дизель-поездов в ОАО "РЖД"» № 2594р «...реостатные испытания должны производиться специальной бригадой в составе не менее двух слесарей и руководителя реостатных испытаний». Штаты станции реостатных испытаний определяются в зависимости от объема выполняемых работ, но не менее чем требуется Инструкцией по охране труда.

В различных документах ОАО «РЖД» на реостатные испытания существуют нормы и требования по:

- квалификации специалистов;
- времени испытаний;
- контролируемым параметрам и характеристикам;
- допустимым значениям параметров и характеристик;
- расходу дизельного топлива, удельному и часовому расходу топлива.

В соответствии с техническими требованиями на реостатные испытания обкатка выполняется не только после ремонтов ТР-2, ТР-3 и большего объема ремонтов, но также в любом случае после замены определенных деталей, узлов и агрегатов независимо от вида ремонта. Только качественное проведение реостатных испытаний позволяет исключить выдачу заведомо неисправного, в том числе с увеличенным расходом дизельного топлива, тепловоза на линию.

Применение БСТК при реостатных испытаниях позволяет получить дополнительную необходимую информацию, но ни в коем случае не исключает сами реостатные испытания. При этом контроль параметров, осуществляемый БСТК во время эксплуатации локомотива, позволяет своевременно выявлять их отклонения от нормируемых значений и принимать решения по их восстановлению, чтобы предупредить перерасход топлива или отказ на линии. Поэтому если после ремонта в эксплуатации с помощью МСУ или БСТ обнаруживаются отклонения от нормы (например, нарушена работа топливной аппаратуры или на станции испытаний неправильно подобраны скоростные характеристики тяговых электродвигателей и др.), то это является браком в ремонте. Следовательно, неплановый ремонт и затраты, связанные с ним, ложатся на ремонт.

В настоящий момент альтернативы реостатным испытаниям не существует, так как после ремонта недопустим выход тепловоза на пути общего пользования с невыявленными возможными дефектами и необкатанным замененным или отремонтированным оборудованием. Устранение дефектов и регулировка требуемых параметров и характеристик (особенно регулировка механических приводов топливной аппаратуры, газораспределительного механизма и др.) должны осуществляться в стационарных условиях и ни в коем случае не во время эксплуатации тепловоза.

Чтобы обеспечивать гарантированное качество в эксплуатации, любой механизм после ремонта должен проходить соответствующие испытания. Необоснованные попытки сократить или исключить испытания из технологического цикла делают бессмысленным сам ремонт и тем более — обеспечение гарантийных обязательств. Проявление любого дефекта оборудования в эксплуатации может привести к отказу и, соответственно, к неплановому ремонту со всеми вытекающими затратами, которые вызваны проведением испытаний, не соответствующих требованиям нормативной документации.

Одной из основных составляющих эксплуатационных расходов на содержание тепловозного парка являются затраты на дизельное топливо — порядка 35 %. Расход топлива зависит в первую очередь (в большей степени) от качества ремонта дизель-генераторной установки тепловоза и ее регулировки на реостатных испытаниях, во вторую очередь (в меньшей степени) — от квалификации локомотивной бригады.

Качественная работа дизель-генераторной установки оценивается интегрированными показателями:

- часовым расходом топлива, который характеризует работу самого дизеля;
- удельным расходом топлива, служащим для оценки качества работы дизель-генераторной установки в целом.

Удельный расход топлива указывается в технических характеристиках завода-изготовителя на каждый тип дизеля. Однако измерение этого показателя после ремонта при реостатных испытаниях и тем более в эксплуатации раньше не проводились из-за отсутствия соответствующих технических средств. Ситуация изменилась с появлением аппаратно-программного комплекса (АПК) «Борт», установленного на различных сериях тепловозов, и с разработкой программного обеспечения для него.

Одними из измеряемых параметров АПК «Борт» являются:

- фактический расход топлива;
- время работы дизель-генераторной установки в режимах тяги и холостого хода на нулевой позиции;
- пробег, мощность, реализуемая главным генератором;
- часовой и удельный расходы топлива.

Использование этих показателей при реостатных испытаниях позволяет индивидуально настроить каждую дизель-генераторную установку на минимально возможный часовой и удельный расходы топлива благодаря оптимизации настройки топливной аппаратуры и системы возбуждения главного генератора. Все это зависит от профессионального уровня персонала, проводящего реостатные испытания. Качественное выполнение реостатных испытаний дает возможность экономить топливо в эксплуатации. И, наоборот, при некачественной настройке дизель-генераторной установки никакая локомотивная бригада не сможет добиться экономии топлива.

Как показала многолетняя практика проведения реостатных испытаний с использованием АПК «Борт» на парке тепловозов в эксплуатационном депо Омск, если качественно отремонтирована и настроена дизель-генераторная установка, то, как правило, пережог топлива у локомотивных бригад отсутствует.

С момента появления станций реостатных испытаний мастерами реостатных испытаний назначались лучшие специалисты по ремонту тепловозов, которые являлись и электриками, и дизелистами, и диагностами, и испытателями, и настройщиками, и ремонтниками, и контролерами в одном лице. При этом они получали соответствую зарплату и материальные поощрения за качественное проведение реостатных испытаний и надежную работу тепловозов в эксплуатации.

В 1997 г. вышел Единый тарифный квалификационный справочник, в котором должность мастера реостатных испытаний отсутствует. Поэтому в разных локомотивных депо стали называть эту должность по-разному — бригадир, мастер участка производства реостатных испытаний, мастер реостатных испытаний; где-то должности совмещают, например, с мастером топливного отделения и др. В результате возникли сложности при создании единой должностной инструкции.

ВОПРОС. Каким образом рассчитывается длина тормозного пути при ступени торможения в случае проверки действия автотормозов в грузовом поезде? (М.В. Титов, машинист эксплуатационного депо Тайга Западно-Сибирской дирекции тяги).

Ответ. Длина тормозного пути рассчитывается только для случая экстренного или полного служебного торможения до полной остановки подвижного состава (поезда или локомотива). В случае проверки действия автотормозов грузового поезда определяется путь, который он проходит после выполнения ступени торможения за установленное время, или определяется время снижения скорости на установленную величину.

В соответствии с действующими Правилами технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава «Места и скорости движения поездов и одиночных локомотивов, а также расстояния, на которых должно происходить снижение скорости при проверке действия тормозов в пути следования, определяются комиссионно и указываются в организационно-распорядительных документах, утвержденных владельцем инфраструктуры».

Чтобы получить конкретный ответ на поставленный вопрос, необходимо обратиться к причастному владельцу инфраструктуры (в региональную дирекцию тяги), где должны прояснить обстановку, связанную с комиссионным определением требуемых параметров действия тормозов.

Д-р техн. наук **М.И. ГЛУШКО**,
УрГУПС, г. Екатеринбург

ВОПРОС. В части 1 «Приборы тормозного оборудования подвижного состава» книги «Тормоза подвижного состава» (А.Б. Удальцов, В.В. Крылов, В.Н. Барщенков, Н.В. Кондратьев, ИПЦ «Желдориздат», Москва, 2003) в теме «Воздухораспределитель № 483.000 (483.000М)» представляется устройство главной части. Отмечается, что в полом штоке главного поршня имеется одно отверстие диаметром 1,7 мм и восемь отверстий диаметром по 1,6 мм каждое (или четыре отверстия по 3 мм). В других книгах по автотормозам и в руководстве по ремонту воздухораспределителя № 483 (483М) о наличии отверстий диаметром 1,6 мм в количестве шести штук в полом штоке главного поршня ничего не сказано. Только указываются четыре отверстия по 3 мм каждое. Есть ли на самом деле полые штоки главного поршня у воздухораспределителя № 483 (483М) с отмеченными отверстиями, т.е. восемью отверстиями по 1,6 мм каждое? (М.В. Титов).

Ответ. В книге опечатки нет. В полом штоке главного поршня имеются одно отверстие 1,7 мм и восемь отверстий диаметром по 1,6 мм каждое (или четыре отверстия по 3 мм). Во втулке предусмотрены также восемь отверстий диаметром по 1,6 мм для поступления сжатого воздуха из канала запасного резервуара. Эти отверстия не имеют отношения к главному поршню, для перемещения которого втулка не применяется.

Необходимо отметить, что в настоящее время выпускается главная часть 270.023-1 со штоком 270.569, который изготавливается с четырьмя отверстиями диаметром 3 ± 0,1 мм и одним отверстием диаметром 1,7 ± 0,05 мм.

Канд. техн. наук **В.Н. БАРЩЕНКОВ**,
заместитель начальника
Санкт-Петербургского подразделения
Октябрьского УЦПК

ВОПРОС. При управлении пневматическими тормозами пассажирского поезда отпуск выполняется постановкой ручки крана машиниста в отпускное положение с повышением давления в тормозной магистрали до зарядного, а при управлении электропневматическими тормозами — с завышением давления в тормозной магистрали на 0,2 кгс/см^2 выше зарядного давления. Зачем требуется завышать давление в тормозной магистрали? (М.В. Титов).

Ответ. В большинстве случаев давление в тормозной магистрали необходимо завышать для ускорения подзарядки запасных резервуаров. На этот ответ может возникнуть другой вопрос: а почему на пневматике не требуется ускорять подзарядку запасных резервуаров? Дело в том, что при управлении пневматическими тормозами пассажирского поезда с завышением давления в его тормозной магистрали существует возможность перезарядить запасные резервуары. А это может привести к неотпуску автотормозов.

Канд. техн. наук **К.Б. СОКОЛОВ**,
главный конструктор
пневматического оборудования
тормозных систем ОАО МТЗ ТРАНСМАШ)

ВОПРОС. При эксплуатации крана машиниста № 130 случается, когда при смене кабины управления локомотивом в нерабочей кабине происходит выброс воздуха из реле давления РД на блоке электропневматических приборов БЭПП. По какой причине происходит этот выброс воздуха из реле давления? (М.В. Титов).

Ответ. Многолетняя практика эксплуатации крана машиниста типа № 130 показала, что, как правило, это может происходить, когда при смене кабин не соблюдают требования Руководства по эксплуатации крана машиниста и Правил технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава.

В оставляемой кабине машинист должен (помимо других регламентируемых действий) последовательно выполнить следующие операции. Осуществить разрядку тормозной магистрали до нуля установкой управляющего органа (рукоятки контроллера) крана машиниста в положение экстренного торможения (в положение VI). Управляющий орган крана вспомогательного тормоза (рукоятку КВТ) перевести в последнее тормозное положение (полное торможение).

После установления максимального давления в тормозных цилиндрах повернуть ключ блокировочного устройства (ключ ВЦУ переключить в положение II, выдержать 3 — 4 с, а затем перевести в положение III) и вынуть его из гнезда. Если строго соблюдать приведенные пункты (при прочих равных условиях), смена кабин управления локомотивом происходит в штатном режиме.

А.М. ОСИПЕНКОВ,
главный конструктор проекта
ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

К тому же, у новых руководителей существует разное понимание роли этих специалистов. В сложившейся ситуации со стороны приемщиков локомотивов должен быть усилен контроль за качеством проведения реостатных испытаний, который они обязаны проводить согласно Положению о приемщике локомотивов, инспекторе по приемке локомотивов Дирекции тяги от 25.11.2011 № ЦТ-67. Отчасти из-за недостаточного внимания к реостатным испытаниям в последние годы снизилось качество ремонта тепловозов. Это отражается в росте отказов, расхода топлива и неплановых ремонтов, что, соответственно, ведет к необоснованному увеличению эксплуатируемого парка.

Для сравнения можно привести ситуацию на дорогах Казахстана. Там ежегодно в разных депо проводят совещания мастеров реостатных испытаний по обмену опытом, а приемщики локомотивов обязательно контролируют приемку тепловозов на реостатных испытаниях в соответствии с требованиями нормативных документов.

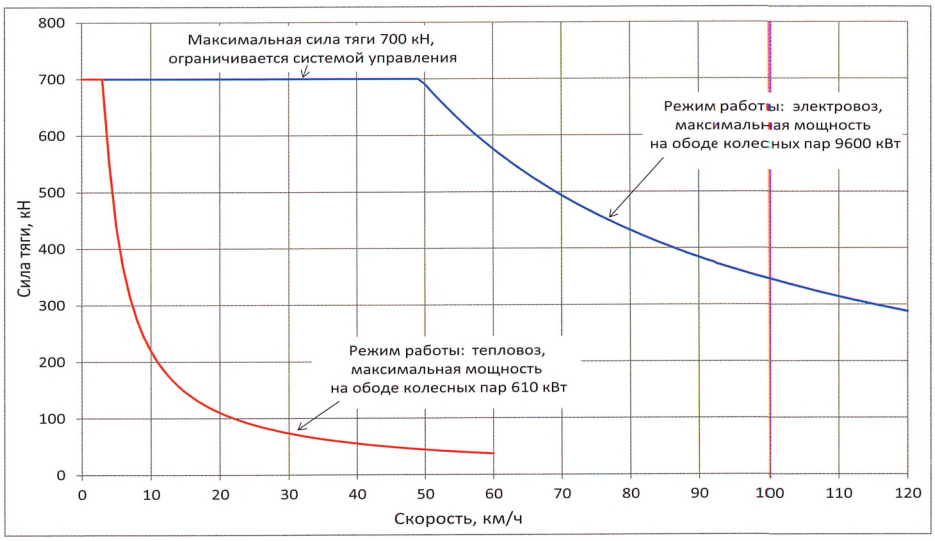
Существующие в РЖД технические средства, установленные на станциях реостатных испытаний в ремонтных подразделениях и на ремонтных заводах (реостатные комплексы «КИПАРИС»), позволяют организовать мониторинг реостатных испытаний в каждом депо и на заводе каждого тепловоза. Однако без участия Дирекции тяги эту задачу не решить.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод: для решения одной из основных проблем повышения качества ремонта и эксплуатации тепловозов необходимо поднять работу станций реостатных испытаний на должный уровень.

Канд. техн. наук **А.Н. ГОЛОВАШ**,
канд. экон. наук **П.Н. РУБЕЖАНСКИЙ**,
г. Омск

ОПЫТНЫЕ РЕЙСЫ ЭЛЕКТРОВОЗА 2ЭВ120-001

В журнале «Локомотив» № 11 за 2015 г. был представлен грузовой электровоз заводской серии 2ЭВ120 («Князь Владимир»), построенный ООО «Первая Локомотивная Компания» (г. Энгельс). Новый электровоз вобрал в себя лучший мировой опыт локомотивостроения, учитывающий условия эксплуатации и нормативную базу в России. В настоящее время тяговая единица проходит всесторонние испытания.



Штатные тяговые характеристики электровоза 2ЭВ120, включая автономный режим работы (бустерный режим не показан)

Первая секция грузового двухсистемного электровоза 2ЭВ120-001 была собрана на Энгельсском локомотивном заводе в августе 2015 г. и демонстрировалась в сентябре на V Международном железнодорожном салоне техники и технологий «ЭКСПО-1520».

Сразу после выставки (в октябре) секция была направлена на предварительные испытания (по воздействию на путь) на скоростной испытательный полигон АО «ВНИИЖТ» (участок Белореченская — Майкоп). Экспериментальные поездки со скоростями до 132 км/ч (конструкционная скорость 120 км/ч +10 %) показали хорошие результаты и соответствие проекта требованиям российских стандартов.

После испытаний воздействия секции электровоза на рельсовый путь она была возвращена на завод для продолжения пусконаладочных работ. Первые подъем токоприемника и движение секции электровоза на переменном токе по заводскому испытательному пути под контактной сетью состоялись 16.01.2016 г. Также в январе завершилась сборка второй секции электровоза 2ЭВ120-001, и пусконаладочные работы продолжили уже в полном масштабе.

В феврале 2016 г. на заводе выполнили предварительные климатические испытания кабины машиниста в условиях низких температур. Их провели специалисты ФГУП «ВНИИЖГ» Роспотребнадзора. Результаты испытаний подтвердили высокое качество теплоизоляции и герметичности кабины, правильно организованный алгоритм действия обогревательного оборудования и системы подачи свежего воздуха к рабочим местам локомотивной бригады.

Также в феврале 2016 г. на вибростенде Научно-испытательного центра АО «ВНИИЖТ» начались сертификационные испытания рамы тележки для оценки ее усталостной прочности. 10 млн. циклов нагружения рама тележки успешно выдержала — какие-либо признаки возникновения трещин усталостного характера отсутствовали.

К середине апреля обе секции электровоза 2ЭВ120-001 прошли заводские пусконаладочные работы. Они проводились как на переменном, так и постоянном токе при скоростях движения до 40 км/ч. В полном объеме реализовали также программу приемосдаточных испытаний. А 16 апреля электровоз 2ЭВ120-001 с завода отправили на Экспериментальное кольцо АО «ВНИИЖТ» для завершения пусконаладочных работ со скоростями до 120 км/ч, предварительных испытаний, последующей передачи на сертификационные и приемочные испытания.

С 22 апреля по 31 мая 2016 г. работоспособность электровоза была проверена уже в полном диапазоне скоростей и нагрузок в режимах тяги и электрического торможения. Опытные поездки по Экспериментальному кольцу проводили резервом со скоростями до 120 км/ч и с грузовым составом массой от 1000 до 8000 т со скоростями до 80 км/ч.

Электровоз 2ЭВ120 состоит из двух совершенно идентичных секций, которые могут работать также полностью самостоятельно. Это позволило в ходе испытаний резервом использовать собственные возможности локомотива, чтобы имитировать тяговую нагрузку. Две секции разъединяли по силовым и низковольтным цепям, что давало возможность одну секцию электровоза испытывать в режиме тяги, а другую — в режиме электрического торможения, и наоборот.

В период с 22 по 31 мая электровоз 2ЭВ120-001 выполнил пробег 5 тыс. км на постоянном и переменном токе. Частично его эксплуатировали резервом в режиме «собственной» нагрузки со скоростями до 120 км/ч, а частично — с грузовым составом массой 8000 т, развивая скорость до 80 км/ч. Какие-либо серьезные повреждения или сбои в работе оборудования электровоза в ходе опытного пробега не отмечались.

31 мая эксперт Регистра по сертификации на Федеральном железнодорожном транспорте провел официальную процедуру отбора образца электровоза 2ЭВ120 для сертификационных испытаний. А с 1 июня фактически был начат комплекс приемочных и сертификационных испытаний, которые планируется завершить к концу 2016 г. Чтобы сократить общие сроки испытаний, в августе 2016 г. к ним присоединится второй опытный электровоз 2ЭВ120-002.

Как уже отмечалось средствами массовой информации, проектом предусматривается возможность оборудования электровоза 2ЭВ120 дизель-генераторными установками для автономной маневрово-вывозной работы. Чтобы сократить сроки разработки, наладки, испытаний и сертификации, на начальном этапе проекта было принято решение опытные электровозы строить без таких установок. Но работа в этом направлении ведется. «Первая Локомотивная Компания» планирует в первой половине 2017 г. изготовить еще один опытный электровоз, на котором обе секции будут оборудованы дизель-генераторными установками с выходной мощностью генераторов порядка 2×400 кВт.

Таким образом, суммарная мощность двух секций по дизелям составит порядка 1100 л.с., что соответствует мощности традиционного шестиосного маневрового тепловоза. Но по максимальной силе тяги такой локомотив будет значительно превосходить этот тепловоз, так как в автономном режиме работы электровоза будут задействованы в работе все восемь осей.

По материалам ООО «Первая Локомотивная Компания»

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВОЗА

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

Часть 11. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ ЛОКОМОТИВОВ

11.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ. ГИДРОТРАНСФОРМАТОРЫ И ГИДРОМУФТЫ

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

Гидравлическими передачами тепловозов называют устройства, в которых мощность дизеля передается к движущимся колесам локомотива через жидкость при отсутствии непосредственной жесткой (кинематической) связи между валом дизеля и ведущими колесными парами тепловоза. Таким образом, жидкость в гидравлических передачах является одним из основных рабочих звеньев.

Жидкости. Жидкостью в физике считают тело, обладающее текучестью и, в отличие от твердого тела собственной формы, принимающее форму сосуда, в котором оно находится. С точки зрения гидравлики под термином «жидкость» понимают как жидкие (капельные), так и газообразные тела. В гидравлических передачах локомотивов применяют исключительно капельные жидкости, теоретически обладающие свойством несжимаемости.

Для обеспечения эксплуатационной надежности гидравлической передачи применяемая жидкость должна быть одновременно рабочим телом и смазкой узлов трения. В качестве рабочих жидкостей в тепловозных передачах обычно применяют хорошо очищенные минеральные масла, например, индустриальное масло марки ИС-12 или синтетические жидкости плотностью 880 — 910 кг/м^3 и вязкостью 1,8 — 4,6 ºЕ.

В принципе, рабочей жидкостью в передачах может быть очищенная от солей и примесей вода (конденсат), которая имеет бóльшую плотность, меньшую вязкость и выше теплоемкость, чем минеральные масла или синтетические жидкости. Гидравлическая передача «на воде» будет иметь больший КПД и лучшие весогабаритные показатели, но в этом случае потребуются разделение систем ее питания и смазки узлов и, что самое неприятное, неизбежно возникнут проблемы коррозии металлических деталей передачи и загрязнения питательных каналов накипью. В результате значительно уменьшится ресурс работы передачи, увеличатся эксплуатационные расходы.

Энергетическое состояние жидкости, движущейся внутри замкнутого объема, в гидравлике оценивают с помощью уравнения Бернулли, которое было опубликовано в 1738 г. швейцарским математиком Даниилом Бернулли (1700 — 1782 гг.), и является интерпретацией закона сохранения энергии для потока идеальной несжимаемой жидкости. В соответствии с этим уравнением циркулирующая в гидравлической передаче жидкость может обладать энергией следующих видов: гидростатического давления p, кинетической потока $E_{кин}$ и геометрического напора H (энергией положения).

Физический смысл уравнения Бернулли состоит в следующем: при установившемся движении идеальной (без внутреннего трения) жидкости сумма трех видов энергии (положения, давления и кинетической) в любой точке потока остается неизменной. Как следствие, при возрастании скорости движения потока жидкости (кинетической энергии) уменьшается его гидростатическое давление, и наоборот.

Классификация гидравлических передач. Из школьного курса физики известно, что мощность гидравлических машин $N_г$ (и передач) определяется произведением гидростатического давления p и расхода жидкости Q ($E_{кин}$): $N_г = p \times Q$. При рассмотрении общих принципов действия гидравлических передач локомотивов энергией положения H (геометрического напора) можно пренебречь, так как узлы гидравлической передачи размещаются на главной раме и рамах тележек тепловоза на небольшой высоте по отношению друг к другу и не меняют свое положение в процессе движения локомотива.

В зависимости от преобладания в рабочей движущейся жидкости энергии гидростатического давления p (напора) или кинетической энергии (расхода Q) гидравлические передачи подразделяются на два вида: *гидростатические (объемные) и гидродинамические.*

Рассмотрим самые общие принципы работы этих видов тяговых передач.

Гидростатические (объемные) передачи. Принцип действия гидростатических передач основан на свойстве ничтожной сжимаемости (теоретически несжимаемости) жидкости и на законе, открытом известным французским ученым Блезом Паскалем (1623 — 1662 гг.), гласящим, что всякое изменение давления в какой-либо точке или плоскости покоящейся капельной жидкости, не нарушающее ее равновесия, передается в другие точки или плоскости без изменения. Кстати, применяемая в Международной системе единиц «СИ» единица размерности давления «Паскаль (Па)» названа в честь этого великого ученого. Один Паскаль (1 Па) равен давлению, вызываемому силой в один Ньютон (1 Н), равномерно распределенной по площади 1 м^2, или $7{,}5 \times 10^{-3}$ мм рт. ст.

Гидростатические передачи представляют совокупность как минимум двух поршневых или ротационных гидравлических машин, соединенных между собой трубопроводами (рис. 1): объемного гидронасоса 1, преобразующего механическую энергию (эффективную мощность $N_e = M_e \cdot n_e$) дизеля преимущественно в гидростатическое давление $p_н$ (напор) при незначительных расходах жидкости Q, и объемного гидромотора 3, в котором энергия давления жидкости $p_н$ вновь преобразуется в механическую энергию вращательного движения, т.е. касательную мощность локомотива $N_к = M_к \cdot n_к$. Необходимо подчеркнуть, что давление теоретически несжимаемой жидкости целиком и полностью определяется степенью ее сжатия в гидронасосе 1. При этом при проектировании локомотивных гидростатических передач энергией положения H обычно пренебрегают из-за малой разности высот между гидронасосом, который устанавливают на раме, и гидромоторами, размещаемыми на рамах тележек тепловоза.

Гидромотор, в свою очередь, кинематически связан с колесной парой КП локомотива. Рабочая жидкость из гидромотора поступает в охлаждающее устройство, а затем вновь в объемный гидронасос 1 (см рис. 1). Таким образом, в процессах преобразования и передачи энергии участвует сравнительно небольшой объем жидкости, циркулирующей в замкнутом контуре. Обычно количество гидромоторов равно числу колесных пар локомотива.

Из множества запатентованных конструкций гидростатических передач (ГСП) в отечественном тепловозостроении получили практическое применение так называемые аксиально-поршневые приводы вспомогательных машин, а также роликолопастные объемные передачи, позволяющие реализовать давление рабочей жидкости до 35 МПа.

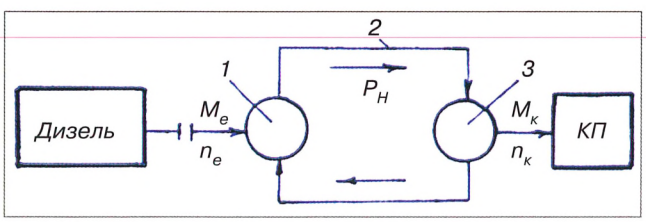


Рис. 1. Принципиальная схема тепловозной гидростатической передачи:
1 — объемный гидронасос; 2 — трубопровод высокого давления; 3 — объемный гидромотор; КП — колесная пара

К достоинствам ГСП можно отнести: простоту компоновки узлов передачи на тепловозе из-за гибкой связи гидромашин с помощью трубопроводов, высокий КПД, простоту регулирования тяговых свойств локомотива, хорошие весогабаритные показатели. Основными недостатками этого вида передач являются следующие: невысокая эксплуатационная надежность узлов передачи и ограничения по передаваемой мощности из-за высоких давлений рабочей жидкости, относительно высокая стоимость изготовления, резкое снижение КПД при износе гидромашин, большие потери энергии в трубопроводах и ряд других.

В 1961 г. по проекту профессора МИИТа А.С. Гордеева на Людиновском тепловозостроительном заводе был построен опытный тепловоз ТГС1 с гидростатической передачей мощностью 570 кВт (750 л.с.). На тепловозе был установлен быстроходный четырехтактный дизель типа М753 и аксиально-поршневая передача с рабочим давлением жидкости порядка 15 МПа. Проведенные испытания тепловоза ТГС1 выявили ряд серьезных недостатков в работе этого типа передачи, и она была заменена на роликолопастную объемную передачу. По окончании испытаний тепловоза ТГС1 дальнейшие работы по совершенствованию и созданию новых конструкций локомотивов с гидростатическими передачами в нашей стране были свернуты.

Ряд тепловозостроительных фирм Австрии, Италии, Швейцарии и других стран в настоящее время успешно поставляют на мировой рынок тепловозы с ГСП небольшой мощности (до 150 кВт) для работы в горной местности с туристическими поездами и в промышленности. В нашей стране гидростатические передачи применяются в качестве привода вентиляторов холодильника на пассажирских локомотивах ТЭП70, ТЭП70БС, ТГ22 и других. В последние годы проводятся опытно-конструкторские работы по замене гидростатического привода вентиляторов холодильника современных тепловозов ТЭП70БС на электрические двигатели переменного тока с тиристорным управлением.

Гидродинамические передачи. Общие принципы работы. Гидродинамической передачей (ГДП) называется комплекс устройств, обеспечивающий передачу энергии с ведущего вала на ведомый (выходной) без жесткой механической связи, а лишь посредством динамического воздействия лопастных систем рабочих колес гидромашин с жидкостью.

Таким образом, принцип работы ГДП основан на преимущественном использовании кинетической энергии потока (расхода Q) рабочей жидкости, циркулирующей в замкнутом объеме гидроаппарата, при сравнительно небольших значениях энергии ее гидростатического давления p.

Как известно, кинетическая энергия $E_{кин}$ движущегося тела (жидкости) равна половине произведения массы тела m на квадрат скорости его движения C^2, т.е. $E_{кин} = mC^2/2$. При постоянной массе m жидкости количество энергии, передаваемое ГДП, будет определяться преимущественно скоростями C ее движения.

Принципиальная схема гидродинамической передачи показана на рис. 2. Основными элементами ГДП являются: центробежное лопастное насосное колесо Н — как бы генератор гидравлической энергии, лопастное турбинное колесо Т — гидравлический двигатель и рабочая жидкость. Кроме них, в состав ГДП входят (см. рис. 2): направляющий аппарат 2, кожухи лопастных колес, питательные 3, 8 и отводящие 5, 7 трубопроводы с арматурой, емкости 6 с рабочей жидкостью и другие.

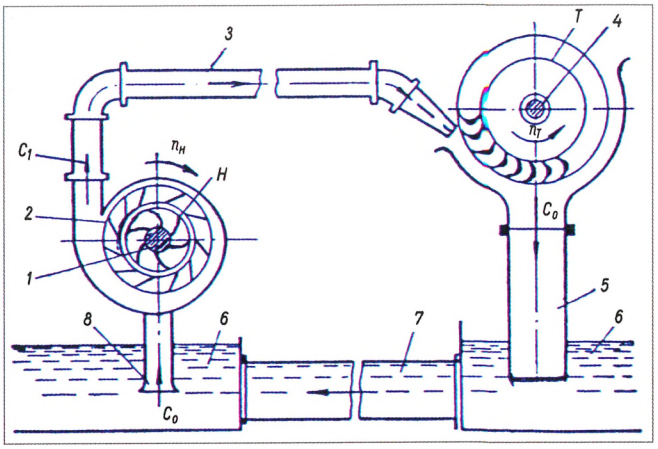


Рис. 2. Принципиальная схема гидродинамической передачи:
1 — ведущий вал; 2 — направляющий аппарат; 3, 8 — питательные трубопроводы; 4 — выходной вал передачи; 5 и 7 — отводящие трубопроводы; 6 — емкости с рабочей жидкостью

Передача энергии в ГДП осуществляется следующим образом (см. рис. 2). От ведущего вала 1, соединенного с источником механической энергии, например, с паровой турбиной, эта энергия подводится к насосному колесу Н. Кстати, идея создания лопастного центробежного колеса принадлежит известному итальянскому живописцу и инженеру Леонардо да Винчи (1452 — 1519 гг.), а первую удачную конструкцию центробежного насоса разработал и испытал французский физик Дени Папен (1689 г.).

В насосном центробежном колесе Н между потоком жидкости и лопатками рабочего колеса осуществляется силовое взаимодействие. Его физическая природа заключается в следующем: внешний момент воздействия лопаток насосного колеса на поток определяется изменением момента количества движения жидкости, протекающей в единицу времени через колесо. Вспомним, количеством движения в физике называют произведение массы m единицы объема жидкости на скорость течения жидкости C, т.е. mC; моментом количества движения — mCr, где r — радиус вращения данного объема жидкости. Таким образом, в лопастном колесе Н механическая энергия его вращения преобразуется в кинетическую энергию движения жидкости.

Затем жидкость поступает на лопасти направляющего аппарата и далее по трубопроводу 3, имея скорость C_1, попадает в конфузор (плавно сужающийся канал), в котором скорость ее движения еще более возрастает. Через конфузор жидкость попадает на лопатки турбинного колеса Т, на которых скоростной напор жидкости срабатывает, т.е. кинетическая энергия жидкости вновь преобразуется в механическую энергию, заставляя колесо Т вращаться с определенной частотой вращения $n_т$. Далее механическая энергия с турбинного колеса Т посредством вала 4 передается потребителю энергии, например, металлообрабатывающему станку.

В свою очередь, «отработанная» жидкость со скоростью C_0 сливается по отводящему трубопроводу 5 в емкость 6. Так как емкости 6 связаны друг с другом трубопроводом 7, то процесс передачи энергии потребителю является непрерывным. Данная конструкция ГДП позволяет регулировать частоту вращения выходного вала 4 передачи двумя механическими способами: изменением массы потока жидкости, подаваемой на лопасти турбинного колеса, например, с помощью вентиля в конфузоре (на рис. 2 не показан), и, наконец, поворотом конфузора на определенный угол.

В гидродинамической передаче не вся гидравлическая энергия, подводимая к лопастям турбинного колеса, переходит в механическую. Значительная часть ее расходуется на преодоление сопротивления движению жидкости в каналах и трубопроводах, при обтекании лопастей и регулировании, а также для компенсации утечек в зазорах и уплотнениях.

Рассматриваемая схема гидродинамической передачи имеет ряд существенных недостатков, ограничивающих ее практическое применение на транспортных машинах:

☑ крайне низкий КПД передачи (не более 10 %) вследствие больших гидравлических потерь (особенно на трение) при движении жидкости по длинным трубопроводам и значительного сопротивления подводящих и отводящих устройств насоса и турбины;

☑ большая масса передачи из-за того, что только масса вспомогательных трубопроводов с арматурой и емкостей может достигать 80 % массы всей передачи;

☑ сложность компоновки, регулирования и ряд других.

Все это указывает на неэкономичность и низкую эффективность работы такой схемы гидравлической передачи (см. рис. 2).

Практическая реализация конструкций гидродинамических передач на транспортных средствах (в том числе на локомотивах) и в других областях техники стала возможной лишь после гениального изобретения немецкого ученого профессора Германна Феттингера (1877 — 1945 гг.), который в 1902 г. получил патент на принципиально новую конструкцию гидравлического привода — гидротрансформатор (первоначальное название — гидравлический преобразователь крутящего момента).

Анализируя причины низкой экономичности гидродинамической передачи, принципиальная схема которой представлена на рис. 2, Г. Феттингер предложил убрать из передачи практически все трубопроводы и арматуру и объединить центробежное насосное колесо и турбину, а также направляющий аппарат в общий корпус. В результате были устранены основные причины гидравлических потерь и получена надежная и компактная гидродинамическая передача с КПД, достигающим 90 %. Принципиальные схемы передач, предложенные Г. Феттингером, и поныне остаются без особых изменений. В

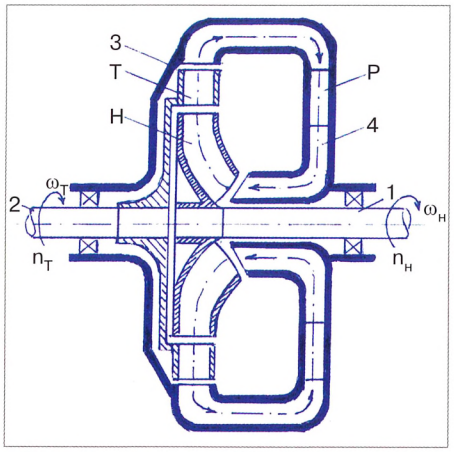


Рис. 3. Схема одноступенчатого гидротрансформатора:
1 — насосный вал; 2 — турбинный вал; 3 — корпус ГДТ; 4 — кольцевые каналы круга циркуляции; Н — насосное колесо; Т — центробежное турбинное колесо; Р — реактор

1905 г. проф. Г. Феттингер еще более упростил передачу, предложив убрать из ее корпуса направляющий аппарат. В результате им была запатентована новая конструкция гидромашины — гидромуфта, КПД которой уже достигал величины 97 %.

Необходимо заметить, что эти изобретения, точнее первые гидротрансформаторы и гидромуфты, предназначались исключительно для использования в качестве приводов гребных винтов немецких кораблей (в том числе первых подводных лодок). В начале XX века в силовых энергетических установках военных кораблей Германии стали широко применяться высокооборотные (быстроходные) паровые и газовые турбины, а также комбинированные дизель-газотурбинные установки. Их применение потребовало включения в силовую цепь (двигатель-винт) корабля дополнительного устройства — передачу, которая бы, с одной стороны, понижала частоту вращения винта по сравнению с валом двигателя, с другой — обеспечивало бы эксплуатационную надежность энергетической установки корабля в целом. Гидромашины Г. Феттингера оказались наилучшим типом привода для гребных винтов мощных кораблей вследствие того, что в гидротрансформаторах и гидромуфтах практически нет изнашиваемых узлов (кроме подшипников качения). При этом повышалась скорость реверсирования судна.

С момента введения тепловозной тяги на железных дорогах Германии (30-е годы XX века) по настоящее время гидротрансформаторы и гидромуфты успешно применяются в качестве тяговых передач на большинстве серий дизельного подвижного состава государственных железных дорог ФРГ.

ГИДРОТРАНСФОРМАТОРЫ И ГИДРОМУФТЫ

Основным энергетическим узлом любой гидродинамической передачи локомотивов является *гидротрансформатор*, который, собственно, и делает тепловоз с гидропередачей локомотивом, способным совершать эксплуатационную работу на железных дорогах страны.

Особенности устройства и работы гидротрансформаторов. Как отмечалось выше, изобретателем гидротрансформатора является немецкий ученый, профессор Г. Феттингер, который существенно упростил классическую схему гидродинамической передачи и в 1902 г. получил патент на компактный, высокоэкономичный и надежный в работе гидротрансформатор, способный не только передавать энергию от энергетических установок транспортных средств достаточно большой мощности, но и автоматически изменять (трансформировать) величину вращающего момента на выходном валу передачи по гиперболическому закону.

Первый отечественный гидротрансформатор мощностью 44 кВт был создан и в 1933 г. испытан в тепловозной лаборатории МВТУ (ныне МГТУ) им. Н.Э. Баумана группой ученых под руководством И.Ф. Семичастнова, который в последующем, начиная с 50-х годов XX века, стал ведущим специалистом страны в области тепловозных гидродинамических передач.

В 1962 г. решением Правительства СССР подготовка инженеров по специальности «Локомотивостроение» была переведена из МВТУ в МИИТ, туда же перешла группа ведущих ученых-тепловозников. В период 1962 — 1979 гг. доктор технических наук, профессор Иван Федорович Семичастнов преподавал на кафедре «Локомотивы и локомотивное хозяйство» МИИТа и длительное время работал деканом Механического факультета этого вуза, подготовив тысячи специалистов, а также многие десятки докторов и кандидатов технических наук, к числу учеников которого также принадлежит и автор этой статьи.

Гидротрансформатором (ГДТ) называют гидравлическую машину, обеспечивающую передачу энергии от ведущего вала к ведомому посредством взаимодействия жидкости с лопастями рабочих колес с преобразованием величины вращающего момента на выходе передачи.

Существует множество конструкций тепловозных ГДТ. Схема простейшей из них — трехколесного ГДТ представлена на рис. 3. Круг циркуляции такого одноступенчатого ГДТ образован тремя соосно расположенными друг за другом лопастными колесами, объединенными общим корпусом 3: насосным Н, турбинным Т и реактором Р (направляющим аппаратом), а также кольцевыми каналами 4, образующими вместе с колесами тороидальную полость, в которой циркулирует жидкость (направление ее циркуляции на рис. 3 показано стрелками). Отметим, что количество ступеней ГДТ определяется числом турбинных колес, расположенных в круге его циркуляции и соединенных между собой механической связью, т.е. вращающихся с одной частотой.

Центробежное насосное колесо Н жестко закреплено на ведущем (насосном) валу 1 (см. рис. 3), который, в свою очередь, через повышающий редуктор механически связан с коленчатым валом дизеля тепловоза. Таким образом, при работающем дизеле насосное колесо постоянно вращается с частотой $n_н$, пропорциональной частоте вращения вала дизеля n_e ($n_н \equiv n_e$), в том числе и при остановках локомотива.

Ведомый (турбинный) вал 2 ГДТ, на котором жестко закреплено турбинное колесо Т, посредством механической трансмиссии (системы зубчатых колес, муфт и карданных валов и т.п.) кинематически связан с колесными парами локомотива. При движении тепловоза турбинное колесо вращается с частотой $n_т$, пропорциональной частоте вращения колесных пар $n_к$ локомотива и, соответственно, скорости движения V локомотива ($n_т \equiv V$).

Третье лопастное колесо реактора Р — неподвижное. Оно обычно крепится болтами к корпусу 3 ГДТ. Кольцевые каналы неподвижного корпуса 3 ГДТ и межлопаточные каналы трех рабочих колес: насосного Н, турбинного Т и реактора Р образуют круг циркуляции ГДТ (см. рис. 3.).

Основные принципы передачи и преобразования энергии в ГДТ заключаются в следующем. Его круг циркуляции полностью заполняется рабочей жидкостью (обычно это — минеральное турбинное или индустриальное масло) с помощью отдельного питательного насоса. Насосное колесо Н (см. рис. 3), приводимое в движение валом дизеля тепловоза, вращается с частотой $n_н$ независимо от режима работы турбинного колеса 4 (между ними имеется зазор 5 — 10 мм) и сообщает энергию потоку жидкости, благодаря силовому воздействию на него вращающихся лопастей колеса.

Процесс взаимодействия лопастей насоса Н с потоком жидкости в ГДТ в целом мало чем отличается от работы центробежного насосного колеса Н гидродинамической передачи, схема которой представлена на рис. 2. Частицы жидкости движутся в межлопаточных каналах насоса ГДТ в направлении от входа лопасти к выходу, при этом гидравлическая (кинетическая) энергия потока, как и величина момента количества движения жидкости, увеличиваются, достигая максимальной величины на выходе из насосного колеса, т.е. при максимальной величине радиуса вращения данного объема жидкости. Отметим, что основы теории работы лопастных гидравлических машин (насосов и турбин) были заложены известным физиком Леонардом Эйлером (1707 — 1783 гг.), который в период 1727 — 1774 гг. жил и работал в России и являлся академиком Петербургской академии наук.

Траектория движения частиц жидкости в насосном колесе достаточно сложная, поскольку они не только вращаются вместе с колесом Н (переносное движение), но и перемещаются вдоль профиля его лопаток (относительное движение). В итоге направление и значение вектора скорости частиц в абсолютном движении $C_{2н}$ на выходе из насосного колеса определяется векторной суммой окружной и относительной скоростей. Величина внешнего момента $M_н$, под действием которого вращается насосное колесо ГДТ, всегда положительна.

Далее поток, имеющий абсолютную скорость $C_{2н}$ соответствующего направления и значения, поступает на вход турбинного колеса, на лопатках которого гидравлическая энергия жидкости преобразуется в механическую энергию вращения колеса Т с частотой вращения $n_т$ (см. рис. 3). Физический смысл этого преобразования энергии можно объяснить в упрощенном виде с помощью теории крыла самолета (теории Чаплыгина — Жуковского).

Рассмотрим этот процесс на примере работы одной лопасти турбинного колеса Т (рис. 4). Лопасть турбинного колеса спрофилирована таким образом, что длина S_2 ее выпуклой части больше длины S_1 вогнутой

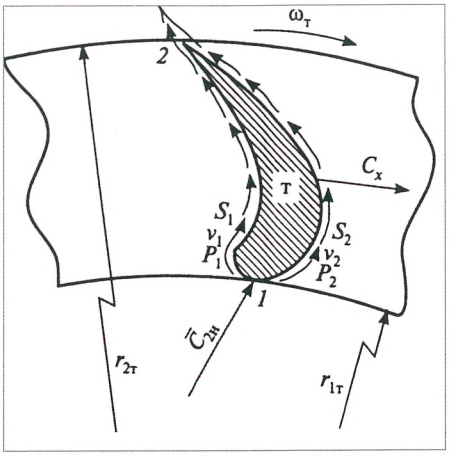


Рис. 4. Образование подъемной силы C_x на лопасти турбинного колеса гидротрансформатора:
S_1, S_2 — длина вогнутой и выпуклой частей лопасти соответственно; V_1, V_2 — скорости обтекания жидкостью вогнутой и выпуклой частей лопасти соответственно; P_1, P_2 — давления жидкости на вогнутой и выпуклой частях лопасти соответственно; $r_{1т}$, $r_{2т}$ — радиусы турбинного колеса на входе и выходе соответственно

части, т.е. $S_2 > S_1$. Поток жидкости начинает обтекать лопасть Т с обеих сторон со скоростью $C_{2н}$, при этом скорости движения частей потока вдоль выпуклой V_2 и вогнутой V_1 сторон лопасти будут разными, т.е. $V_2 > V_1$ (так как $V = S/t$ при $t = const$). Условие неразрывности потока жидкости можно записать в виде следующего равенства $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$. Из уравнения неразрывности потока жидкости следует, что сила давления P_1 жидкости на вогнутую часть лопасти будет больше силы давления P_2 на ее выпуклой части. В результате на лопасти Т возникает разность сил давлений $P_1 - P_2$ и, как следствие, так называемая подъемная сила C_x, момент которой заставляет вращаться лопасть и турбинное колесо в целом по часовой стрелке с угловой скоростью $\omega_т$ (см. рис. 4).

В турбине Т при движении потока жидкости от входа к выходу величина гидравлической энергии постепенно уменьшается, преобразуясь в механическую энергию вращения лопастного колеса Т. Вращающий момент $M_т$, создаваемый потоком жидкости на лопастной системе турбинного колеса, является отрицательной величиной и направлен в сторону, противоположную действию величины $M_н$.

После турбинного колеса жидкость совершает поворот в криволинейном кольцевом канале и проходит через реактор Р (см. рис. 3). Пройдя выходную кромку центростремительного реактора, жидкость вновь по криволинейному каналу подводится к входу в насосное колесо, т.е. к началу своего пути по кругу циркуляции.

Как отмечалось ранее, насосное и турбинное колеса связаны между собой только через рабочую жидкость. Для поддержания постоянства величины выходной мощности на валу дизеля N_e насосное колесо должно иметь неизменную частоту вращения и развивать постоянную мощность при любой нагрузке и частоте вращения турбины, которая, в свою очередь, соединена (посредством механической трансмиссии) с колесами локомотива. Такая стабильность режима работы насоса при любых режимах работы турбины обеспечивается неподвижным реактором, не производящим механической работы.

Роль реактора в ГДТ весьма велика. Во-первых, это неподвижное колесо с лопатками изменяет направление движения потока жидкости перед входом на насосное колесо таким образом, что обеспечивается постоянный угол натекания жидкости на входные кромки лопастей насоса вне зависимости от частоты вращения турбины и, соответственно, скорости движения локомотива. Другими словами, условия обтекания жидкостью входных кромок насоса в процессе работы ГДТ остаются постоянными.

Во-вторых, только благодаря этому неподвижному реактору происходит плавное, бесступенчатое преобразование вращающего момента $M_т$ (его трансформация) на выходном валу ГДТ и, соответственно, силы тяги на колесах колесных пар локомотива. При этом данное автоматическое преобразование (трансформация) величины $M_т$ при работе ГДТ примерно соответствует закону гиперболы, что принципиально важно для локомотивов.

Рассмотрим процесс трансформации величины $M_т$, зависящий, в первую очередь, от условий обтекания потоком лопастей реактора, к которому жидкость подводится от турбинного колеса. Вектор абсолютной скорости на выходе из турбины определяется суммой векторов окружной скорости, направленной по касательной в сторону вращения турбины, и относительной скорости, направленной по касательной к лопастям вблизи выходной кромки колеса Т. Как отмечалось ранее, величина окружной скорости $U_{2т}$ зависит только от частоты вращения турбины ($U_{2т} = \omega_т \cdot r_{2т}$), а так как турбинное колесо кинематически связано с колесными парами, то и от скорости движения локомотива. Следовательно, изменение скорости движения тепловоза с ГДТ неизбежно приводит к изменению направления вектора абсолютной скорости $C_{2т}$, с которой поток жидкости воздействует на неподвижные лопасти реактора.

Выделим три характерных режима работы пускового ГДТ, соответствующих троганию с места и разгону локомотива с гидравлической передачей.

① *Трогание тепловоза с места происходит при неподвижной турбине ГДТ.* Ее частота вращения $n_т$, передаточное отношение i и окружная скорость $U_{2т}$ равны нулю. Направление и величина вектора абсолютной скорости потока жидкости $C_{2т}$ будут совпадать и определяться только направлением относительной скорости, т.е. практически

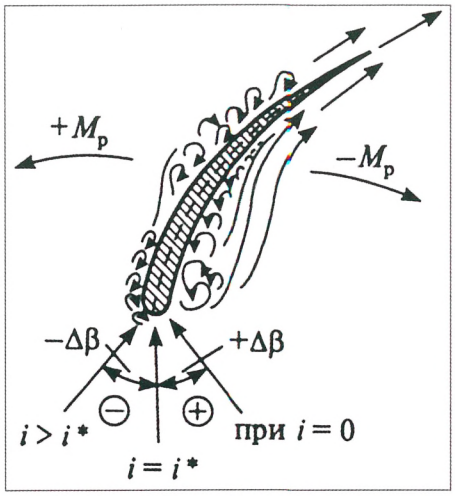


Рис. 5. Схема обтекания потоком жидкости лопасти реактора гидротрансформатора

совпадать с направлением касательной к средней линии лопасти турбины. На этом режиме работы ГДТ вектор абсолютной скорости потока жидкости на выходе из турбины $C_{2т}$ не будет совпадать с направлением касательной к лопасти реактора на его входе, а будет смещен в сторону вогнутой поверхности лопасти реактора на некоторый угол $+\Delta\beta$, условно называемый положительным углом атаки.

На рис. 5 стрелкой показано максимальное значение угла атаки $+\Delta\beta$, которое соответствует режиму работы ГДТ, когда отношение частоты вращения турбины $n_т$ к частоте вращения насосного колеса $n_н$ (или передаточное отношение, обозначаемое $i = n_т/n_н$) равно 0, т.е. когда турбина не вращается. В этом случае вращающий момент $+M_р$, создаваемый жидкостью на лопатках реактора, будет совпадать по направлению действия с вращающим моментом насосного колеса $+M_н$ и суммироваться с ним. Из равновесия системы рабочих колес ГДТ ($M_н + M_р - M_т = 0$) следует, что при трогании с места и разгоне локомотива вращающий момент на турбинном колесе $M_т$ будет наибольшим и определяться из следующего равенства:

$$M_т = M_н + M_р. \quad (1)$$

При дальнейшем увеличении скорости движения тепловоза угол атаки $+\Delta\beta$ и величина $+M_р$ плавно уменьшаются. В соответствии с равенством (1) также плавно уменьшается величина вращающего момента на турбинном колесе $M_т$. Характеристика $M_т = f(n_т)$ ГДТ

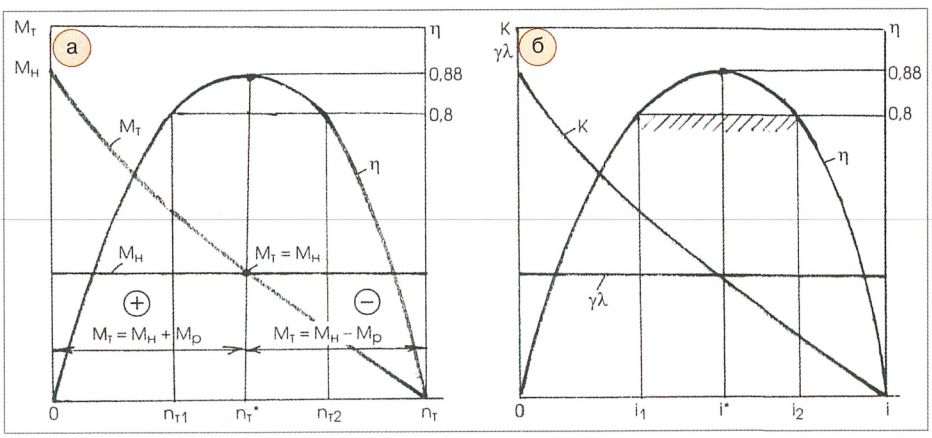


Рис. 6. Внешняя универсальная (а) и приведенная (б) характеристики тепловозного гидротрансформатора

в этом случае будет представлять кривую линию, называемую в математике гиперболой. Одновременно с уменьшением величины $M_т$ и угла атаки $+\Delta\beta$ будет плавно увеличиваться КПД ГДТ, достигая максимального значения лишь в одной точке — вершине параболы зависимости $n = f(n_т)$ (см. рис. 6).

② *Скорость тепловоза достигла значения, при котором турбина вращается с частотой* $n_т = n_т^*$ *(*$i = i^*$*),* а КПД ГДТ имеет максимальное значение (см. рис. 5 и 6). Этот режим работы (скорость) тепловоза соответствует безударному входу потока жидкости на лопатки реактора $\Delta\beta = 0$ и, соответственно, оптимальному (самому экономичному) режиму работы ГДТ ($n_т^*$). При безударном входе $\Delta\beta = 0$ вектор абсолютной скорости жидкости $C_{2т}$ практически совпадает с направлением касательной к средней линии лопасти реактора в зоне входной кромки. При $\Delta\beta = 0$ поток жидкости, обтекая лопатки реактора, не создает вращающего момента, т.е. $M_р = 0$. На этом режиме работы ГДТ момент количества движения потока жидкости не изменяется и, соответственно, не преобразуется величина вращающего момента $M_т$, т.е. $M_т = M_н$.

③ *Дальнейшее увеличение скорости движения тепловоза* сопровождается ростом частоты вращения турбины $n_т$ и ее величина становится больше параметра $n_т^*$, т.е. $n_т > n_т^*$ ($i > i^*$). Вектор абсолютной скорости постепенно смещается в сторону выпуклой (нерабочей) стороны лопасти реактора (см. рис. 5) в зону углов, которые называются отрицательными углами атаки ($-\Delta\beta$). В этом случае поток жидкости создает на лопастях реактора отрицательный вращающий момент $-M_р$, который будет действовать в противоположном направлении по отношению к входному моменту $M_н$. Вращающий момент на турбине $M_т$ на этом режиме работы ГДТ будет плавно уменьшаться:

$$M_т = M_н - M_р. \qquad (2)$$

Необходимо отметить, что лопасти реактора являются препятствием движению потока жидкости по кругу циркуляции ГДТ, т.е. применение реактора снижает экономичность гидромашины. Особенно снижается экономичность (КПД) ГДТ при работе на режимах, связанных с положительными и отрицательными углами атаки.

В целом для работающего в тепловозной передаче ГДТ всегда справедливо равенство:

$$M_т = M_н \pm M_р. \qquad (3)$$

Характеристики гидротрансформаторов. Свойства ГДТ характеризуются его внешними ($M_н$, $M_т$, $n_н$, $n_т$, η) и внутренними (напор — H, расход — Q) параметрами. Характеристики ГДТ обычно получают при стендовых испытаниях, а также расчетным путем.

Графическое изображение изменения вращающих моментов на турбинном $M_т$ и насосном $M_н$ колесах, а также КПД (η) ГДТ в зависимости от частоты вращения турбинного вала $n_т$ при номинальном режиме работы дизеля $n_{е\ ном}$ ($n_н$ = const) и постоянной вязкости рабочей жидкости, называется *внешней универсальной характеристикой* ГДТ. Обычно внешняя универсальная характеристика тепловозного ГДТ соответствует максимальной позиции рукоятки контроллера машиниста.

На рис. 6,а приведена внешняя универсальная характеристика ГДТ. На этой характеристике можно выделить две зоны. Первая зона 0 — $n_т^*$ (разгон тепловоза) характеризуется положительными углами атаки $+\Delta\beta$ на лопатки реактора; величины $M_н$ и $M_р$ совпадают по направлению и складываются, следовательно, $M_т > M_н$.

Вторая зона $n_т^*$ — $n_{т\ max}$ характеризуется отрицательными углами атаки $-\Delta\beta$. В этом диапазоне работы ГДТ величина выходного момента $M_т$ будет меньше вращающего момента $M_н$, приложенного к его насосному колесу, т.е. $M_т < M_н$, так как $M_т = M_н - M_р$. В точке $n_т^*$ на внешней универсальной характеристике ГДТ (см. рис. 6,а), соответствующей режиму безударного входа жидкости на реактор, моменты обоих вращающихся колес равны, т.е. $M_т = M_н$. Такой режим работы реактора также соответствует минимальным суммарным потерям энергии в ГДТ.

При расчетах внешних и внутренних параметров и проектировании тепловозных ГДТ часто используются их *приведенные (безразмерные) характеристики*, которые получают путем пересчета внешних универсальных характеристик ГДТ с использованием следующих соотношений: передаточное отношение $i = n_т/n_н$; коэффициент трансформации момента $к = M_т/M_н$.

Величины к и i связаны между собой через КПД ГДТ:

$$\eta = \frac{M_т n_т}{M_н n_н} = кi \qquad (4)$$

Энергоемкость ГДТ определяется из следующего выражения:

$$\gamma\lambda_н = \frac{M_н}{D_a^5 n_н^2}, \qquad (5)$$

где: D_a — активный диаметр ГДТ, м;

$n_н$ — частота вращения насосного вала, $мин^{-1}$.

Так как величина энергоемкости $\gamma\lambda_н$ ГДТ мала, то для удобства использования формулы (5) правую часть этого выражения умножают на 1000, а в расчеты включают параметр $\gamma\lambda\ 10^{-3}$.

Таким образом, внешняя безразмерная характеристика тепловозного ГДТ будет представлять графики трех зависимостей: $к = f(i)$, $\gamma\lambda = f(i)$, $\eta = f(i)$, которые показаны на рис. 6,б.

Передаточное отношение i^*, соответствующее максимальному значению КПД, называется оптимальным передаточным отношением ГДТ.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к любому типу тяговой передачи, КПД гидравлической передачи при работе тепловоза не должно снижаться ниже 80 %. Поэтому при выборе типа ГДТ для работы в многоциркуляционной гидропередаче тепловоза также оценивают такой важный параметр ГДТ, как диапазон его экономичной работы δ (см. рис. 6,б): $\delta = i_2/i_1$.

Пользоваться безразмерными характеристиками удобно при выборе ГДТ для совместной работы в передаче тепловоза, так как параметры этих характеристик почти не зависят от передаваемой мощности, размеров и частоты вращения насосного вала. Достоинством безразмерных характеристик также является и то, что они справедливы не только для одного типа ГДТ, но и для целого семейства геометрически подобных ему ГДТ.

Особенности работы гидромуфты. Гидродинамической муфтой (ГМ) называют гидромашину, обеспечивающую передачу энергии (мощности) от ведущего вала к ведомому посредством взаимодействия жидкости с лопастями без изменения величины вращающего момента.

Первая ГМ была запатентована профессором Г. Феттингером в 1905 г. Ее изобретение первоначально было обусловлено попыткой немецкого ученого упростить конструкцию ГДТ, убрав из нее источник заметных гидравлических потерь — реактор, и тем самым повысить КПД передачи. Первая отечественная гидромуфта была создана в 1929 г. и испытана профессором Ленинградского политехнического института А.П. Кудрявцевым.

Схема тепловозной тяговой ГМ приведена на рис. 7. Сразу же оговоримся, что поми-

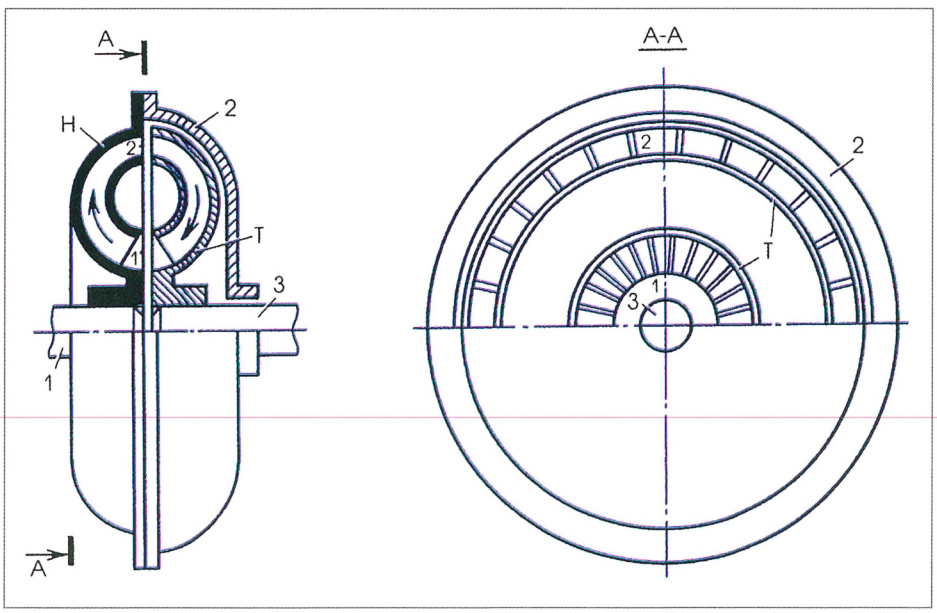


Рис. 7. Схема тепловозной тяговой гидромуфты:
1 — насосный вал; 2 — колокол; 3 — турбинный вал; Н — насосное колесо; Т — центростремительное турбинное колесо

мо тяговых гидромуфт в тепловозных гидропередачах широко применяются тормозные гидромуфты, имеющие несколько другое устройство и назначение.

Тяговая ГМ является простейшей гидравлической машиной и состоит из двух практически одинаковых лопастных колес: центробежного насоса Н и центростремительной турбины Т, имеющих прямые радиальные лопатки, а также вращающегося вместе с насосным колесом кожуха (колокола) 2, предотвращающего утечки рабочей жидкости из круга циркуляции ГМ. Таким образом, в ГМ нет неподвижного колеса — реактора, чем ее конструкция принципиальным образом отличается от устройства ГДТ.

Насосное колесо Н жестко закреплено на ведущем насосном валу 1 и через повышающий редуктор связано с коленчатым валом дизеля тепловоза. По аналогии с ГДТ, турбинное колесо Т гидромуфты закреплено на турбинном валу 3, имеет жесткую связь и вращается вместе с колесными парами тепловоза (см. рис. 7). Необходимо подчеркнуть, что обычно количество прямых радиальных лопаток в насосном колесе на две штуки больше, чем у турбинного колеса тяговой ГМ. Этим уменьшаются пульсация потока жидкости и возможность появления резонансных явлений в круге циркуляции ГМ.

Принцип действия тяговой гидромуфты состоит в следующем: вследствие вращения насосного колеса Н на каждую частицу жидкости действует центробежная сила, которая обеспечивает течение всей массы потока жидкости от входа 1 (центра) к выходу 2 (периферии) колеса (см. рис. 7). Таким образом, механическая энергия вала дизеля тепловоза, в виде вращающего момента $M_н$ приложенная к лопастям насосного колеса ГМ, преобразуется в кинетическую и частично в потенциальную энергию движущегося потока жидкости.

Траектория движения частиц жидкости в насосном колесе ГМ (по аналогии с ГДТ) будет определяться суммой векторов окружной и относительной скоростей, т.е. направлением и величиной вектора абсолютной $C_{2н}$ скорости для положения элементарной частицы жидкости, соответствующей выходу ее из насосного колеса Н.

Жидкость с абсолютной скоростью $C_{2н}$ поступает на радиальные лопатки турбинного колеса Т. Отдача потоком жидкости гидравлической энергии лопаткам турбины ГМ происходит как бы в два этапа. Сначала при попадании частицы жидкости на лопатку турбинного колеса происходит ее резкое ударное торможение от скорости $C_{2н}$ до скорости $C_{1тА}$. Этот процесс создает так называемую активную составляющую циркуляционного момента $M_{тА}$. Протекая по лопастям турбины, жидкость тормозится уже вследствие перехода ее частиц с большего радиуса входа на меньший радиус выхода из центростремительной турбины. При этом на лопатки турбины действуют силы Кориолиса и, как следствие, создается реактивный момент $M_т$. В тяговых ГМ, работающих при i = 0,85... 0,97, доля активной составляющей $M_{тА}$ незначительна (5 — 7 %) и работа турбины будет определяться реактивной составляющей циркуляционного момента $M_т$. В тормозных ТМ, при i < 0, наоборот — активная составляющая циркуляционного момента будет превалирующей.

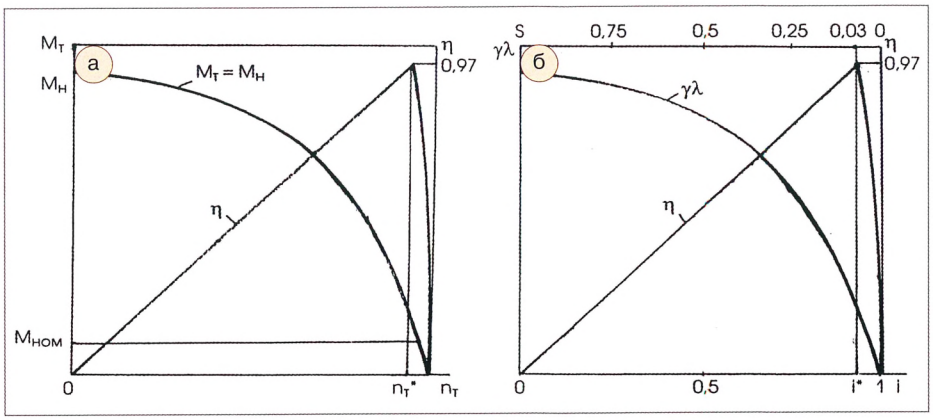


Рис. 8. Внешняя универсальная (а) и приведенная (б) характеристики тепловозной тяговой гидромуфты

Таким образом, условия входа потока на насосное колесо ГМ и обтекание его лопастей полностью зависят от параметров потока на выходе из турбины. Точно так же работа насосного колеса оказывает влияние на работу турбинного колеса. Поскольку в ГМ нет неподвижного реактора, воспринимающего разницу вращающих моментов на рабочих колесах, вращающие моменты на насосе и турбине ГМ равны ($M_т = M_н$), т.е. в ГМ нет трансформации момента при передаче энергии посредством жидкости.

Как известно, любое преобразование энергии связано с потерями, следовательно, $N_t < N_н$; $M_т n_т < M_н n_н$, соответственно, $n_т < n_н$ (так как для ГМ всегда справедливо равенство $M_т = M_н$). Другими словами, при работе ГМ турбинное колесо несколько «отстает» по частоте вращения от насосного. Разность между частотами вращения этих колес, отнесенная к частоте вращения насосного колеса, называется скольжением s ГМ:

$$s = \frac{n_н - n_т}{n_н} = 1 - i.$$

Характеристики гидромуфты. Различают универсальные (размерные) и приведенные (безразмерные) характеристики ГМ.

Значению максимального КПД (η = 0,97) и $n_т^*$ (или i^*) соответствует внешняя характеристика ГМ. Учитывая высокие способности ГМ к перегрузке дизеля, даже при незначительном снижении частоты вращения турбинного вала $n_т$, ГМ используют для тяги в сравнительно узком диапазоне изменения $n_т$ и i. На рис. 8,а представлена внешняя универсальная характеристика ГМ.

Для пересчета и построения безразмерных (приведенных) характеристик ГМ используют следующие уравнения: частота вращения турбинного вала $n_т = in_н$; КПД η = i (так как $M_т = M_н$). На рис. 8,б представлена внешняя приведенная характеристика ГМ. Как следует из рис. 8,б, с уменьшением скольжения s КПД η ГМ возрастает по линейной зависимости. При достижении величины скольжения s = 0,03 КПД ГМ достигает максимального значения, а затем резко падает до нуля (при s = 0 или i = 1).

Таким образом, при отсутствии скольжения s = 0 (при $n_т = n_н$) передача энергии между валами ГМ прекращается. Эксплуатация ГМ в качестве тяговой передачи по экономическим соображениям целесообразна в очень узком диапазоне изменения передаточного отношения i = 0,85... 0,97. Являясь абсолютно «прозрачным» гидроаппаратом, т.е. гидравлическим сцеплением, ГМ пригодна для использования в тяговых передачах при повышенных скоростях движения, когда не требуются заметные преобразования вращающего момента $M_т$ и силы тяги локомотива соответственно.

При заторможенном турбинном колесе $n_т = 0$ (или i = 0) величина вращающего момента $M_{гм}$ вырастает в 20 — 25 раз по сравнению с номинальным режимом $M_{ном}$ (см. рис. 8,а). Это свойство используется в тепловозных тормозных гидромуфтах (ТМ). Тепловозные ТМ работают в режиме динамического торможения, при котором энергия подводится к одному из рабочих колес (подвижному) от колесных пар тепловоза. Второе колесо ТМ — неподвижное, обычно крепится к корпусу ГДП. В этом случае вся подводимая энергия преобразуется в тепло рабочей жидкости, отводимое в холодильник. Понятия насосное и турбинное колеса в тормозных гидромуфтах обычно не используются.

Анализ экономических характеристик η = f(i) тепловозных ГДТ и ГМ (см. рис. 6 и 8) позволяет выделить их общий недостаток — применение каждого из них в передаче локомотива ограничено довольно узким диапазоном изменения передаточного отношения i и, соответственно, скорости движения тепловоза. Так, один ГДТ при условии, что КПД передачи тепловоза не должен снижаться ниже 80 %, имеет диапазон экономичной работы δ = 2, который соответствует диапазону изменения скорости движения локомотива примерно 30 — 50 км/ч, что явно недостаточно даже для работы промышленных тепловозов. Диапазон экономичной работы ГМ еще меньше. Следовательно, гидродинамическая передача локомотива должна состоять как минимум из двух гидроаппаратов, например ГДТ + ГМ, последовательно включаемых в работу. Применение в одной локомотивной передаче больше трех гидроаппаратов специалистами признано нецелесообразным из-за очень сложной конструкции главного вала передачи и, соответственно, снижения ресурса работы тепловоза в целом.

О совместной работе ГДТ и ГМ в тепловозных гидродинамических передачах и сферах применения таких типов передач на транспорте расскажем в следующей статье.

В.С. РУДНЕВ,
профессор МИИТа

ПАРОВОЗЫ ФД: ИСТОРИЯ «ЖЕЛЕЗНОГО ФЕЛИКСА»

Впервые идея применения на железных дорогах России паровозов типа 1–5–1 высказывалась в 1914 г., когда инженерами российского ведомства путей сообщения под руководством проф. Н.Л. Щукина обсуждался вопрос о выборе типа локомотива для заказов в Америке. Тогда остановились на паровозах типа 1–5–0, которые затем обозначили серией Е. В России же с 1915 г. стали массово выпускаться локомотивы серии Э типа 0–5–0.

К началу 1920-х годов перевозки на сети НКПС по сравнению с дореволюционным временем сильно сократились, что вызвало избыток паровозного парка. Промышленность была отчасти загружена выпуском паровозов серии Э, хотя и в них НКПС особой нужды не испытывал. Тем более, не было необходимости в создании более мощных грузовых локомотивов.

Однако ситуация изменилась с началом Первой пятилетки, когда руководством ВКП(б) был взят курс на форсированное развитие тяжелой и военной промышленности. Соответственно, стали расти и объемы перевозок на железных дорогах. Научно-исследовательский институт реконструкции тяги в 1930 г. разработал эскизный проект грузового паровоза типа 1–5–0 с нагрузкой на ось 20 т. В сентябре того же года проект был передан промышленности. Предполагалось, что именно такая машина станет перспективным локомотивом в СССР.

Грузовой паровоз был спроектирован со стандартным паровым котлом, который мог также применяться на пассажирском паровозе 1–4–1 и курьерском локомотиве типа 2–3–1. Все эти машины проектировались с учетом реальных возможностей советской промышленности и не требовали реконструкции депо. К сожалению, этим разумным планам не суждено было сбыться.

В 1930 — 1931 гг. в технической политике НКПС произошли коренные изменения: был взят курс на использование американского опыта конструирования паровозов, вагонов, а также устройств, применяемых в других отраслях железнодорожного хозяйства. Проводниками такой политики стали американские специалисты, которых НКПС за большие денежные вознаграждения приглашал в СССР как консультантов, а также советские инженеры, командированные в США. Разумеется, использовать отдельные американские конструкции было оправданно, но слепое копирование заокеанского опыта было недопустимо.

Проектирование и постройка паровозов $Т^{А}$ и $Т^{Б}$. Для изучения американского опыта с февраля по май 1930 г. в США работала комиссия, состоявшая из советских инженеров. Главнейшей задачей, поставленной перед отечественными специалистами, было изучение достижений американской техники в области паровозо- и вагоностроения и выбора наиболее соответствующих условиям железных дорог СССР типов подвижного состава. Результаты работы комиссии были опубликованы в виде отдельной книги. В ней члены комиссии кратко охарактеризовали ее значение: «Комиссия, еще будучи в Америке, проработала основные положения — вехи реконструкции советских железных дорог — и наметила новые типы подвижного состава, подлежащие внедрению на нашу сеть». В этой оценке нет никакого преувеличения — действительно, советское железнодорожное хозяйство более десяти лет (до лета 1941 г.) развивалось в рамках многих технических решений, предложенных этой комиссией НКПС.

Советские специалисты обратили внимание на то, что паровозы США имеют очень высокие осевые нагрузки, доходившие до 30 и более тонн. В основном такие мощные локомотивы эксплуатировались на магистралях, уложенных тяжелыми рельсами весом до 65 кг/м. Наряду с этим, комиссия осмотрела железную дорогу Great Northern, где локомотивы типа 1–4–1 с нагрузкой на ось в 25,65 т работали на относительно легких рельсах весом 37,5 и 38,75 кг/м. На более же тяжелых рельсах весом 45 кг/м обращались паровозы типа 1–5–1 с нагрузкой 31,5 т. Путь отличался лишь использованием большего числа шпал, число которых составляло до 2000 шт. на 1 км.

К сожалению, в этом отношении комиссия не достаточно глубоко изучила опыт Северной Америки. Например, не была учтена интенсивность движения на отдельных железнодорожных линиях, которая уже тогда в СССР была значительно выше, чем в США.

Комиссия сделала вывод, который, как позднее оказалось, был ошибочным: «На основании как данных практики, так и заключений американских специалистов можно считать установленным, что паровоз с давлением в 23 т на ось может быть допущен к обращению по рельсам II-А без ограничения скорости при обязательном условии лишь добавления шпал».

В современной системе обозначений рельсы II-А называются Р-38 (масса одного погонного метра составляет 38,416 кг). Идти же на смену рельсов и укладку более тяжелых типов руководство НКПС тогда не желало (да и не могло) по причине нехватки в стране металла и денежных ресурсов.

При публикации материалов о деятельности советских инженеров в США было отмечено: «Комиссия имела задание разработать паровоз с пятью спаренными осями с давлением на сцепную ось не выше 23 т; вес состава — до 3000 т на 9 ‰ подъеме при скорости 15 км/ч и по площадке с тем же составом 45 — 50 км/ч».

Проектирование паровозов для СССР было поручено заводам «Балдвин» и «АЛКО» (Американская локомотивная компания). Первая из этих фирм проектировала локомотив типа 1–5–1, обозначенный затем серией $Т^{Б}$, а вторая — машину типа 1–5–2 серии $Т^{А}$. Затем было заказано по 5 паровозов каждой серии, т.е. всего 10 локомотивов.

При разработке конструкции этих машин были определены их основные технические особенности:

- паровозная рама брускового типа с прочным креплением;
- котел и топка должны быть выполнены американской конструкции, топка должна быть радиального типа;
- арматуру на котле следовало применить американскую и расположить ее так, как это принято в США;
- применить автоматическую топочную дверцу Франклина;
- воздушный реверс должен быть системы «Вагонет»;
- коллектор перегревателя с многоклапанной коробкой;
- пароперегреватель Элеско-Е;
- поршневые дышла с круглыми и плавающими головками.

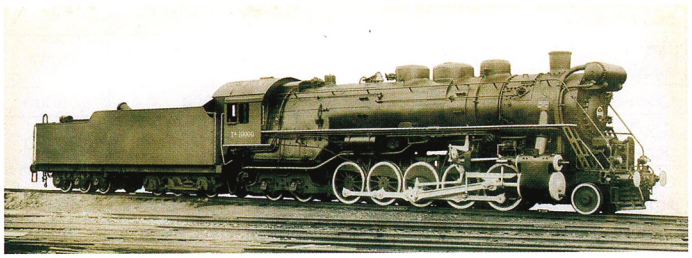
Помимо этого, было определено, что паровозы должны иметь стокеры типа ВК, водоподогреватели Элеско и бустеры системы Бетлехем.

Особо оговаривалось, что американские заводы должны были передать советской стороне на кальке все детальные и сборочные чертежи локомотивов. Благодаря этому условию договоров заказчик получал всю конструкторскую документацию еще до постройки самих паровозов.

В процессе разработки чертежей американским инженерам стало видно, что в заданные весовые характеристики им не уложиться. Получалось, что осевые нагрузки у паровозов будут не 23, а 27 тонн. Американские заводы своевременно проинформировали об этом советских инженеров, находившихся в США, но никакой реакции с их стороны не последовало. Тем самым они фактически согласились с несоответствием весовых характеристик ранее оговоренным требованиям.

Из переписки, которую вели советские специалисты, следует, что их интересовало главным образом выполнение сроков поставки паровозов и конструкторской документации к ним.

В 1931 г. локомотивы были изготовлены и морским путем отправлены на судах в Ленинградский морской порт. Здесь они были выгружены и установлены на железнодорожные пути.



Паровоз $Т^{А}$ № 10000 постройки завода «АЛКО» (США) для СССР (1931 г.). Фото из коллекции Д.А. Оленцевича

Испытания и эксплуатация паровозов $Т^{А}$ и $Т^{Б}$. В ноябре 1931 г. американские машины поступили в эксплуатацию на Екатерининскую дорогу, где их испытывали и изучали. Один из паровозов ($Т^{А}$ № 10003) был сразу отправлен на Луганский завод для ознакомления с ним специалистов данного предприятия. Там он находился около полутора лет, и лишь затем был передан в эксплуатацию. И это не удивительно, поскольку существовали планы организовать здесь выпуск локомотивов подобного типа.

К числу недостатков американских локомотивов, поступивших в СССР, относили чрезмерную влажность пара и бросание воды вследствие недостаточного парового пространства. У американских машин влажность пара в коллекторе была 8 % по сравнению с 4,5 % у отечественных паровозов серии Э. Такие конструктивные особенности локомотивов США обусловлены стесненностью габарита и большим диаметром котлов.

Казалось бы, в специально спроектированных для СССР паровозах этих недостатков можно было бы избежать, но, видимо, в силу привычки и традиций американские конструкторы эти возможности высокого габарита в полной мере не использовали. Так, паровозы $Т^{А}$ и $Т^{Б}$ имели лишь немного большие паровые пространства, чем у машин, строившихся для дорог США. Бросание воды на локомотивах $Т^{Б}$ наблюдалось чаще, чем на паровозах $Т^{А}$, так как последние имели паросушители более удачной конструкции.

На паровозах, построенных в США для СССР, имелась полная возможность по габариту применить высокие паровые колпаки (подобно паровозам серий $Е^{Л}$ и Э), но американские конструкторы поставили низкие паровые колпаки, аналогичные тем, что используются на магистралях США. Остается вопрос, почему советские специалисты, находившиеся в США, допустили это?

Испытания показали, что КПД котлов американских локомотивов находился в пределах 40 — 45 %, в то время как у паровозов серии Э он достигал 65 %. Столь невысокая тепловая экономичность котлов паровозов $Т^{А}$ и $Т^{Б}$ была вызвана огромным уносом угля в трубу, вызванным стокерным отоплением и отсутствием смачивания угля. В США аналогичные паровозные котлы работали с гораздо более высоким КПД, который находился в пределах 54 — 70 %, так как там применялись сортированные битуминозные угли, а не тощие, как в СССР.

Примененный на локомотивах $Т^{А}$ поверхностный водоподогреватель Элеско показал себя удовлетворительно, хотя зимой наблюдалось замораживание конденсата у насоса водоподогревателя. По своим характеристикам в плане повышения температуры воды подогреватель Элеско показал примерно такие же результаты, как и другие устройства того же назначения, применявшиеся в СССР того времени.

Интересные результаты были получены при испытаниях бустеров, т.е. вспомогательных паровых машин, установленных на передних тележках тендеров локомотивов $Т^{А}$ и $Т^{Б}$. Оказалось, что пользоваться бустером можно лишь при высоких форсировках котла и скоростях от 10 до 20 км/ч. При углях, использовавшихся на Екатерининской дороге, бустер истощал котел паровоза за 5 — 10 мин. Экономичность паровой машины бустера была почти в два раза ниже, чем самого паровоза.

Установленные на приобретенных для СССР локомотивах, бустеры Бетлехем имели нереверсивные паровые машины, т.е. могли работать только при движении паровоза вперед. Соответственно, во избежание поломки включать бустер можно было лишь только тогда, когда паровоз уже тронулся. Таким образом, бустер был целесообразен лишь для магистралей, имеющих крутые, но короткие подъемы. Не удивительно поэтому, что в СССР, где стремились строить паровозы, пригодные для эксплуатации на всей сети или ее значительной части, бустеры распространения не получили.

Американские паровозы были оборудованы термосифонами Николсона. Проведенные испытания не выявили каких-либо достоинств этих устройств. Вместе с тем, термосифоны, расположенные сравнительно недалеко от парового колпака, повышали влажность пара.

В отношении уравновешивания, т.е. размещения противовесов на сцепных колесных парах, советские специалисты пришли к выводу о том, что паровоз $Т^{Б}$ в этом отношении вполне приемлем. В то же время, массы противовесов на паровозе $Т^{А}$ были выбраны нерационально и локомотив был уравновешен неудовлетворительно.

Турбины, использовавшиеся на американских локомотивах, работали безотказно, в связи с чем полагали желательным использовать такие турбогенераторы и на отечественных паровозах.

Наконец, нельзя не упомянуть случай взрыва котла паровоза $Т^{А}$ № 10002, который произошел в конце октября 1933 г. в конце подъема в 7 ‰ перед станцией Письменной. Стоит отметить, что данный паровоз считался лучшим по своему состоянию. Инженер Д.В. Новов описывал данное происшествие так: «Помощник, услышав перед тем шум в топке и заглянув в нее, крикнул: «спасайся» и выпрыгнул в окно при скорости около 40 км/ч. Машинист же, выглядывавший в этот момент в окно, вдруг услышал страшный гул, наподобие орудийного, и увидев вместо паровоза облако пара, дал тормоз. Но воздуха уже не было, и паровоз сразу остановился сам».

Виновниками происшествия была назначена паровозная бригада локомотива $Т^{А}$ № 10002, но Д.В. Новов полагал, что нужно искать более серьезные причины, касающиеся конструкции самого локомотива. По его мнению, причиной взрыва могла стать неудовлетворительная конструкция подвижных анкерных болтов, установленных в первых четырех рядах от огневой коробки. Концы этих болтов после расклепки образовывали маломерные головки, которые из-за своей слабости не могли удерживать потолок топки. Сыграло свою роль и то, что на паровозах $Т^{А}$ котлы работали на давление 17 атм., что было значительно выше, чем у паровозов других серий.

По результатам испытаний был сделан вывод о том, что для дальнейшей постройки в СССР стоит рекомендовать серию $Т^{А}$, но при этом нужно спроектировать заново его котел, увеличив паровое пространство.

Проектирование серии ФД. В начале 1930 г. Объединенное государственное политическое управление при СНК СССР (ОГПУ) «в порядке помощи» НКПС организовало Техническое бюро по реконструкции железнодорожного транспорта под руководством Г.И. Благонравова. В данной организации работали репрессированные инженерно-технические работники. В конце апреля 1931 г. ОГПУ разработало эскизный проект нового паровоза типа 1–5–1 с нагрузкой от сцепных колесных пар 20 т. В дальнейшем этот локомотив был обозначен серией ФД в честь Феликса Дзержинского.

Рабочий проект этой машины был разработан двумя организациями: ОГПУ и Центральным локомотивопроектным бюро Наркомата тяжелой промышленности. К проектированию приступили 1 мая 1931 г. и через 100 рабочих дней проект был завершен. В дальнейшем этот факт и затем быстрая постройка первого экземпляра ФД20-1 представлялась как торжество «социалистических методов труда» и большое достижение. На самом деле такая спешка была совершенно не оправдана, поскольку реконструкция Луганского завода была еще не завершена, и серийно строить такие паровозы завод в тот период не мог. К тому же вполне логично в период создания новой машины было включить и испытания ФД20-1 и последовавшее затем конструктивное изменение некоторых важных его частей.

В августе 1931 г. рабочие чертежи новой машины были переданы в цехи Луганского завода. Но из-за реконструкции предприятия к постройке опытного образца пришлось привлечь еще несколько заводов.

Коснемся основных принципов, положенных в основу проектирования ФД. Конструкторы ФД отмечали: «23-тонный паровоз не мог быть принят в качестве стандартного товарного паровоза ближайшего времени, как перенапрягающий существующий рельсовый путь и не могущий полностью использовать свою силу тяги». Сила тяги на крюке была ограничена 18 тоннами. Исходя из этого получалось, что сцепной вес должен быть 100 т, а при наличии пяти сцепных колесных пар осевая нагрузка соответствовала 20 т. Сила тяги на ободе колеса при этом составляла бы 20000 кг, что на 18 % больше чем у паровозов серии $Э^{У}$.

С целью повышения провозной способности линий авторы проекта ФД решили увеличить скорость локомотива на расчетном подъеме с 12 км/ч у паровоза серии Э до 18 км/ч у новой машины. В сочетании с желанием отапливать паровоз углями среднего качества конструкторы приходили в выводу о том, что новый локомотив должен быть типа 1–5–1 и иметь колосниковую решетку площадью 7 м^2.

При конструировании ФД использовалась конструкторская документация на паровозы серий $Т^{А}$ и $Т^{Б}$, а также других паровозов, строившихся американскими фирмами. Вместе с тем, ФД отнюдь не являлся вариантом какого-либо американского паровоза, а представлял собой заново спроектированный локомотив. При этом использовались стандарты заводов «Балдвин» и «АЛКО».

Перед советскими конструкторами по сравнению с американской практикой паровозостроения стояли более суровые ограничения. Во-первых, конструкцию паровоза необходимо всемерно облегчить, чтобы достигнуть осевой нагрузки 20 т. А, во-вторых, паровоз следовало вписать в низкий габарит германских железных дорог. Последнее требование было обусловлено военными целями и ухудшило конструкцию паровоза.

Можно сказать, что отказ от использования всех преимуществ высокого габарита железных дорог СССР при проектировании ФД стал технической ошибкой. Что касается военного применения ФД, то высокие осевые нагрузки, сложность конструкции в годы Второй мировой войны не позволили широко использовать эти машины на прифронтовых магистралях.

На паровозах ФД была запроектирована брусковая рама, расчеты которой были выполнены на основе норм фирмы «Балдвин», а также фактических напряжений в рамах паровозов серии $Е^{Л}$, выпущенных тем же предприятием. Фактически рамы ФД были выполнены из прямоугольных брусьев размером 11125×870×130 мм. Рамные листы соединялись между собой буферным брусом, цилиндровой отливкой, междурамными скреплениями, а также передней опорой топки. В задней части главных брусьев были закреплены хвостовики рамы, продолжавшиеся под топку.

На ФД20-1 все ведущие колесные пары были выполнены спицевыми. Первая и пятая сцепные колесные пары были спроектировали с поперечным разбегом по 25 мм в каждую сторону и возвращающими устройствами. Это было сделано для улучшения вписывания в кривые. Локомотивы выполнили с верхним рессорным подвешиванием, что упрощало его конструкцию.

Ведущие колесные пары были расположены равномерно с расстоянием 1625 мм между соседними колесными парами. Применялась передняя одноосная тележка Бисселя с колесами диаметром 900 мм.

Технические характеристики паровозов $Т^{Б}$, $Т^{А}$ и ФД

Характеристики	$Т^{Б}$	$Т^{А}$	ФД
Осевая формула	1–5–1	1–5–2	1–5–1
Конструкционная скорость, км/ч	65		65 (позднее 85)
Общая колесная база паровоза без тендера, мм	12195	12860	12370
Длина паровоза с тендером по буферам, мм	28777	29357	28967
Сцепной вес по проекту, кг	115000		100000
Вес паровоза без тендера в рабочем состоянии, кг	152000	168000	134400
Общая испаряющая поверхность котла, м^2	340	380,9	295,16
Высота паровоза, мм	5115	4950	4650
Рабочее котловое давление, кгс/ см^2	14	17	15
Площадь колосниковой решетки, м^2	7,34	8,0	7,04
Диаметр сцепных колес, мм	1520		1500
Число цилиндров	2		
Диаметр цилиндров, мм	700		670
Ход поршня	760		770
Модуль силы тяги, кгс	33900	41300	34056
Запас угля в тендере, т	21		22
Запас воды в тендере, т	44		
Диаметр колес тендера, мм	914		1050

Задняя поддерживающая тележка у паровозов ФД была типа Дельта и применялась в двух вариантах конструктивного исполнения. Первые два локомотива ФД оснащались тележкой первого варианта, серийные машины — тележкой второго варианта.

Необходимость проектирования второго варианта была обусловлена рядом причин. Среди них можно назвать необходимость понижения тележки, усиления слабых мест тележки первого варианта, а также требование унификации отдельных деталей с паровозами ИС.

Для паровоза ФД был спроектирован хорошо развитый котел со стальной топкой радиального типа. От медной топки отказались как по причине дефицита меди в СССР, так и из опасений в прочности огневой коробки значительных размеров. Топка была спроектирована с камерой догорания. Крепление огневой коробки в соответствии с практикой паровозостроения было выполнено постановкой жестких связей и подвижных связей Тэта.

Цилиндрическая часть котла была выполнена из четырех барабанов. В соответствии с традициями русского паровозостроения сухопарник был установлен на первом барабане, хотя в США его ставили на втором, а иногда и на третьем. Из-за спешки сухопарник на ФД20-1 изготовили сварным, а начиная с паровоза ФД20-2 — цельноштампованным.

В котле были установлены элементы мелкотрубного пароперегревателя Элеско-Е, заимствованного от паровозов серий $Т^{А}$ и $Т^{Б}$. Как показала дальнейшая практика эксплуатации паровозов ФД, это решение было далеким от оптимального.

Паровоз ФД20-1 был оборудован водоподогревателем. ФД20-2 и серийные машины этой серии выпускались в дальнейшем без водоподогрева.

(Окончание следует)

Инж. **Ю.Л. ИЛЬИН**, г. Санкт-Петербург

Читайте в ближайших номерах:

- Развитие отечественного локомотивостроения
- Эффективность локомотивов: реальность и перспективы
- Профилактика утомляемости локомотивных бригад
- Организация работы машиниста-инструктора по принципу перераспределения обязанностей
- Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация: памятка машинисту
- Устранение неисправностей в электрических цепях электровозов ЧС7
- Изменения в схемах электровозов ЭП1, ЭП1М
- Особенности конструкции дизеля тепловоза ТЭМ14
- Школа молодого машиниста

ЭЛЕКТРОВОЗ 2ЭВ120-001: ИДУТ ИСПЫТАНИЯ

В Научно-испытательном центре АО «ВНИИЖТ» (ст. Щербинка) всесторонне проверяют работу узлов, систем и оборудования нового двухсистемного грузового электровоза 2ЭВ120 («Князь Владимир»), построенного ООО «Первая Локомотивная Компания» (г. Энгельс). Проектом воплощены самые современные технические решения и технологии. При этом его концепция разработана на основе анализа особенностей грузовых перевозок в России и за рубежом для безотцепочного вождения грузовых поездов на участках дорог как переменного, так и постоянного тока.

Исследованы воздействие локомотива на рельсовый путь, проведены климатические испытания кабины машиниста, на усталостную прочность рамы тележки, заводские пусконаладочные работы как на переменном, так и постоянном токе. В полном объеме выполнена программа приемосдаточных испытаний. В апреле электровоз 2ЭВ120-001 поступил на Экспериментальное кольцо АО «ВНИИЖТ», где осуществлены пусконаладочные работы со скоростями до 120 км/ч, его предварительно подготовили для передачи на сертификационные и приемочные испытания.

В ходе опытных поездок проверяли тяговые и тормозные характеристики, уровень нагревания основного тягового оборудования, другие технические показатели. Результаты испытаний в целом подтвердили соответствие нового электровоза требованиям технического задания по ключевым параметрам. В конце мая он выполнил пробег 5 тыс. км на постоянном и переменном токе. Частично локомотив эксплуатировали резервом в режиме «собственной» нагрузки со скоростями до 120 км/ч, а частично — с грузовым составом массой 8000 т, развивая скорость до 80 км/ч.

С 1 июня был начат комплекс приемочных и сертификационных испытаний, которые планируется завершить к концу 2016 г. Чтобы сократить общие сроки испытаний, в августе к ним присоединится второй опытный локомотив 2ЭВ120-002. Более подробно о ходе испытаний электровоза 2ЭВ120-001 и его особенностях читайте на с. 40 этого номера журнала.

На фото (слева направо, сверху вниз):

- электровозы 2ЭВ120-001 и 002: идут пусконаладочные работы на заводской испытательной станции;
- испытаниями систем пневматического торможения электровоза руководит научный сотрудник АО «ВНИИЖТ» Н.М. Валуйский;
- режимы работы новому локомотиву задает машинист-испытатель Экспериментального кольца ВНИИЖТа С.А. Московкин;
- испытания на соударение в условиях заводского пути проводят сотрудники АО «ВНИИЖТ»

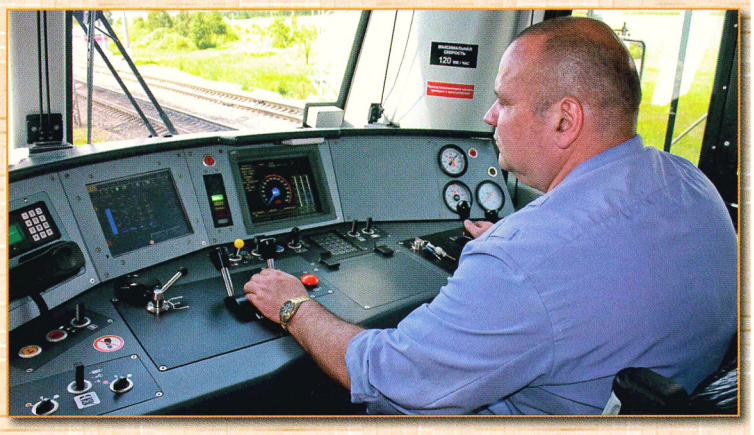


Фото В.И. Карянина и ООО "Первая Локомотивная Компания"

ДЕПО ПЕТРОЗАВОДСК — 100 ЛЕТ!

Работники локомотивного депо Петрозаводск недавно торжественно отметили вековой юбилей своего предприятия. Основанное как мастерские по ремонту паровозов и вагонов Олонецкой железной дороги, депо достойно прошло сложный путь превращения в крупную эксплуатационную и ремонтную базу Северо-Западного региона страны. Об истории коллектива и его сегодняшнем дне читайте на с. 10 — 12.

На снимках (сверху вниз, слева направо):

- **трудовой коллектив и гостей праздника поздравили начальник производственного участка Петрозаводск Октябрьской дирекции по ремонту тягового подвижного состава А.Н. Егоров, начальник сервисного локомотивного депо «Петрозаводск» В.Л. Зуборев, начальник оборотного эксплуатационного локомотивного депо Петрозаводск В.К. Катаров, председатель профсоюзной организации депо А.К. Безлюдов, директор филиала «Северо-Западный» ООО «ТМХ-Сервис» А.Б. Ярчевский;**
- **цех ТР-3 и СР маневровых тепловозов;**
- **пункт технического обслуживания локомотивов;**
- **цех ТО-3 и ТР-1 тепловозов;**
- **участок металлообработки.**

ISSN 0869 — 8147, Локомотив, 2016, № 7, 1 — 48

Индекс 71103 (для организаций — 73559)