

020.463.01
291



О.Ф. ГОРНОВ
Н.В. МАКСИМОВ, А.В. МЕЙЕНДОРФ
Ч.С. ОЗЕМБЛОВСКИЙ
В.В. САВЧЕНКО

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

**О. Ф. ГОРНОВ, Н. В. МАКСИМОВ,
А. В. МЕЙЕНДОРФ, Ч. С. ОЗЕМЬЛОВСКИЙ,
В. В. САВЧЕНКО**

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

***ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ***

**Под общей редакцией канд. техн. наук,
доц. О. Ф. ГОРНОВА**

**Утверждено
Главным управлением учебными заведениями
МПС в качестве учебника для студентов высших учебных
заведений железнодорожного транспорта**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТРАНСПОРТ»
МОСКВА, 1968**

Эксплуатация и ремонт подвижного состава электрических железных дорог. Горнов О. Ф., Максимов Н. В., Мейендорф А. В., Озембловский Ч. С., Савченко В. В. Изд-во «Транспорт», 1968. 1—344

В книге даны общие сведения о локомотивном хозяйстве железных дорог. Изложены способы обслуживания поездов локомотивами и локомотивов бригадами. Приведены показатели использования локомотивного парка, организация работы электроподвижного состава на линии; описаны локомотивные депо электрических железных дорог. В разделе ремонта рассмотрены общие вопросы организации ремонта электроподвижного состава, надежности его работы, применения методов сетевого планирования и управления в ремонтном производстве. Описаны текущее содержание и депо ремонт электроподвижного состава. В разделе заводского ремонта освещено назначение заводов по ремонту электроподвижного состава, организация производства и внутризаводское планирование. Описан ремонт механической части электроподвижного состава, электрических машин и тяговых трансформаторов, электрической аппаратуры. Изложены вопросы безопасности труда при эксплуатации и ремонте электроподвижного состава.

Книга утверждена Главным управлением учебными заведениями МПС в качестве учебника для высших учебных заведений железнодорожного транспорта по специальности «Электрификация железных дорог», специализации «Подвижной состав электрических железных дорог».

Рис. 211, табл. 45, библи. 23.

3—18—2
103—68

Олег Феодосиевич Горнов, Николай Васильевич Максимов, Аполлинарий Владимирович Мейендорф, Чеслав Сигизмундович Озембловский, Всеволод Викторович Савченко

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
Редакторы О. Д. Горчакова, Н. М. Криворучко

Технический редактор Л. В. Воробьева

Корректор И. М. Лукина

Сдано в набор 20/III 1968 г.

Подписано к печати 3/IX 1968 г.

Формат бумаги 70×108¹/₁₆. Печатных листов 22 (2 вкл.) (условных 30,8) Бум. листов 11
Учетно-изд. листов 34,22. Тираж 6 000 Т07984. Изд. № 1—1—1/5 № 51596 Зак. тип. № 2070

Цена 1 р. 20 к.

Переплет 20 коп.

Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Б. Переяславская, 46

ОТ АВТОРОВ

С момента выхода в свет первого издания настоящего учебника прошло более семи лет. За это время на электрифицированных дорогах произошли большие изменения. Протяженность магистральных линий с электрической тягой составила к 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции более 28 тыс. км, в том числе на переменном токе около 10 тыс. км. В 1967 г. 44,6% общего грузооборота железных дорог выполнено электровозами. К началу 1968 г. на электрическую тягу было переведено 29 тыс. км железных дорог. Достигнут значительный технический прогресс в локомотивном хозяйстве. Усовершенствованы тяговые электрические машины и аппараты, мощность тягового двигателя электровоза возросла до 800 кВт, а опытных вентилях — до $1\,000 \div 1\,400$ кВт, разрабатываются системы автоматического управления электроподвижным составом. Скорости движения пассажирских поездов увеличились до 160 км/ч, в ближайшей перспективе предстоит освоение скоростей до 200 км/ч.

Депо электрифицированных железных дорог превратились в крупные, хорошо оснащенные ремонтные предприятия с высокой индустриальной культурой производства и научной организацией труда. Не случайно, что именно коллектив электровозного депо Рыбное Московской дороги одним из первых на железнодорожном транспорте применил методы сетевого планирования при ремонте локомотивов.

На основе решений сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС в электродепо и на ремонтных заводах с успехом внедряется прогрессивная система планирования и экономического стимулирования производства.

Все эти изменения нашли отражение во втором издании учебника, который написан в соответствии с программой курса «Эксплуатация и ремонт подвижного состава электрических железных дорог». Изложение в книге построено с учетом того, что студенты изучили такие специальные дисциплины, как «Тяговые электрические машины», «Конструкция и динамика электроподвижного состава» и др., но, как правило, не обладают достаточным практическим опытом и поэтому нуждаются в разъяснении некоторых положений, которые очевидны для командира производства или инженерно-технического работника.

Вместе с тем, как этого требует программа курса, учебник содержит теоретические положения по содержанию подвижного состава электрических железных дорог, но не включает в себя всех деталей технологического процесса ремонта.

В книгу включен также материал, необходимый студентам для дипломного и курсового проектирования. Поскольку для студентов специализации «Подвижной состав электрических железных дорог» читается курс «Организация и планирование предприятий», по которому должен быть выпущен учебник, в этой книге рассмотрены только те вопросы организации и планирования производства, без освещения которых нельзя достигнуть целостности изложения материала, входящего в программу дисциплины «Эксплуатация и ремонт подвижного состава электрических железных дорог».

Раздел охраны труда также касается только наиболее важных и специфических вопросов обеспечения безопасности при обслуживании и ремонте электроподвижного состава.

Книгу написали:

канд. техн. наук доц. Горнов О. Ф. — § 9 I главы, главы V и XIII;

канд. техн. наук доц. Максимов Н. В. — главы I, II, III, общие вопросы сетевого планирования в главе VI;

доц. Озембловский Ч. С. — главы IV и VII;

инж. Мейендорф А. В. — главы VI, VIII, IX, XI, XII;

инж. Савченко В. В. — главу X.

Параграфы по научной организации труда, планированию и экономическому стимулированию в депо написаны канд. экон. наук доц. Гриненко Я. Ф.

Авторы выражают благодарность д-ру техн. наук проф. Исаеву И. П., канд. техн. наук Кабенину Н. Г., инж. Томфельду Л. П. и канд. техн. наук Скибе И. Ф. за их ценные замечания по содержанию рукописи настоящего учебника.

Все пожелания и замечания по книге будут приняты с благодарностью, просьба направлять их по адресу: Москва, Б-174, Басманный туп., 6а. Изд-во «Транспорт».

Эксплуатация подвижного состава электрических железных дорог

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛОКОМОТИВНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И ПАРКЕ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

§ 1. Сведения о локомотивном хозяйстве

Железнодорожный транспорт обеспечивает основную долю перевозок грузов и пассажиров в нашей стране. Перевозочную работу на железнодорожном транспорте выполняют электровозы, тепловозы и частично паровозы, а в пассажирских перевозках, кроме того, участвуют электропоезда. Содержание электроподвижного состава в исправном состоянии и его техническое обслуживание обеспечивается деятельностью специальных предприятий и подразделений, имеющих необходимые сооружения, устройства и оборудование. Эти предприятия и подразделения в совокупности образуют локомотивное хозяйство железных дорог, включающее в себя:

- основные локомотивные депо;
- оборотные депо и пункты оборота локомотивов;
- экипировочные устройства;
- сооружения и устройства энергетического хозяйства;
- склады топлива;
- устройства водоснабжения;
- базы запаса локомотивов;
- восстановительные поезда;
- специализированные ремонтные мастерские.

Основное депо — самостоятельное хозрасчетное предприятие, имеющее приписной парк локомотивов для выполнения поездной и внепоездной работы, а также необходимые технические средства для ремонта и обслуживания локомотивов.

Наименование депо (локомотивное, электровозное, паровозное, моторвагонное) присваивает министр путей сообщения, исходя из характера приписанных тяговых средств.

Оборотные депо (пункты оборота) не имеют приписного парка электроподвижного состава и предназначены для экипировки, технического осмотра и мелкого ремонта локомотивов. Объем работ по обслуживанию локомотивов устанавливают в зависимости от местных условий и типа обращающихся локомотивов.

Экипировочные устройства предназначены для снабжения локомотивов песком, топливом, водой, смазочными и обтирочными материалами. Сюда же относятся устройства для осмотра и очистки подвижного состава. Склады топлива и устройства водоснабжения на электрифицированных участках служат для снабжения топливом и водой тепловозов и паровозов, работающих на этих же или примыкающих участках, а также для обслуживания производственных предприятий транспорта и работников железной дороги.

Энергетическое хозяйство объединяет электростанции, принадлежащие железным дорогам, понизительные и тяговые подстанции, контактную сеть, линии питания и электропередачи и наружные электросети. Основным подразделением энергетического хозяйства является энергоучасток.

Базы запаса локомотивов создают для хранения и технического надзора за состоянием локомотивов, содержащихся в запасе МПС.

Восстановительные поезда формируют для ликвидации последствий аварий и крушений. Эти поезда оснащают подъемным оборудованием и тяговыми средствами и размещают в пунктах, установленных МПС.

Специализированные мастерские организуют, как правило, для ремонта различного оборудования (станков, электродвигателей, кранов) и узлов подвижного состава (например колесных пар), для нужд всей дороги.

Управление локомотивным хозяйством в настоящее время организовано по территориально-отраслевому принципу. Железнодорожная сеть разделена на дороги, являющиеся основными административно-хозяйственными единицами железнодорожного транспорта. Дороги, в свою очередь, разделены на отделения — основные линейные хозяйственные подразделения дороги. Управление дороги и отделения дороги руководят производственно-хозяйственной и финансовой деятельностью подчиненных им предприятий и подразделений (рис. 1).

Оперативно-техническое руководство осуществлено по отраслевому признаку, для чего в управлениях дорог организованы службы локомотивного хозяйства, а в отделениях — отделы локомотивного хозяйства.

Высший орган управления железнодорожным транспортом — Министерство путей сообщения, в составе которого для руководства отраслевыми хозяйствами есть главные управления (например, по локомотивному хозяйству — Главное управление локомотивного хозяйства — ЦТ МПС).

ЦТ МПС разрабатывает технические задания на проектирование перспективных типов локомотивов, оформляет заказы на постройку новых локомотивов, составляет задания на разработку и проектирование устройств и оборудования локомотивного хозяйства.

Для обеспечения плана перевозок ЦТ МПС совместно с Главным управлением движения (ЦД МПС) составляет планы размещения локомотивного парка по дорогам, разрабатывает нормы использования локомотивов, техни-

ческие мероприятия по улучшению использования локомотивов и обеспечению безопасности движения и организует выполнение этих мероприятий.

В целях регламентации содержания локомотивного парка ЦТ МПС разрабатывает правила и технологические процессы ремонта локомотивов, модернизации отдельных узлов и деталей. Кроме того, ЦТ МПС участвует в разработке норм расхода топлива, энергии, материалов на тягу поездов и ремонт, в материально-техническом обеспечении предприятий локомотивного хозяйства, а также выполняет другие работы, предусмотренные действующими положениями и приказами МПС.

Служба локомотивного хозяйства дороги (Т) осуществляет техническое руководство предприятиями и организациями локомотивного хозяйства и разрабатывает мероприятия по совершенствованию технологии, внедрению передового опыта, развитию локомотивного хозяйства и повыше-

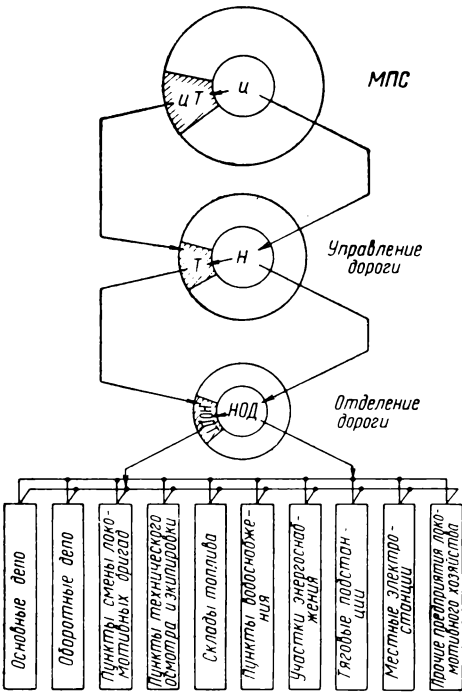


Рис. 1. Схема управления локомотивным хозяйством

нию безопасности движения поездов. Служба организует контроль за выполнением этих мероприятий, а также заданий, составляемых совместно с плановым отделом дороги.

Локомотивный отдел отделения дороги (НОДТ) организует работу подчиненных предприятий и осуществляет контроль за их деятельностью. На локомотивные отделы возложены: организация труда локомотивных бригад, обеспечение выполнения норм пробега локомотивов между профилактическими осмотрами и различными видами ремонта, а также нормирование расхода топлива и электроэнергии. На особо крупных отделениях дорог руководство энергетическим хозяйством осуществляют отделы (НОДЭ). Ответственность за обеспечение поездов локомотивами, оперативное регулирование локомотивным парком и выполнение норм его использования возложена на ЦД МПС, службы движения дорог и отделы движения отделений дороги.

§ 2. Парк электроподвижного состава железных дорог СССР и его учет

Парк электроподвижного состава (ЭПС) учитывают по следующим пяти группам (рис. 2): инвентарный; в распоряжении дороги (депо); вне распоряжения дороги (депо); эксплуатируемый; неэксплуатируемый.

В инвентарный парк электроподвижного состава дороги (депо) входят все электровозы и электросекции, состоящие на балансе депо данной дороги, независимо от места их нахождения.

Электровозы или электропоезда из инвентаря одной дороги в инвентарь другой передаются по указаниям Главного управления локомотивного хозяйства МПС. Парк между депо одной дороги перераспределяется по указанию начальника дороги. Однако на передачу локомотивов ведущих серий внутри дороги должно быть получено разрешение ЦТ МПС. Локомотив, переданный на другую дорогу (депо), числится в инвентаре сдавшего депо до получения телеграммы начальника депо назначения о прибытии локомотива и принятии его на учет. Локомотив, прибывший в депо как в порядке передачи, так и при поступлении от промышленности, должен быть поставлен на учет не позднее 24 ч с момента прохода контрольного поста депо.

Локомотив, по действующему положению, исключают из инвентаря в случае повреждения в таком объеме, что стоимость восстановления превышает 60% первоначальной стоимости и при невозможности восстановления рамы кузова. Исключению подлежат также опытные образцы ЭПС, эксплуатация, ремонт или модернизация которых экономически нецелесообразна. Подвижной состав считают исключенным из инвентаря после утверждения акта установленной формы министром путей сообщения или его заместителем.

Парк в распоряжении дороги (депо) состоит из электровозов и электропоездов инвентарного парка и временно прикомандированных за вычетом парка вне распоряжения дороги (депо). Парк в распоряжении дороги (депо) состоит из эксплуатируемого и неэксплуатируемого.

Парк электроподвижного состава вне распоряжения дороги (депо) включает в себя электровозы и электропоезда, сданные дорогой (депо) в аренду отдельным предприятиям, откомандированные на другие дороги (депо), а также находящиеся в запасе МПС и резерве управления дороги (для депо).

Эксплуатируемый парк составляют электровозы и электропоезда, находящиеся во всех видах работы, под техническими операциями, на технических осмотрах в пределах нормы простоя и в ожидании работы в пунктах основного, оборотного депо и на станциях смены локомотивных бригад.

Электровозы, находящиеся в работе, учитывают по следующим семи группам: пассажирские; грузовые; передаточные и вывозные; подталкивающие; маневровые; хозяйственные; прочих видов движения и работы.

Электровозы, занятые в пассажирском и грузовом движении, составляют поездной парк; в остальных пяти видах движения или работы — внепоездной

Наименование парка	Прикомандированные с других дорог (депо)	Исправные локомотивы										Неисправные локомотивы				Запас и ре- зерв		Откомандированные на другие дороги (депо)			
		В движении и работе						В техническом осмотре	Ожидающие работы	Временно отсталенные по неравномерности движения	В приемке-сдаче и переме- щении	В ремонте и ожида- нии	В заводском	В деповском	В профилактическом осмотре	В пересылке	Ожидающие исключения из инвентаря		Резерв управления дороги	Запас МПС	Арецованные
Инвентарный																					
В распоряжении:																					
дороги																					
депо																					
Вне распоряжения:																					
дороги																					
депо																					
Эксплуатируемый																					
Неэксплуатируемый																					

Рис. 2. Распределение парка электроподвижного состава по группам учета в зависимости от состояния и вида работы

парк. Передаточными называют локомотивы, работающие между станциями одного узла, вывозными — обслуживающие поезда, обращающиеся между сортировочными или участковыми станциями и станциями с большой грузовой работой, расположенными вне пределов узла. Маневровые локомотивы предназначены для формирования и расформирования поездов, подачи вагонов к местам погрузки и выгрузки, на ремонт, сортировку грузов и т. п. Хозяйственное движение обслуживает нужды дороги. Сюда относятся поезда для перевозки балласта, рельсов, шпал, снеговые, водяные и пр. Удельный вес электровозов, занятых на маневрах, в хозяйственном движении и на прочих видах работы, крайне невелик.

Неэксплуатируемый парк включает в себя как исправный, так и неисправный подвижной состав.

В число исправных локомотивов входят:
отставленные по неравномерности движения;
находящиеся в процессе приемки-сдачи и пересылки в холодном состоянии;
находящиеся под модернизацией и оборудованием (между плановыми ремонтами);
резерв управления дороги.

В группу неисправных включают локомотивы:
ожидающие ремонта и профилактического осмотра;
находящиеся в ремонте и на профилактическом осмотре;
находящиеся в пересылке;
ожидающие исключения из инвентаря.

По неравномерности движения локомотивы отставляют при уменьшении размеров движения по приказу отделения дороги. Минимальный срок отставления электровоза по неравномерности движения 12 ч, максимальный — 10 суток. Если электровоз будет введен в работу ранее 12 ч простоя, он будет числиться в эксплуатируемом парке. По истечении 10 суток простоя электровоз перечисляют в резерв управления дороги. Электровозы, отставленные по неравномерности движения, должны содержаться в депо приписки. На участках большой протяженности по указанию ЦТ МПС могут быть установлены и другие пункты отстоя.

Учет наличия и состояния локомотивов выполняют на отчетный час в физических единицах и в среднем за сутки, декаду или более длительный срок в локомотиво-сутках.

Все изменения в наличии и состоянии локомотивного парка отражают в настольном журнале дежурного по депо. В этом журнале указывают время принятия на учет или снятия локомотива с учета и переход его из одного состояния в другое. Время, указанное в журнале, является исходным при разработке отчетности по локомотивному парку.

Основанием для внесения записи в журнал дежурного по депо являются: маршрут машиниста, график постановки подвижного состава в ремонт, книга готовности локомотивов к работе, акты на приемку, передачу в аренду или постановку подвижного состава в запас МПС или в резерв и некоторые другие документы.

§ 3. Запас МПС и резерв управления дороги

Для выполнения правительственных заданий по перевозкам, обеспечения новых депо необходимым количеством электроподвижного состава и пополнения парка дорог при увеличении размеров движения на железных дорогах СССР создается запас Министерства путей сообщения и резерв управления дороги. В запас и резерв отставляют как электровозы, так и электропоезда.

Запас МПС комплектуют на дорогах по планам, утвержденным МПС и устанавливающим количество локомотивов и электропоездов постоянного и переменного тока, подлежащих постановке в запас, с распределением по сериям и срокам постановки.

В запас МПС могут быть поставлены электровозы и электропоезда, имеющие пробег после заводского или подъемочного ремонта не менее 1 000 и не более 100 000 км. Прокат бандажей колесных пар электровозов может быть не более 2 мм, а для электропоездов 3 мм.

Электроподвижной состав не должен находиться в запасе более одного года, поскольку при большем сроке состояние оборудования, несмотря на консервацию, может ухудшиться.

Перед постановкой в запас МПС электровозы и электропоезда консервируют в соответствии с Инструкцией МПС для предохранения от атмосферных воздействий и влияния других факторов. Должны быть выключены все рубильники (рубильники аккумуляторных батарей, переключатели генераторов, рубильники усиленной зарядки аккумуляторных батарей), разъединители силовой и вспомогательной цепей, отключатели двигателей, разъединители шин и вентиля преобразовательных установок на электроподвижном составе переменного тока. Ножи и зажимы этих аппаратов, а также силовые и блокировочные контакты других аппаратов смазывают техническим вазелином. Жалюзи, окна и двери плотно закрывают, вентиляционные каналы и отверстия в остовах тяговых двигателей заглушают. Бункера песочниц освобождают от песка. Буксовые, моторно-осевые подшипники и кожуха зубчатой передачи заправляют смазкой.

Трущиеся и обработанные детали, а также шарнирные соединения покрывают защитной смазкой. Аккумуляторную батарею снимают и хранят в особом помещении.

Надежность консервации и состояние частей подвижного состава проверяют порядком и в сроки, устанавливаемые соответствующей инструкцией МПС. При необходимости по приказу начальника дороги выполняют обкатку электроподвижного состава запаса МПС резервом или с поездом пробегом 100—300 км.

Подвижной состав запаса МПС содержат на базах запаса МПС. Изъятие электровозов и электропоездов из запаса выполняют по распоряжению министра или его заместителя, ведающего локомотивным хозяйством. Время их подготовки к отправлению с поездом после получения распоряжения не должно превышать летом 12, а зимой 24 ч.

Резерв управления дороги комплектуют по нормам, установленным начальником дороги. Порядок постановки в резерв, консервации, прохождения проверок и ввода в эксплуатацию из резерва тот же, что и для подвижного состава запаса МПС. Распоряжение о вводе подвижного состава резерва в работу дает начальник дороги.

Требования к подвижному составу, отставляемому в резерв управления дороги, по отдельным техническим условиям менее жестки, чем для запаса МПС. В частности, прокат бандажей для электровозов должен быть не более 3 мм, для электропоездов — не более 4 мм. Допуски износа ответственных частей и деталей для электрического подвижного состава должны соответствовать нормам малого периодического ремонта.

Максимальный срок пребывания подвижного состава в резерве не ограничивают, а определяют техническим состоянием и потребностями эксплуатационной работы. Локомотивы резерва управления дороги содержат на путях, выделенных указанием начальника отделения дороги. Как правило, ими служат пути основного депо.

СПОСОБЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЕЗДОВ ЛОКОМОТИВАМИ И ЛОКОМОТИВОВ БРИГАДАМИ. ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА

§ 4. Способы обслуживания поездов локомотивами; тяговые плечи и участки обращения

Электровозы при обслуживании поездов обращаются на участках различной протяженности, примерно от 100 до 1 200—1 500 км. Участки работы локомотивов длиной 100—130 км в грузовом движении (и приблизительно вдвое больше в пассажирском) сложились в процессе развития железных дорог в зависимости от возможностей паровозов и получили название тяговых плеч.

Тяговое плечо — это участок железнодорожной линии между основным и оборотным депо, на котором локомотив следует без отцепки от поезда, а локомотивная бригада без смены. Со станции оборотного депо локомотив возвращается по плечу с поездом обратного направления, обслуживая таким образом за рейс пару поездов.

Локомотивы основного депо могут обслуживать прилегающие плечи как в одном, так и в нескольких направлениях (рис. 3). Способ обслуживания поездов локомотивами по тяговым плечам называют также плечевой ездой.

В настоящее время плечевую езду применяют на участках, с одной стороны примыкающих к крупным узлам, в которых подавляющее число поездов подвергается расформированию, а с другой — имеющих тепловозную или паровую, а также электрическую тягу на ином роде тока.

Основной недостаток плечевой езды — частые отцепки локомотивов от поездов и заходы их на территорию депо, вызывающие значительные потери времени. При этом горловины и пути станций дополнительно заняты маневровыми передвижениями локомотивов.

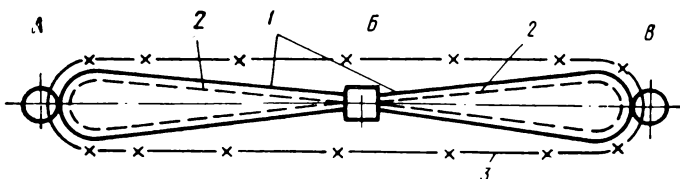
В целях повышения использования локомотивов и снижения их простоев на станциях основного депо в случае, если оно расположено между пунктами оборота, применяют кольцевую езду. При работе по кольцу (см. рис. 3) локомотив проходит станцию основного депо без отцепки от состава со сменой локомотивных бригад на станционных путях. Экипировку и техническое обслуживание локомотива выполняют в пунктах оборота. В депо электровоз заходит только для осмотра и ремонта (по действующим нормам).

Указанный способ эксплуатации локомотивов является вариантом плечевой, поскольку локомотивы удаляются от депо приписки по-прежнему только на длину тягового плеча и их обслуживают бригады того же депо.

Способность электровозов совершать пробеги между осмотрами и экипировками по 700—1 000 км (а в ряде случаев и более) привела к принципиально новым формам эксплуатации. Электровозы работают на участках обращения, намного превышающих длину прежних тяговых плеч. Участки обращения могут находиться в пределах двух и более дорог и обслуживаются бригадами различных депо.

Рис. 3. Схема плечевой езды:

Б — основное депо; А и В — пункты оборота; 1 — рейсы электровоза по тяговым плечам БА и БВ; 2 — рейсы электровозных бригад; 3 — рейсы электровоза при кольцевом варианте



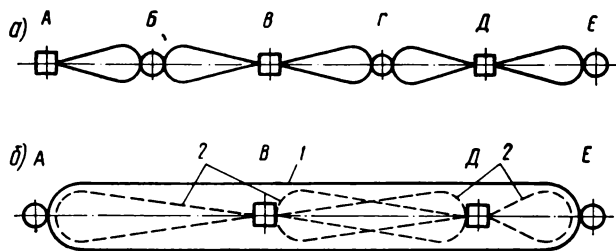


Рис. 4. Схема организации работы электровозов на направлении А—Е:

а—обслуживание плечевым способом; б—участок обращения электровозов; 1—рейс электровоза на участке обращения; 2—участки работы локомотивных бригад

Участок обращения — направление железнодорожной линии, обслуживаемое локомотивами одного или нескольких депо по единому графику. Обязательным признаком участка обращения служит наличие пункта смены бригад, где происходит передача локомотива бригаде из другого депо.

При работе на участках обращения электровоз не обязательно должен проходить весь участок в обе стороны, как тяговое плечо, а может в зависимости от характера грузопотока оборачиваться на любой из участковых станций. Расстояние между пунктами смены локомотивных бригад, а также этими пунктами и станциями основного и оборотного депо (пункта оборота) называют участком работы локомотивных бригад. В большинстве случаев эти участки соответствуют прежним тяговым плечам.

Рассмотрим в качестве примера направление А—Е (рис. 4). Переход на новые методы эксплуатации позволяет в данном случае организовать обслуживание направления локомотивами двух депо В и Д вместо трех (А, В и Д). Прежние тяговые плечи АВ и ВВ, ВГ и ГД удлинены и превращены в участки работы локомотивных бригад АВ и ВД. Основное депо А становится оборотным, а оборотные депо В и Г закрываются. Поскольку закрытие депо и изменение участков работы локомотивных бригад приводит к изменению необходимого числа последних, во избежание перемены местожительства бригад можно предусмотреть накладные участки работы (В—Д).

Если направление имеет ответвления или параллельный ход, то совокупность всех этих участков при обслуживании их локомотивами одного или нескольких депо по единому графику называют зоной обращения локомотивов (рис. 5). В данном случае станция основного депо А₁ является одновременно пунктом оборота для электровозов, приписанных к депо А₂. Станции смены бригад С₁—С₄ могут служить пунктами оборота для локомотивов, обслуживающих поездов, следующие до этих участковых станций.

Выбор длины тяговых плеч и участков обращения, а также участков работы локомотивных бригад оказывает большое влияние на технико-экономические и эксплуатационные показатели работы дороги. Длина тягового плеча или участка обращения влияет на среднесуточный пробег и производительность локомотивов, величину эксплуатируемого парка, маршрутную скорость движения поездов и в зависящей от нее части на оборот вагона. Количество основных и оборотных депо, контингент работников, размеры капиталовложений и эксплуатационные расходы тесно связаны с принятой схемой обслуживания поездов локомотивами.

В общем случае длина тягового плеча или участка обращения определяется степенью тяготения локомотива к основной ремонтной базе, величиной пробега между экипировками и ремонтами и скоростью движения поездов. Последняя, в свою очередь, зависит от мощности локомотива и характера профиля пути.

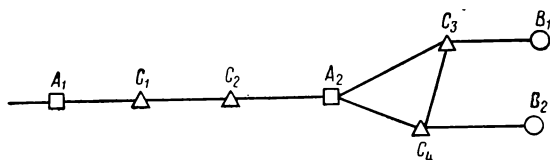


Рис. 5. Схема зоны обращения локомотивов:

А₁, А₂—станции основного депо; В₁, В₂—пункты оборота; С₁—С₄—станции смены локомотивных бригад

При установлении участков работы бригад на участках обращения решающим фактором является продолжительность непрерывной работы бригады.

При переводе линии на электротягу в большинстве случаев длина тяговых плеч может быть значительно увеличена. Однако в реальных условиях приходится учитывать сложившееся расположение сортировочных и участковых станций, размещение предприятий локомотивного хозяйства и местожительство локомотивных бригад.

Решение об удлинении или изменении границ тяговых плеч должно основываться на технико-экономических расчетах. Основными критериями при сравнении вариантов должны являться использование электровозов, производительность труда, обеспечение надлежащих условий труда и отдыха локомотивных бригад, эксплуатационные расходы и капитальные вложения, связанные с перестройкой существующей системы.

Тяговые плечи принято делить на короткие и длинные. Этим понятиям на участках и в зонах обращения соответствуют участки работы бригад I и II категорий. Коротким тяговым плечом называют такой участок линии, на котором локомотивная бригада обслуживает пару поездов без отдыха в пункте оборота. На длинном тяговом плече бригада работает в течение установленного времени непрерывной работы при следовании в одном направлении. В пункте оборота бригаде предоставляется отдых (подробно см. § 6).

Наибольшая длина (в км) короткого тягового плеча (участка работы бригад I категории) определяется из условия

$$T_{\text{нбр}} = \frac{2L_{\text{макс}}}{v_y} + t' + t'',$$

откуда

$$L_{\text{макс}} = 0,5v_y(T_{\text{нбр}} - t_{\text{пз}}),$$

где $T_{\text{нбр}}$ — продолжительность непрерывной работы бригады, ч;

$L_{\text{макс}}$ — наибольшая длина тягового плеча, км;

t' — время работы бригады в пункте основного депо по отправлению и прибытию, ч;

t'' — время работы бригады в пункте оборота, ч;

v_y — средняя участковая скорость поезда при следовании в обоих направлениях, км/ч;

$t_{\text{пз}} = t' + t''$ — подготовительно-заключительное время бригады, ч.

Из формулы следует, что при регламентированном времени непрерывной работы бригады $T_{\text{нбр}}$ величина $L_{\text{макс}}$ зависит от участковой скорости v_y и подготовительно-заключительного времени $t_{\text{пз}}$. Первая зависит от системы организации движения на участке, а второе — от способа обслуживания локомотивов бригадами и уровня эксплуатационной работы, в первую очередь — от качества планирования поездной работы.

Наибольшая протяженность длинного тягового плеча (участка работы бригад II категории) определяется аналогично:

$$T_{\text{нбр}} = \frac{L_{\text{макс}}}{v_y'} + \frac{t' + t''}{2},$$

откуда

$$L_{\text{макс}} = v_y'(T_{\text{нбр}} - 0,5t_{\text{пз}}),$$

где v_y' — участковая скорость поезда при следовании в более трудном направлении, км/ч; остальные обозначения те же, что и для коротких тяговых плеч.

В данном случае принято, что подготовительно-заключительное время бригады за поездку в одну и другую сторону одинаково и равно $0,5 t_{\text{пз}}$. В действительности это время при следовании туда и обратно может быть различным; оно зависит от местных условий.

Однако принятое допущение не может существенно изменить длину тягового плеча.

Сопоставление полученных результатов показывает, что длинное тяговое плечо больше удвоенной величины короткого на $0,5 v_y t_{\text{пз}}$. Таким образом, эффективность удлинения тяговых плеч повышается с увеличением участковой скорости и в тех случаях, когда велико подготовительно-заключительное время.

Одновременно при длинных тяговых плечах улучшаются условия труда и отдыха локомотивных бригад, о чем подробно будет сказано в § 6.

В практике работы железных дорог с целью удлинения тяговых плеч локомотивов при сокращении времени непрерывной работы бригад применялась подменная езда, при которой бригада, выехавшая из основного депо, сдавала на одной из промежуточных станций локомотив подменной бригаде. Последняя вела поезд до пункта оборота и обратно, причем длина участка подмены выбиралась так, чтобы время работы подменной бригады было близким к норме отдыха основной бригады в пункте подмены. В настоящее время в связи с повышением скоростей движения и внедрением сменной езды этот способ используют в исключительных случаях.

До 1955 г. на железных дорогах СССР применялась исключительно плечевая езда (включая кольцевой вариант). После опытов, проведенных в 1956—1957 гг., была организована работа электровозов в пределах двух отделений одной дороги (б. Омской) на участке длиной 635 км с обслуживанием сменными бригадами.

Начиная с 1960—1961 гг. такую систему эксплуатации электровозов применяют на всех электрифицированных дорогах. Участки обращения электровозов при этом часто находятся в границах двух и трех дорог (Мариинск — Зима 1 222 км, Москва — Иловайское 1 163 км и др.).

Границы участков обращения следует устанавливать, исходя из того, что наибольший эффект в использовании локомотивов может быть получен при следовании их без отцепки от состава. Поскольку дальность следования состава определяется характером грузопотока и планом формирования поездов, очевидно, что, во-первых, границы участка обращения локомотивов должны совпадать с сортировочными станциями, перерабатывающими большую часть грузопотока, и, во-вторых, план формирования должен обеспечивать организацию вагонопотока в поезда, требующие минимума переработок в пути следования.

При эксплуатации электровозов на участках обращения с обслуживанием сменными бригадами система текущего содержания и ремонта локомотивов (см. гл. VII) должна обеспечивать их исправность и бесперебойную работу на линии. Поэтому длина участков обращения должна соответствовать в то же время установленным пробегам, определяемым по срокам работы между техническими осмотрами при заданной участковой скорости, т. е.

$$l_{yo} = \sum t_{yi} v_{yi} \leq L_{\text{то}},$$

где l_{yo} — длина участка обращения, км;

t_{yi} — время нахождения локомотива на участках работы бригад, ч;

v_{yi} — участковая скорость по участкам, км/ч;

$L_{\text{то}}$ — пробег локомотива между техническими осмотрами, км.

При этом технические осмотры должны быть организованы на конечных станциях участка обращения. В целях ликвидации отцепок электровозов для выполнения плановых ремонтов и облегчения регулирования парка электровозов при изменении размеров движения целесообразно иметь основное депо на конечных станциях участка.

§ 5. Локомотивные бригады и их состав

Локомотивная бригада назначается для управления локомотивом или электропоездом и его обслуживания в объеме, предусмотренном соответствующими инструкциями МПС. Возглавляет бригаду машинист, являющийся ответственным за состояние локомотива и деятельность остальных членов бригады.

На электроподвижном составе локомотивная бригада состоит, как правило, из двух человек: машиниста и его помощника. При работе электровозов по системе многих единиц назначают второго помощника машиниста.

Общие обязанности работников локомотивных бригад, их права и ответственность регламентированы должностной инструкцией МПС. К работе на локомотивах и электропоездах допускают лиц не моложе 18 лет, признанных медицинской комиссией годными по состоянию здоровья и выдержавших испытания по кругу своих обязанностей.

Подготовку локомотивных бригад осуществляют профессионально-технические училища и дорожно-технические школы. Профессионально-технические училища готовят помощников машиниста и слесарей-ремонтников; дорожно-технические школы — машинистов из числа помощников машиниста и помощников машиниста из числа слесарей депо. В обоих случаях слушатели дорожно-технических школ должны иметь стаж работы и слесарную квалификацию в соответствии с указаниями МПС.

Право самостоятельного управления локомотивом (электропоездом) присваивает дорожная квалификационная комиссия с выдачей свидетельства установленного образца (форма ТУ-123). К испытаниям на право самостоятельного управления допускают помощников машиниста, имеющих необходимое образование, квалификацию слесаря и стаж работы действующим помощником машиниста. Стаж определяется пробегом локомотива, исчисляемым в километрах, за время работы на нем в указанной должности. Для лиц, окончивших институты и техникумы тяговой специальности, норма пробега в качестве действующего помощника машиниста снижена.

Испытания на право самостоятельного управления состоят из:

предварительного теоретического испытания в комиссии депо, имеющего целью проверить готовность экзаменуемого к последующим испытаниям; практического испытания — пробной поездки с поездом нормального веса в пределах установленного участка работы бригад;

теоретического испытания в дорожной квалификационной комиссии.

Существующим положением установлены звания машиниста I, II и III классов. Класс I является высшим. Присваивают очередной класс после сдачи установленных теоретических испытаний при условии работы в течение двух лет без аварий и брака. При переходе на другой вид тяги (например, с паровой или тепловозной на электрическую) лица, имеющие право управления, обязаны сдавать испытания в полном объеме. Допустима подготовка машинистов в индивидуальном порядке по отдельным договорам или без отрыва от производства в специально организованных группах при депо. Такая форма наиболее целесообразна для лиц, имеющих специальное техническое образование.

Испытания на должность помощника машиниста проводит комиссия при локомотивном депо.

Назначение на должность машиниста из числа помощников машиниста, имеющих право управления, и перемещение машинистов на более ответственную работу (с маневров на поездную работу, с грузовых на пассажирские поезда) производится в соответствии со списками старшинства, т. е. в зависимости от класса квалификации и стажа работы машиниста, а для помощника машиниста — в зависимости от времени получения права самостоятельного управления. Помощник машиниста, имеющий диплом инженера тяговой специальности, получает право на занятие должности машиниста вне очереди.

Лишение права управления — наиболее строгая административная мера взыскания за тяжелые проступки. Применять эту меру имеют право начальник дороги и начальник отделения дороги с объявлением в приказе.

Для помощи в повышении квалификации локомотивных бригад, обучения их передовым методам эксплуатации и обслуживания локомотивов, контроля за соблюдением бригадами требований Правил технической эксплуатации и инструкций при вождении поездов и маневровой работе в штате депо есть машинисты-инструкторы. На эту должность назначают, как правило, инженеров и техников тяговой специальности, имеющих достаточный опыт работы в качестве машиниста и обеспечивающих по своим личным данным наилучшее выполнение перечисленных обязанностей.

§ 6. Организация труда и отдыха локомотивных бригад

Из непрерывной круглосуточной работы железнодорожного транспорта вытекает необходимость обеспечения локомотивными бригадами поездов, отправляющихся в течение суток. В силу этого для поездных бригад нельзя установить постоянное время начала и окончания работы и ее продолжительность. Для бригад, обслуживающих маневровые, вывозные и хозяйственные локомотивы, организованы сменные дежурства с фиксированным временем смены. Однако и здесь из-за некратности установленной продолжительности рабочего дня и длительности смены (12 или 8 ч) нельзя применить общепринятые в промышленности графики сменной работы.

Для локомотивных бригад установлено суммарно-помесячное нормирование рабочих часов и учет их выработки. Порядок работы и отдыха локомотивных бригад определяется Положением о рабочем времени и времени отдыха работников железнодорожного транспорта, утвержденным Государственным комитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы и Секретариатом ВЦСПС 3 ноября 1960 г.

Месячную норму рабочих часов определяют на каждый календарный месяц. Для этого нужно умножить число рабочих дней в месяце на установленную продолжительность рабочего дня и вычесть часы сокращения работы в предвыходные и предпраздничные дни. При планировании среднемесячную норму часов рассчитывают по формуле

$$\tau_{\text{срм}} = \frac{1}{12} [\tau_{\text{д}} (312,86 - \partial') - \Delta\tau_{\text{д}} (52,14 + \partial'')],$$

где $\tau_{\text{д}}$ — установленная продолжительность рабочего дня, ч;

$\Delta\tau_{\text{д}}$ — сокращение рабочего дня в предвыходные и предпраздничные дни, ч;

∂' — количество праздничных и предпраздничных дней в году, не совпадающих с выходными и предвыходными днями;

∂'' — количество предпраздничных дней в году, не совпадающих с выходными и предвыходными днями;

$\left. \begin{matrix} 312,86 \\ 52,14 \end{matrix} \right\}$ — среднее количество рабочих и общевыходных дней в году.

Согласно положению разрешается сверхурочная работа локомотивных бригад не более 24 ч в месяц. Общее число часов сверхурочной работы за год не должно превышать 120 ч. Продолжительность непрерывной работы локомотивных бригад определяют для каждого участка исходя из местных условий. В свою очередь, будучи установленной положением или другими документами, она влияет на величину участка работы локомотивных бригад.

Для локомотивных бригад пассажирских и грузовых поездов продолжительность непрерывной работы устанавливают, как правило, в размере 7—8 ч. На участках скоростного движения (120 км/ч и выше) продолжительность работы бригад, обслуживающих такие поезда, устанавливают из расчета нахождения в чистом движении в течение 4,5—5 ч. На малодоходных участках время непрерывной работы может быть увеличено до 12 ч. Однако каждый такой случай требует согласования с ЦК профсоюза работников железнодорожного транспорта.

Увеличение непрерывной работы локомотивных бригад сверх установленной для данного участка или места работы продолжительности допустимо только в случае стихийных бедствий или при других чрезвычайных обстоятельствах.

Для бригад, занятых на сменной (маневровой, вывозной и т. п.) работе, установлена продолжительность смены в течение 12 или 8 ч. В условиях железной дороги 12-часовая смена удобнее для работников. В таком случае при четырех бригадах на локомотив обеспечена выработка месячной нормы часов и предоставление положенного отдыха. Ночные дежурства чередуются с дневными, а часы смены назначают в удобное для работников время (обычно в 8 и 20 ч). При 8-часовой смене увеличивается число дежурств, что влечет за собой большую потерю времени на дорогу к месту работы и сокращение время отдыха. Неизбежны также повторяющиеся ночные дежурства и время смены в неудобные часы (23 или 24 ч).

Рабочее время бригады, находящейся с локомотивом на участке с момента отправления с начальной его станции до момента прибытия на конечную станцию, называют основным рабочим временем. Подготовительно-заключительное время, затрачиваемое бригадой в основном и оборотных пунктах, считают вспомогательным рабочим временем. Это время в общем случае при отправлении состоит из времени на приемку локомотива, экипировку, выход на контрольный пост депо, проход по станционным путям, технические операции, ожидание отправления. Во время прибытия элементы времени следующие: отцепка от поезда, движение по станционным путям (включая ожидание пропуска), проход контрольного поста, экипировка, сдача локомотива.

В зависимости от местных условий и системы эксплуатации локомотивов элементы подготовительно-заключительного времени различны как по их составу, так и по продолжительности. Установить это время можно, если известны конкретные местные условия.

В рабочее время включается также участие в плановых ремонтах локомотива при прикрепленной езде и выполнение других заданий администрации, например сопровождение локомотива для ремонта в другое депо или на завод, езда в качестве проводника и т. п.

Временем начала работы локомотивной бригады считают момент явки к дежурному по депо. Это время определяется графиком работы бригад, нарядом, объявляемым при возвращении из предыдущей поездки или вызовом, передаваемым по телефону или через посыльного (вызывальщика). Последний способ применяют при назначении поездов, не предусмотренных планом поездной работы, или при чрезвычайных обстоятельствах, требующих неотложного выполнения работы.

Время окончания работы определяют моментом сдачи локомотива с учетом времени прохода к дежурному по депо для сдачи маршрута. В случае несостоявшейся поездки конец рабочего времени считают по моменту освобождения работника администрацией депо. Время работы и отдыха локомотивных бригад учитывают по лицевым счетам формы ТУ-122, которые заведены нарядчиками депо на каждого машиниста и помощника машиниста.

Отдых в основном депо после поездки определяется временем непрерывной работы. Согласно действующему положению на участках работы I категории (без отдыха в пункте оборота) продолжительность отдыха

$$t'_{от} = 2,51T_{бр},$$

где $T_{бр}$ — время непрерывной работы бригады за поездку в оба конца, ч.

В целях регулирования нормы выработки часов бригады за месяц и сдвигки времени начала работы (например, для исключения следующих одна за другой ночных поездок) допускается сокращение времени отдыха в пункте основного депо на 25 %, т. е.

$$t'_{от} = 0,75 \cdot 2,51T_{бр} = 1,88T_{бр}.$$

При этом продолжительность отдыха не может быть менее 12 ч.

На участках работы локомотивных бригад II категории (с отдыхом в пункте оборота) время отдыха в основном депо

$$t'_{от} = 2,51 \sum T_{бр} - t''_{от}$$

при предоставлении его в полном объеме и

$$t'_{от} = 1,88 \sum T_{бр} - t''_{от}$$

при сокращенном (в целях регулировки) объеме.

Здесь $\sum T_{бр}$ — продолжительность работы бригады за поездку в оба конца

$$\sum T_{бр} = T_{бр}^T + T_{бр}^{обp},$$

$t''_{от}$ — отдых в пункте оборота, равный $0,5 T_{бр}^T$ при полном и $0,75 T_{бр}^T$ при сокращенном отдыхе.

Отдых в пункте оборота предоставляется бригадам в случае, когда их работа при следовании туда продолжается 4 ч и более, а вместе со временем следования в обратном направлении превышает установленную продолжительность непрерывной работы.

Время отдыха бригады в пункте оборота не должно быть менее половины времени работы бригады «туда» ($T_{бр}^T$) и не должно его превосходить. Если по характеру поездной обстановки видно, что бригады в пункте оборота будут находиться более полного времени работы в одном направлении, то они должны отправляться в место постоянного жительства резервом. При этом разрешено отправлять их без предоставления отдыха.

Для локомотивных бригад пассажирских поездов время нахождения в пункте оборота определено графиком движения поездов.

Локомотивным бригадам предоставляются еженедельные дни отдыха с продолжительностью не менее 42 ч. При этом $t'_{от\epsilonж} = t'_{от} + 24$ ч, а их число должно быть не менее числа воскресных дней в месяце. Суммирование еженедельных дней отдыха допустимо не более чем за две недели.

Из приведенных формул видно, что минимальная продолжительность отдыха как между поездками, так и за неделю может быть выдержана при достаточном времени непрерывной работы бригады. При времени непрерывной работы на участках I категории в пределах 7—7,2 ч возникают значительные трудности по регулированию времени начала работы, так как сумма времени работы и отдыха оказывается близкой к 24 ч и бригада, выезжающая после дня отдыха в ночь, должна работать ночью до следующего дня отдыха, что не разрешено действующими положениями. При меньшем времени работы предоставление отдыха между поездками и выходных дней по нормам оказывается еще более затруднительным и даже невозможным. Ввиду этого приходится предусматривать циклы работы бригад с обслуживанием более пары поездов за поездку.

Из изложенного следует, что удлинение участков работы бригад наряду с повышением использования локомотива улучшает условия труда и отдыха бригад, а поэтому целесообразно организовывать работу бригад на участках II категории.

§ 7. Способы обслуживания локомотивов бригадами

Способы обслуживания локомотивов. Способы обслуживания оказывают влияние на различные области эксплуатационной работы. Они определяют систему технического надзора за состоянием локомотива, степень участия локомотивной бригады в поддержании исправности локомотива, организацию труда и отдыха бригад. Способы езды влияют на методы оперативного руководства движением поездов, технологические процессы станций и депо, расчет показа-

телей использования локомотивов, систему планирования и финансирования расходов по локомотивному хозяйству.

Существуют два основных способа обслуживания локомотивов бригадами: сменная езда и прикрепленная. При сменной езде бригады не закреплены за локомотивом, т. е. на локомотиве могут работать бригады одного депо, что имеет место при плечевом способе эксплуатации, или бригады нескольких депо — на участках или в зонах обращения локомотивов.

При прикрепленной езде за локомотивом закреплено определенное число бригад, обслуживающих его и ответственных за его состояние. Количество бригад, закрепляемых за локомотивом, в разное время изменялось от одной до четырех. Закрепление одной бригады широко применялось до 1923 г. В этом случае использование локомотива по времени при действующем трудовом законодательстве не превышало 27 %, что ни в коем случае нельзя было признать удовлетворительным. Поэтому такой способ езды сейчас не применяется.

Закрепление двух бригад, или спаренная езда, позволяет использовать локомотив на 48—60 %. Применение этого способа целесообразно на малодействительных участках, где по характеру движения неизбежны значительные простои локомотивов.

Закрепление трех бригад, или строенная езда, выгоднее предыдущих как с точки зрения использования локомотива, так и по возможности выработки месячной нормы часов бригадами и предоставления им отдыха. Строенная езда в течение длительного времени являлась основной формой обслуживания локомотивов и в настоящее время применяется на паровозах и электропоездах.

При четырех бригадах (квартетная езда) достигается наиболее полное использование локомотива по времени, однако в ряде случаев возникают затруднения с выработкой месячной нормы часов.

С целью снижения простоев локомотива из-за отдыха бригад применяют различные виды подмен: в основном депо, в пунктах оборота и на участке. При подменах локомотив сдают либо регулировочной бригаде, закрепляемой за двумя (реже несколькими) локомотивами, либо неприкрепленным бригадам.

На электровозах в подавляющем большинстве случаев применяют сменную езду. Как указывалось выше, при сменной езде возможна организация работы электровозов на участках, протяженность которых соответствует конструктивным особенностям локомотива. Экономическая эффективность таких методов эксплуатации показана в § 4. Ликвидируются простои локомотива из-за отдыха бригад, благодаря чему полностью используется месячный фонд времени исправного локомотива.

При сменной езде легко обеспечивать равномерную загрузку локомотивных бригад, выработку ими месячной нормы рабочего времени, предоставление бригадам отдыха между поездками по нормам, а также регулярных выходных дней.

Переход на сменную езду потребовал изменения порядка текущего содержания локомотива. В настоящее время электровоз, как правило, один раз в сутки проходит технический осмотр на специально организованных пунктах. При осмотре проверяют состояние механического оборудования, тяговых двигателей, крышевого оборудования (включая пантографы), электрических аппаратов, аккумуляторной батареи. Объем работ установлен инструкцией МПС. Работы выполняют высококвалифицированные слесари пункта технического осмотра. На каждом электровозе есть журнал технического состояния, в котором машинисты расписываются при приемке и сдаче электровоза. Туда же заносят все замечания о работе электровоза, замеченные неисправности, наличие инструмента, инвентаря и т. п. В журнале после технического осмотра ставят специальный штамп, делают запись об устранении неисправностей и некоторые другие отметки.

Электровоз проходит технический осмотр по истечении установленного времени на любом пункте, независимо от депо и дороги приписки. Через 10 000 км пробега электровоз проходит профилактический осмотр в основном депо.

Прикрепленная езда применяется при обслуживании электропоездов. Их эксплуатация организована по твердому графику, а размеры движения не изменяются в течение нескольких месяцев. Электропоезда не удаляются от депо приписки на расстояние, требующее смены или отдыха бригад. Поэтому составление графика работы, обеспечивающего нормальный труд и отдых бригад, и его выполнение не вызывают затруднений. Благодаря специфическим особенностям графика движения пригородных поездов (спад движения в дневные часы, стоянки на конечных пунктах) бригады имеют достаточное время для технического обслуживания прикрепленного поезда (состава).

При электровозной тяге прикрепленная езда целесообразна при работе на опытных образцах новых серий для скорейшего выявления особенностей этих машин и окончания доводки конструкции.

Определение количества локомотивных бригад. Количество локомотивных бригад, необходимое для обслуживания поездов по действующему графику движения, определяют по числу электровозов или электропоездов, находящихся в работе при прикрепленной езде и по размерам движения при сменной.

Различают явочный и списочный штат локомотивных бригад. Явочный штат состоит из бригад, занятых на работе с поездами, на маневрах и находящихся на отдыхе после работы.

Списочный состав больше явочного на число работников, заменяющих находящихся в очередных и учебных отпусках, командировках, больных и выполняющих государственные и общественные обязанности. Списочный штат больше явочного на 12—15%. Величина превышения зависит от местных условий, например, от длительности отпусков и т. д.

Количество бригад, обслуживающих каждый электровоз или электропоезд,

$$A_i = \frac{30,4 \sum T_{\text{бpi}} n_i}{\tau_{\text{м}} N_{\text{р}}},$$

где 30,4 — среднее число дней в календарном месяце;

$T_{\text{бpi}}$ — время работы бригады за один оборот на соответствующем участке, ч;

n_i — число пар поездов в сутки на участках работы бригад;

$\tau_{\text{м}}$ — фонд рабочего времени одной бригады в месяц, ч (173,5 ч);

$N_{\text{р}}$ — количество электровозов или электропоездов (составов), находящихся в работе.

Явочное количество бригад выразится как сумма произведений числа прикрепленных к локомотивам бригад на рабочий парк локомотивов, занятых в различных видах движения

$$B_{\text{я}} = \sum A_i N_{\text{pi}}.$$

При сменной езде потребность бригад для обслуживания пассажирских и грузовых поездов при заданных размерах движения

$$B_{\text{я}} = \frac{30,4 \sum n_i (1 + \rho_i) T_{\text{бpi}}}{\tau_{\text{м}}},$$

где ρ_i — коэффициент кратности тяги, равный отношению числа поездов, отправляемых двойной (кратной) тягой, к общему числу поездов; остальные обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

При использовании администрацией права назначения сверхурочных часов фонд рабочего времени соответственно увеличивается. Эта мера, а также предоставление отпусков бригадам в месяцы с менее напряженной работой являются регулировочными для обеспечения установленных размеров движения, с одной стороны, и выработки рабочих часов всеми бригадами — с другой.

§ 8. Показатели использования локомотивного парка

Общие сведения. Для оценки деятельности железных дорог СССР и их подразделений, для планирования и финансирования расходов по перевозкам разработана система показателей, всесторонне характеризующих работу каждой отрасли транспортного хозяйства. Различают количественные и качественные показатели. Количественные показатели характеризуют объем выполненной работы, качественные — оценивают степень использования технических средств транспорта.

Основными количественными показателями работы локомотивного парка являются локомотиво-километры и тонно-километры брутто. Локомотиво-километры служат основанием для определения потребности в локомотивном парке, ремонтных и экипировочных средствах. Общий пробег локомотивов складывается из линейного и условного пробегов.

Линейный пробег выполняется на перегонах и складывается из пробега во главе поездов и вспомогательного пробега. Пробег во главе поездов складывается из локомотиво-километров: следования во главе поездов одиночной и двойной тягой, если последняя установлена на участке графиком движения; подталкивающих локомотивов при их участии в ведении поезда и локомотивов в одиночном следовании при непарном графике (неравенстве количества поездов разных направлений).

Остальные виды пробега на перегонах относят к вспомогательным. Для локомотивов, занятых на маневрах и прочих видах работы, начисляют условный пробег 5 км за 1 ч работы. 1 ч простоя в рабочем состоянии приравнивают к 1 км пробега.

Локомотиво-часы характеризуют работу локомотивного парка по времени. По локомотиво-часам маневровой работы выполняют расчеты между отделениями и депо, а также между депо и хозрасчетными станциями.

Тонно-километры брутто характеризуют перевозочную работу, выполненную дорогой или ее подразделениями. По этому показателю выполняют планирование эксплуатационных расходов и финансирование локомотивных депо.

Следует заметить, что показатели работы локомотивного парка тесно связаны с показателями, характеризующими деятельность других служб и в большей степени зависят от организации и результатов их работы как звеньев единого транспортного конвейера.

Качественными показателями использования локомотивного парка являются: скорости движения поездов; оборот электровоза; бюджет времени электровоза; среднесуточный пробег электровоза; средний вес поезда; производительность электровоза.

Скорости движения поездов. Различают следующие скорости движения: маршрутную, участковую и техническую.

Маршрутная скорость — средняя скорость движения поезда между станциями формирования и назначения. Эту скорость нормируют только для пассажирских и ускоренных грузовых поездов.

Участковая скорость — средняя скорость движения между двумя техническими или участковыми станциями, т. е. станциями, на которых выполняют смену локомотивов или локомотивных бригад. При исчислении участковой скорости учитывают время нахождения поезда на участке как в движении, так и в стоянках на промежуточных станциях. Время стоянок на участковых станциях не включают. Участковая скорость

$$v_y = \frac{\sum NL}{\sum NT},$$

где $\sum NL$ — пробег поездов, *поездо-км*;
 $\sum NT$ — поезд-часы.

Величины ΣNL и ΣNT при установлении измерителя подсчитывают по графику движения поездов (см. § 10), а при определении результатов работы — по данным отчетности, составляемой на основании маршрутов машинистов.

Для одного поезда участковая скорость

$$v_y = \frac{L}{T_{\text{чдв}} + T_{\text{пр}}},$$

где L — расстояние между участковыми станциями, км;

$T_{\text{чдв}}$ — время в чистом движении, ч;

$T_{\text{пр}}$ — время стоянок на промежуточных станциях, ч.

Техническая скорость — средняя скорость движения по перегонам с учетом времени на разгон и замедление. При ее исчислении время стоянок на промежуточных станциях не учитывают. Подсчет ведут по формулам:

$$v_t = \frac{\Sigma NL}{\Sigma NT_{\text{чдв}}}$$

или

$$v_t = \frac{L}{T_{\text{чдв}}},$$

где $\Sigma NT_{\text{чдв}}$ — поездо-часы в чистом движении.

Отношение $\beta = \frac{v_y}{v_t}$ называют коэффициентом участковой скорости; оно характеризует организацию движения поездов на участке и использование тяговых средств. Введение новых видов тяги сокращает разрыв между участковой и технической скоростью.

Оборот электровоза. Полным оборотом электровоза называют время с момента его выхода на контрольный пост основного депо до следующего выхода на тот же контрольный пост. Полный оборот исчисляют количеством часов, необходимых для обслуживания пары поездов на тяговом плече.

При кольцевой езде время оборота исчисляется по времени отправления локомотива со станции основного депо

$$T = \frac{2L}{v_y} + t' + t'',$$

где T — полный оборот электровоза, ч;

L — длина тягового плеча, км;

v_y — средняя участковая скорость для обоих направлений, км/ч;

t' — время нахождения электровоза на станции основного депо (на территории депо и станционных путях), ч;

t'' — время нахождения электровоза на станции оборотного депо (пункта оборота) от момента прибытия до момента отправления, ч.

Отношение времени полного оборота к числу часов в сутках называют коэффициентом потребности локомотивов на пару поездов $\kappa_{\text{п}} = \frac{T}{24}$. Этот коэффициент показывает число электровозов, необходимое для обслуживания одной пары поездов в сутки.

Эксплуатируемый парк электровозов при размерах движения n пар поездов в сутки определяют как $N_{\text{э}} = \kappa_{\text{п}} n$.

Время оборота электровоза влияет на размеры эксплуатируемого парка, и поэтому нужно стремиться к его уменьшению. Наибольший эффект дает сокращение простоев электровоза как на станциях депо приписки и станциях оборота, так и на промежуточных.

При работе локомотивов на участках и в зонах обращения полный оборот может быть подсчитан как

$$T = \Sigma \frac{2L_i}{v_{yi}} + a + \Sigma b_i + \Sigma c_i,$$

где $\Sigma \frac{2L_i}{v_{yi}}$ — суммарное время нахождения локомотива на участках работы бригад в обоих направлениях;
 a — время нахождения локомотива на станции приписки;
 b_i — время нахождения локомотива в пункте оборота;
 c_i — время нахождения локомотива на станции смены локомотивных бригад.

Однако ввиду разнообразия циклов работы электровоза и соответственно времени между двумя последовательными возвращениями его на станцию депо приписки оборот электровоза не может служить критерием оценки использования локомотивов и основой для расчета их потребности. В качестве иллюстрации на рис. 6 показаны некоторые из возможных вариантов работы электровоза депо приписки A_1 на участке обращения A_1B за один полный оборот.

Для расчета потребности локомотивов на участках обращения введено понятие участкового оборота, представляющего собой время в локомотиво-часах, необходимое для обслуживания одной пары поездов на участке работы локомотивных бригад

$$\theta = \frac{\Sigma \theta_i}{n},$$

где θ_i — локомотиво-часы, требующиеся или затраченные на обслуживание поездов;

n — число пар поездов.

Следует иметь в виду, что участковый оборот не отражает затрат времени какого-либо одного локомотива на участке, а служит расчетной величиной.

В общем случае формула для расчета локомотиво-часов включает в себя все составляющие оборота, но для конкретных участков работы бригад некоторые из них могут отсутствовать. Разберем это на примере участка $A_1—B$ (рис. 7), состоящего из трех участков и обслуживаемого электровозами основного депо A .

При расчете участковых оборотов величины элементов берут средними на одну пару поездов в сутки. Простои на станциях смены бригад относят на участок, куда отправляется поезд. Тогда участковые обороты:

$$\theta_1 = \frac{2L_1}{v_{y1}} + a + c_1'';$$

$$\theta_2 = \frac{2L_2}{v_{y2}} + c_1' + c_2'' = \frac{2L_2}{v_{y2}} + c;$$

$$\theta_3 = \frac{2L_3}{v_{y3}} + c_2' + b,$$

а коэффициенты потребности локомотивов соответственно

$$\kappa_{п1} = \frac{\theta_1}{24}; \quad \kappa_{п2} = \frac{\theta_2}{24};$$

$$\kappa_{п3} = \frac{\theta_3}{24}.$$

Эксплуатируемый парк для каждого участка $N_{эi} = \kappa_{пi} n_i$, а для всего направления

$$N_{э} = \Sigma \kappa_{пi} n_i.$$

Бюджет времени локомотива. Он служит показателем, характеризующим

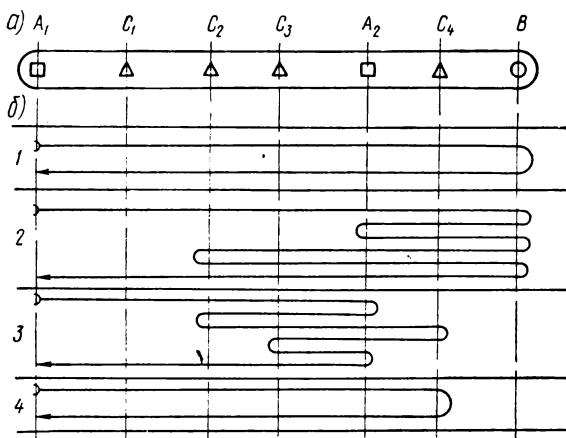


Рис. 6. Примерные варианты работы электровозов депо A_1 на участке обращения A_1B :

a — схема участка; $б$ — варианты обращения электровозов

использование локомотива по времени. Бюджет времени дает распределение суточного фонда времени одного локомотива эксплуатируемого парка по элементам затрат. Составные элементы бюджета представляют собой среднее время нахождения локомотива за сутки в движении и во всех видах простоя:

$$24 = \frac{1}{N_9} \sum \frac{2L_i}{v_{ti}} n_i + \frac{1}{N_9} \sum t_{пр} n_i + \frac{1}{N_9} \sum an_i + \frac{1}{N_9} \sum bn_i + \frac{1}{N_9} \sum cn_i,$$

где N_9 — эксплуатируемый парк, локомотиво-сутки;
 $\sum \frac{2L_i}{v_{ti}} n_i$ — суммарное время нахождения всех локомотивов в движении;
 $\sum t_{пр} n_i$ — суммарное время простоя всех локомотивов на промежуточных станциях;
 $\sum an_i$ — то же на станциях основного депо;
 $\sum bn_i$ — то же на станциях оборота;
 $\sum cn_i$ — то же на станциях смены локомотивных бригад.

Бюджет времени как показатель введен для контроля за использованием локомотивов в тех случаях, когда они находятся вне границ отделения, где расположено депо приписки. Первые два слагаемых бюджета времени считают временем полезной работы локомотива на участке и обычно выражают в часах или минутах. Иногда выделяют только первый элемент, называя его полезной работой в чистом движении.

Среднесуточный пробег. Он характеризует среднюю величину пробега в километрах, приходящуюся на один локомотив эксплуатируемого парка, и служит расчетной величиной для определения потребности в локомотивном парке при разработке годовых и перспективных планов эксплуатации.

Среднесуточный пробег как при нормировании, так и определении результатов работы

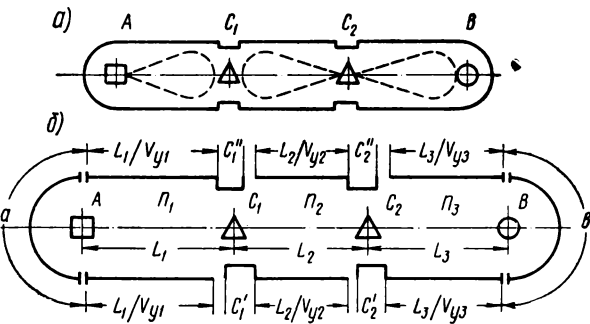
$$S_c = \frac{24 \sum NS}{\sum NT},$$

где $\sum NS$ — суммарный пробег (локомотиво-км) за определенный период (сутки, декаду и т. д.) без учета подталкивающих локомотивов;
 $\sum NT$ — количество локомотиво-часов за тот же период.

В грузовом движении среднесуточный пробег локомотивов учитывают отдельно для:

сквозных и сборных поездов;
 всех грузовых поездов, т. е. включая вывозные и передаточные локомотивы.

Для тягового плеча или участка работы бригад среднесуточный пробег можно определить также из выражений:



$$S_c = \frac{24 \cdot 2L_T}{T} = \frac{48L_T}{T};$$

$$S_c = \frac{24 \cdot 2L_y}{\theta} = \frac{48L_y}{\theta},$$

где L_T и L_y — длина тягового плеча и участка работы бригад;
 T и θ — полный и участковый оборот локомотива.

Увеличение среднесуточного пробега экономически целесообразно и дает те же результаты, что и уменьше-

Рис. 7. Схемы участкового оборота электровозов: а — на участке обращения АВ; б — элементы участковых оборотов

ние времени оборота. В первую очередь это увеличение может быть достигнуто за счет снижения простоев. Важнейшими организационно-техническими мероприятиями являются:

удлинение тяговых плеч или переход к эксплуатации локомотивов на участках или в зонах обращения;

совершенствование плана формирования и графика движения поездов и технологических процессов обработки вагонов и подготовки их к рейсу;

улучшение планирования поездной работы и оперативного руководства движением поездов.

Следует заметить, что перечисленные мероприятия не требуют больших капиталовложений в хозяйство.

Средний вес поезда представляет собой отношение тонно-километров брутто к поездо-километрам

$$Q_{бр} = \frac{\sum QL}{\sum NL}.$$

Повышение среднего веса поезда улучшает использование мощности локомотивов, позволяет освоить теми же средствами больший грузопоток при одновременном снижении расходов на содержание локомотивных бригад, электроэнергию на тягу поездов и ремонт локомотивов.

Степень соответствия фактического веса поезда возможностям локомотива оценивают коэффициентом использования силы тяги

$$\kappa_{и} = \frac{Q_{бр}}{Q_p},$$

где Q_p — расчетный вес поезда на данном участке.

Производительность локомотивов определяют количеством тонно-километров брутто, приходящихся на один локомотив эксплуатируемого парка в сутки

$$M_c = \frac{\sum QL}{N'_s},$$

где $\sum QL$ — тонно-километровая работа с учетом груза, перевезенного одиночно следующими локомотивами;

N'_s — эксплуатируемый парк, включая подталкивающие локомотивы.

Производительность локомотива может быть определена также через средний вес поезда и среднесуточный пробег локомотива

$$M_c = \frac{Q_{бр} S}{\left(1 + \frac{N_t}{N'_s}\right) (1 + \beta_o + \beta_{дв})},$$

где N_t — количество подталкивающих локомотивов;

$\beta_o = \frac{\sum NS_o}{\sum NS_{гл}}$ — коэффициент одиночного следования, выражающий отношение локомотиво-километров одиночного пробега к пробегу во главе поездов;

$\beta_{дв} = \frac{\sum N S_{дв}}{\sum NS_{гл}}$ — коэффициент двойной тяги, т.е. отношение локомотиво-километров двойной тяги к пробегу во главе поездов.

Представляя группу величин как коэффициент производительности локомотива

$$\psi = \frac{1}{\left(1 + \frac{N_t}{N'_s}\right) (1 + \beta_o + \beta_{дв})},$$

получим

$$M_c = Q_{бр} S_c \psi.$$

Следует иметь в виду, что последняя формула не вполне точна, так как не учитывает груз, перевезенный одиночно следующими локомотивами¹. Однако из-за очень небольшого удельного веса таких перевозок в их общем объеме возникающей погрешностью можно пренебречь.

Любой из показателей в отдельности не может характеризовать работу и использование локомотива исчерпывающим образом. Действующая система показателей в целом позволяет получить достаточно полную картину, хотя и не свободную от некоторых недостатков. Совершенствование системы показателей будет способствовать повышению уровня эксплуатационной работы и эффективности использования локомотивов.

§ 9. Безопасность движения поездов

Общие положения. К любому виду транспорта предъявляют обязательное требование безопасности: без выполнения этого требования при всех прочих достоинствах никакое средство сообщения не найдет себе практического применения.

Под безопасностью понимают создание таких условий эксплуатации, которые исключают в процессе перевозок травмирование людей, повреждение транспортных средств, порчу перевозимых грузов и дезорганизацию движения.

Проблема безопасности движения на железных дорогах очень сложна в силу следующих особенностей рельсового транспорта.

1. Большой вес грузовых поездов при относительно высокой скорости их движения приводит к концентрации огромной кинетической энергии в системе поезда. Так, поезд весом 3 000 *т* брутто при скорости 90 км/ч обладает кинетической энергией

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{3\,000 \cdot 1\,000 \cdot 90^2}{9,81 \cdot 3,6^2 \cdot 2} = 95,8 \cdot 10^6 \text{ кГм.}$$

Для сравнения можно отметить, что кинетическая энергия грузового автомобиля весом 7 *т* брутто при скорости 75 км/ч составит

$$\frac{7 \cdot 1\,000 \cdot 75^2}{9,81 \cdot 3,6^2 \cdot 2} = 155 \cdot 10^3 \text{ кГм, или в 618 раз меньше.}$$

Кроме того, в силу многих обстоятельств тормозной путь этого поезда на площадке будет исчисляться сотнями метров (примерно 600 *м*), а тормозной путь автомашины с грузом 7 *т* брутто на сухой асфальтовой горизонтальной дороге при указанной скорости составит примерно 40 *м*.

2. Рельсовая колея исключает возможность маневра на плоскости дороги, в результате чего тормоза остаются единственным средством предотвращения столкновения при нарушении правил движения. Однако это же обстоятельство снижает вероятность боковых столкновений.

3. Неисправности пути или ходовых частей, попадание посторонних предметов на путь и столкновения приводят к сходам подвижного состава с рельсов, которые уже сами по себе вызывают повреждения локомотивов и вагонов, разрушение пути и другие отрицательные последствия.

4. Значительная длина тормозного пути для поездов из-за ограниченной силы сцепления колес подвижного состава с рельсами, а для маневрирующих составов из-за малых удельных тормозных сил.

5. Сравнительно малое удельное сопротивление движению и большие нагрузки на ось, допускающие значительную длину поездов и крупные габариты вагонов, что ухудшает видимость и ориентировку, а также затрудняет управление тормозами.

¹ По ПТЭ разрешена прицепка вагонов к одиночно следующим локомотивам в количестве не более 40 осей.

6. Ограниченная прочность конструкций подвижного состава, приводящая к тому, что его собственный вес и большие массы груза в случае столкновения и сходов вызывают значительные разрушения, загромождение пути, что затрудняет ликвидацию последствий и влечет за собой крупные материальные потери.

7. Стесненные габариты приближения строений и ограниченные расстояния между осями соседних путей, вызванные высокой стоимостью железнодорожного строительства.

Основные средства обеспечения безопасности движения поездов на железных дорогах — исправное содержание пути и подвижного состава, строгое соблюдение Правил технической эксплуатации, Инструкции по сигнализации, Инструкции по движению, должностных инструкций, а также внедрение новой техники — электропневматических тормозов, автостопа, современных видов СЦБ и т. п.

Вопросы безопасности движения подчеркнуты в первых трех пунктах основного документа, регламентирующего работу железных дорог, — Правил технической эксплуатации:

«§ 1. Основной обязанностью работников железнодорожного транспорта является выполнение плана перевозок при безусловном обеспечении безопасности движения.

§ 2. Каждый работник, связанный с движением поездов, несет по кругу своих обязанностей личную ответственность за безопасность движения.

§ 3. Каждый работник железнодорожного транспорта обязан подавать сигнал остановки поезду или маневрирующему составу во всех случаях, угрожающих жизни людей или безопасности движения, а при обнаружении неисправности сооружения или устройства, угрожающей безопасности движения, кроме того, немедленно принимать меры к ограждению опасного места и устранению неисправности».

Для повседневного контроля за состоянием безопасности движения и предупреждения ее нарушений на железнодорожном транспорте существует специальный ревизорский аппарат (ЦРБ, РБ, УРБ).

Основные причины нарушения безопасности движения поездов — невыполнение правил и инструкций, неисправности подвижного состава и железнодорожных устройств.

Для оценки тяжести нарушения безопасности рассматривают:

несчастные случаи с людьми при сходах и столкновениях подвижного состава;

степень повреждения подвижного состава;

длительность перерыва в движении поездов.

Классификация нарушений безопасности движения. В зависимости от последствий случаи нарушения безопасности на железных дорогах СССР классифицируют по трем видам:

крушения;

аварии;

брак в работе.

В качестве крушений учитывают:

сходы пассажирских поездов, их столкновения с другим подвижным составом вне зависимости от последствий;

все столкновения грузовых поездов, столкновения и сходы подвижного состава при маневрах, в результате которых были человеческие жертвы (убитые или раненые), повреждения локомотивов или вагонов, требующие списания или капитального ремонта;

задержки в движении поездов в результате столкновения или схода более 1 ч.

В качестве аварий учитывают: сходы и столкновения поездов и подвижного состава, не приведшие к указанным выше последствиям.

На железных дорогах к браку в работе относят случаи нарушения ПТЭ и инструкций, не приведшие к каким-либо последствиям, — прием на занятый

путь без столкновения, отправление по неготовому маршруту без последствий, проезд закрытого сигнала без последствий.

За безопасность движения поездов несут ответственность в первую очередь командиры железнодорожного транспорта — начальники дорог, начальники отделений, руководители депо, станций, дистанций. Командный состав вместе с партийными и профсоюзными организациями должен воспитывать у железнодорожников чувство высокой сознательной дисциплины и на этой основе обеспечивать четкую и безопасную работу железных дорог.

На место крушения для расследования причин и ликвидации последствий выезжает лично начальник дороги. До прибытия начальника дороги местные командиры обязаны немедленно приступить к ликвидации последствий крушения и восстановлению движения поездов. При восстановительных работах в первую очередь принимают меры к спасению жизни людей.

Восстановительные поезда. Для быстрой ликвидации последствий крушений и аварий, а также восстановления пути и контактной сети, поврежденных в результате стихийных бедствий, на железнодорожном транспорте созданы восстановительные поезда. В зависимости от грузоподъемности крана восстановительные поезда классифицируют: 100—75 т — I группа; 50—45 т — II группа; 25—15 т — III группа.

Состав восстановительного поезда: подъемный кран на железнодорожном ходу; 1—3 двухосные платформы под стрелу крана; один двухосный классный вагон для отдыха бригад крановщиков; один четырехосный крытый вагон — гараж для тягача и трактора; две двухосные платформы с рельсами, шпалами, аварийной тележкой; один двухосный крытый вагон с электростанцией и прожекторной установкой; три двухосные платформы с материалом и оборудованием для восстановления контактной сети; один двухосный крытый вагон — кладовая и инструментальная; один двухосный пассажирский вагон для рабочих и организованного питания; один двухосный санитарный вагон (в поездах I и II групп).

Подъемные краны следуют в голове поезда вслед за локомотивом. Путь стоянки восстановительного поезда должен иметь прямой выход на прилегающие перегоны, без маневровых передвижений.

Локомотивы под восстановительные поезда подают вне всякой очереди и при необходимости могут быть отцеплены от любого поезда.

С момента вызова восстановительный поезд должен отправиться к месту крушения днем через 20 мин, ночью через 30 мин. Очередность действий личного состава следующая: оказание помощи пострадавшим и доставка их в больницы; охрана государственного имущества, почты, багажа, имущества пассажиров; восстановление связи; восстановление движения.

**§ 10. График движения поездов
и график оборота электровозов**

График движения поездов объединяет работу всех подразделений железных дорог, связанных с движением поездов: станций, депо, пунктов технического осмотра электровозов и вагонов, энергоучастков и др. — и является основой организации движения поездов. График должен обеспечивать выполнение плана перевозок пассажиров и грузов, безопасность движения поездов, наивыгоднейшее использование подвижного состава, согласованность работы станций и прилегающих участков с наилучшим использованием их пропускной способности и соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад и кондукторов.

График (рис. 8) вычерчивают на сетке, где горизонтальные линии означают оси отдельных пунктов данного участка, а вертикальные — интервалы времени в течение суток (часы и десятки минут). На графике также указывают поперегонные времена хода, число главных путей, способ сношений по движению поездов, весовые нормы и некоторые другие сведения. Поезда различных категорий изображают на графике линиями разной толщины или вида (сплошные, пунктирные и т. д.). Над линией хода указывают номер поезда, а по станциям — минуты отправления и прибытия.

В отделениях железных дорог ведут графики исполненного движения, отражающие действительное проследование поездов. На них линии хода поездов наносят цветными карандашами. Графики исполненного движения служат основанием для составления оперативной отчетности по движению поездов.

Каждому поезду присваивают свой номер. Поезда одного направления имеют нечетные номера, противоположного направления — четные. Нумерацию поездов ведут по их категориям. В соответствии с номером поезда, указанным в маршруте машиниста, объем выполненной работы относят на соответствующий вид движения. В настоящее время, например, скорые поезда имеют номера 1—68, пассажирские 71—198, местные 201—298, пригородные 301—898, грузовые ускоренные 1001—1598, грузовые сквозные 2001—2998, сборные 3401—3498, вывозные 3501—3598 и т. д. Одиночно следующие локомотивы получают номера 4301—4398.

Графики различают:

по числу главных путей на перегонах — однопутные, двухпутные и смешанные. При однопутных графиках скрещение поездов происходит только на отдельных пунктах. На двухпутных участках каждый путь используют для движения поездов только в одном направлении, поэтому скрещение поездов может происходить в любой точке графика. Смешанный график имеет место, когда на участке часть перегонов однопутные, а часть — двухпутные. На многопутных участках тип графика определяется установленным порядком движения по каждому из путей (одно- или двустороннее движение);

по скорости движения поездов различных категорий — параллельные и непараллельные. При первом типе скорость движения всех поездов одинакова и линии хода на графике параллельны. Во втором случае скорость поездов неодинакова. На железных дорогах СССР, как правило, применяют непараллельный график, называемый еще и нормальным графиком;

по соотношению размеров движения в направлениях — парные и непарные. При парном графике число поездов обоих направлений одинаково, при непарном — различно;

по количеству поездов одного направления, находящихся на перегоне, — обычные и пакетные. При обычном графике на перегоне может находиться только один поезд, при пакетном — несколько. Число поездов, находящихся одновременно на перегоне, определяется средствами сигнализации и связи при движении поездов. Пакетный график может быть построен только при автоблокировке.

При составлении графика движения поездов на электрифицированных участках для облегчения работы тяговых подстанций и повышения уровня напряжения в контактной сети следует предусматривать чередование отправления тяжелых и легких поездов и не допускать сгущения поездов на перегонах, особенно с трудным профилем пути. На участках с рекуперативным торможением следует прокладывать поезда так, чтобы одновременно с поездом, идущим по спуску и отдающим энергию в контактную сеть, в той же зоне питания находился поезд, потребляющий ток. При этом будет достигнута наибольшая экономия энергии. Для осмотра, ревизии и ремонта контактной сети следует предусматривать в дневное время перерывы движения (так называемые окна) продолжительностью примерно 1 ч.

Графиком оборота называют план работы электропоездов, построенный на основании графика движения поездов с учетом способов обслуживания электропоездов бригадами и поездов локомотивами. График оборота предусматривает последовательность обслуживания поездов локомотивами. Если все поезда, заложенные в графике движения, обслуживаются последовательно одним локомотивом, то такой график оборота называют единым. При этом число дней, необходимое для обслуживания всех поездов, равно числу локомотивов, требующихся для обслуживания этих поездов за одни сутки.

Если один локомотив обслуживает только часть (группу) поездов, то график оборота называют групповым. При этом условия работы локомотивов, обслуживающих разные группы поездов, могут быть неодинаковыми. Эта разница возрастает с уменьшением размеров движения. При едином графике оборота условия работы локомотивов выравниваются.

При составлении графиков оборота необходимо предусматривать время для выполнения операций по техническому обслуживанию локомотивов.

График оборота разрабатывают в следующем порядке. На основании графика (расписания) движения по каждому участку работы локомотивных бригад составляют расчетные ведомости работы локомотивов по участкам по утвержденной МПС форме ЦДТ № 1 (приложение 1). Выполняют расчет незаполненных граф и итогов с увязкой работы локомотива по пунктам оборота. Для станции депо приписки составляют ведомость по форме (приложение 2). На участках обращения по форме ЦДТ № 1 учитывают простой локомотивов на станциях смены бригад и депо приписки, если локомотив проходит ее без отцепки от поезда. По форме ЦДТ № 2 подсчитывают простой локомотивов на станциях их смены для принятого варианта увязки.

Линии связи, указывающие порядок перехода локомотива от одного поезда к другому на станциях его смены, определяют последовательность обслуживания поездов локомотивами. На основании итогов, полученных по этим формам, рассчитывают показатели работы локомотивного парка; техническую и участковую скорости, среднесуточный пробег, коэффициент потребности на пару поездов и оборот локомотива.

Суммирование локомотиво-часов по поездоучасткам отделения и дороги позволяет рассчитать для них потребность в локомотивах и нормы использования последних по графику.

Для пассажирских электропоездов при небольших размерах движения (до десяти пар в сутки) можно составить график оборота непосредственно по графику движения (см. § 11). При этом следует иметь в виду, что при назначении пассажирских поездов в обращение через день (по четным или нечетным

числам) график оборота следует рассчитывать на двое суток. Если поезда обращаются по определенным дням недели, то период графика должен составлять также неделю. При обращении поездов по указанным двум вариантам вместе период графика увеличивается до двух недель.

Пример. Рассчитать потребность электровозов и показатели их использования для электрифицированного участка железной дороги АБ длиной 190 км. Движение грузовое, способ езды плечевой, обслуживание электровозов сменными бригадами. Размеры движения 26 пар поездов в сутки. Норма простоя в пункте оборота Б равна 1 ч 20 мин, на станции приписки А — с техническим осмотром и экипировкой 2 ч, без технических операций — 40 мин. Песок набирать можно через один рейс.

Расчет начинают с заполнения граф 1, 4—8, 15, 18, 21—24 ведомости по форме ЦДТ № 1 (приложение 1). Данные берут из графика или расписания движения поездов. На участках обращения, если на начальной станции локомотивы не отцепляют от поезда, заполняют также графы 2 и 3. Прибавляя к цифрам графы 8 время простоя локомотива в пункте оборота по норме, получают в графе 11 возможное время отправления локомотива.

Затем подбирают для каждого электровоза поезд обратного направления, стремясь получить при этом время простоя по станции оборота, ближайшее к установленной норме. Это время, как правило, получается больше, чем положено по норме, но уменьшить его путем изменения точек отправления поездов практически невозможно, так как график движения составляется для всего направления. Некоторое уменьшение простоя можно получить, перечисляя электровоз в неэксплуатируемый парк по группе отставленных по неравномерности движения. В нашем примере отставлены электровозы от п. № 2406 на 14 ч 50 мин и от п. № 2438 на 14 ч. Линии связи, которые проводят в графах 12—14, являются для станции оборота графиком оборота локомотивов.

По ведомости ЦДТ № 1 (см. приложение 1) суммируют итоги граф 5—7 и 21—23, дающие поезд-часы для четного и нечетного направления. При одиночной тяге эти цифры равны локомотиво-часам во главе поездов, при кратной тяге они будут больше. Увеличение зависит от количества поездов, идущих с двумя или большим числом локомотивов. В графе 19 подсчитывают простой локомотива для станции оборота.

Простой локомотивов и их оборот на станции основного депо подсчитывают по ведомости ЦДТ № 2. Порядок заполнения этой ведомости и увязка локомотивов даны в приложении 2. В данном случае время простоя заложено с учетом выполнения технических осмотров примерно для половины обращающихся электровозов. Два электровоза (поезда № 3401 и 2405) отставляются от работы на 12 ч каждый.

Сумма локомотиво-часов по ведомостям ЦДТ № 1 и № 2 (см. приложения 1 и 2) дает их необходимое количество для обслуживания заданных размеров движения

$$\Sigma T = \Sigma T_{AB} + \Sigma T_B + \Sigma T_{BA} + \Sigma T_A,$$

где $\Sigma T_{AB} + \Sigma T_{BA}$ — общее время нахождения всех поездов на участке;

$\Sigma T_B + \Sigma T_A$ — общее время нахождения всех электровозов на станциях оборота Б и депо приписки А;

$$\Sigma T = 108 \text{ ч } 40 \text{ мин} + 47 \text{ ч } 27 \text{ мин} + 109 \text{ ч } 05 \text{ мин} + 41 \text{ ч } 58 \text{ мин} = 307 \text{ ч } 10 \text{ мин}.$$

Эксплуатируемый парк электровозов

$$N_s = \frac{\Sigma T}{24} = \frac{307,16}{24} = 12,8.$$

Дробное число электровозов получилось ввиду их отставления по неравномерности движения.

Средний оборот электровоза

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T}{n} = \frac{307,16}{26} = 11,8 \text{ ч},$$

где n — число пар поездов.

Коэффициент потребности локомотивов на пару поездов

$$\kappa_n = \frac{T_{cp}}{24} = \frac{11,8}{24} = 0,492.$$

Поездо-километры за сутки в одном направлении

$$\Sigma NS' = nL = 26 \cdot 190 = 4940,$$

где $L = 190 \text{ км}$.

Среднесуточный пробег электровоза

$$S_c = \frac{24 \Sigma NS}{\Sigma T} = \frac{24 \cdot 9880}{307,16} = 772 \text{ км}.$$

Средняя техническая скорость

$$v_T = \frac{\sum NS}{\sum T_{\text{чдв}}} = \frac{9880}{194,67} = 50,8 \text{ км/ч},$$

где $\sum T_{\text{чдв}}$ — поездо-часы в чистом движении (гр. 5 + гр. 22).

Средняя участковая скорость

$$v_y = \frac{\sum NS}{\sum T_{\text{чдв}} + \sum T_{\text{пр}}} = \frac{9880}{217,75} = 45,3 \text{ км/ч},$$

где $\sum T_{\text{пр}}$ — простой поездов на промежуточных станциях (гр. 6 + гр. 22).

Коэффициент участковой скорости

$$\beta = \frac{v_y}{v_T} = \frac{45,3}{50,8} = 0,892.$$

По расчетной ведомости ЦДТ № 1 (см. приложение 1) подсчитывают время работы бригады туда (гр. 9) и обратно (гр. 24). Дополнительное время работы бригад (графы 12 и 14) устанавливают с учетом местных условий. Время работы бригады за оборот получают в графе 25. Частное от деления итога этой графы на число пар поездов в сутки представляет собой среднее время работы бригад за оборот. В нашем примере это время составляет 11 ч 05 мин.

§ 11. Особенности графиков движения и оборота электропоездов

Пригородное движение, обслуживаемое электропоездами, имеет ряд специфических особенностей. Поток пригородных пассажиров в крупных промышленных центрах исчисляется сотнями тысяч человек и требует назначения десятков и сотен пар пригородных электропоездов. Число пассажиров, как правило, возрастает по мере приближения к городу. Для пригородного движения характерны небольшая дальность проезда и резкое изменение числа пассажиров по времени суток, дням недели и несколько меньшее — по временам года.

Ввиду неравномерности пассажиропотока по расстоянию движение пригородных электропоездов организовано по зонному принципу. Пригородный участок делят на зоны, и поезда обращаются между городом и конечными станциями зон.

В графиках пригородного движения максимальные размеры движения электропоездов предусматривают только в часы массовой перевозки рабочих и служащих к месту работы и обратно. В дневное время размеры движения резко снижаются, а ночью движение практически прекращается. Отстой электропоездов в дневное время используют для обмывки составов, уборки вагонов, профилактического осмотра и малого периодического ремонта.

По субботам и предпраздничным дням назначают дополнительные поезда. В связи с этим можно отменять некоторые поезда в более позднее время.

В выходные и праздничные дни назначают дополнительные поезда в первой половине дня в направлении из города и вечером — в город. Осенью часть поездов отменяют, что иногда вызывает корректировку графика. Весной (в мае) вводят, как правило, новый график.

Количество и длина зон зависит от распределения пассажиропотоков

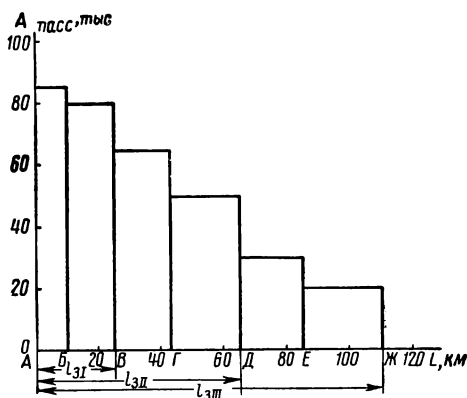


Рис. 9. Диаграмма пассажиропотоков на пригородном участке А — Ж

на участке, затрат пассажирами времени на проезд и ожидание поездов, размеров капитальных затрат и эксплуатационных расходов. Участки на зоны делят, как правило, в пунктах резкого спада пассажиропотоков. Количество пар поездов по зонам рассчитывают из условий нормальной населенности поезда с учетом времени ожидания пассажиров. В качестве примера возьмем участок $A - Ж$, разделенный на три зоны: $A - B$, $A - Д$ и $A - Ж$ (рис. 9). Электропоезд — серии ЭР1, его нормальная населенность составляет 1 700 чел.

Количество пар поездов, необходимых для перевозки пассажиров, следующих в пределах данной зоны, можно получить по величине пассажиропотоков на начальной станции зоны и на начальном участке следующей зоны. Определяя пассажиропотоки по зонам, получим требуемое число поездов:

I зона

$$N_1 = \frac{86\,000 - 65\,000}{1\,700} = 12,3 \approx 12 \text{ пар};$$

II зона

$$N_2 = \frac{65\,000 - 30\,000}{1\,700} = 20,6 \approx 20 \text{ пар};$$

III зона

$$N_3 = \frac{30\,000 - 0}{1\,700} = 17,7 \approx 18 \text{ пар}.$$

Движение пригородных электропоездов организуют по параллельному или непараллельному графику. Параллельный график предусматривает движение пригородных поездов с одинаковой скоростью и остановками на всех пунктах посадки и высадки пассажиров. При делении участка на зоны наиболее выгодно прокладка поездов на графике, показанная на рис. 10. Здесь поезда, обращающиеся в пределах ближних зон, идут впереди поездов дальних зон, что предотвращает перегрузку последних и улучшает условия проезда пассажиров. Параллельный график применяют при небольших размерах движения, а на участках с интенсивным движением в часы спада пассажиропотока.

Непараллельный график предусматривает движение поездов с различными скоростями, т. е. со всеми остановками или без остановок в пределах одной зоны. Безостановочно пропускают поезда дальних зон, что ускоряет доставку пассажиров этих зон к месту назначения, улучшает использование подвижного состава и создает равномерную населенность поездов. Наиболее рациональная прокладка поездов показана на рис. 11. Однако следует иметь в виду, что при непараллельном графике имеет место некоторое уменьшение пропускной способности из-за разного времени хода поездов в пределах зоны (величина Δ_3 , рис. 11).

При составлении графика движения электропоездов следует учитывать: минимальную затрату времени на проезд пассажиров за счет необходимой организации и частоты движения, особенно в часы повышенного пассажиропотока; согласованность движения пригородных поездов с другими видами транспорта; назначение остановок поездов дальних зон на ближних зонах для обеспечения межзональной связи пассажиров.

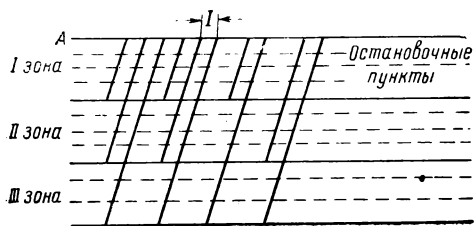


Рис. 10. Параллельный пригородный график

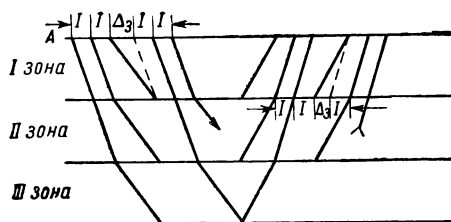


Рис. 11. Непараллельный пригородный график

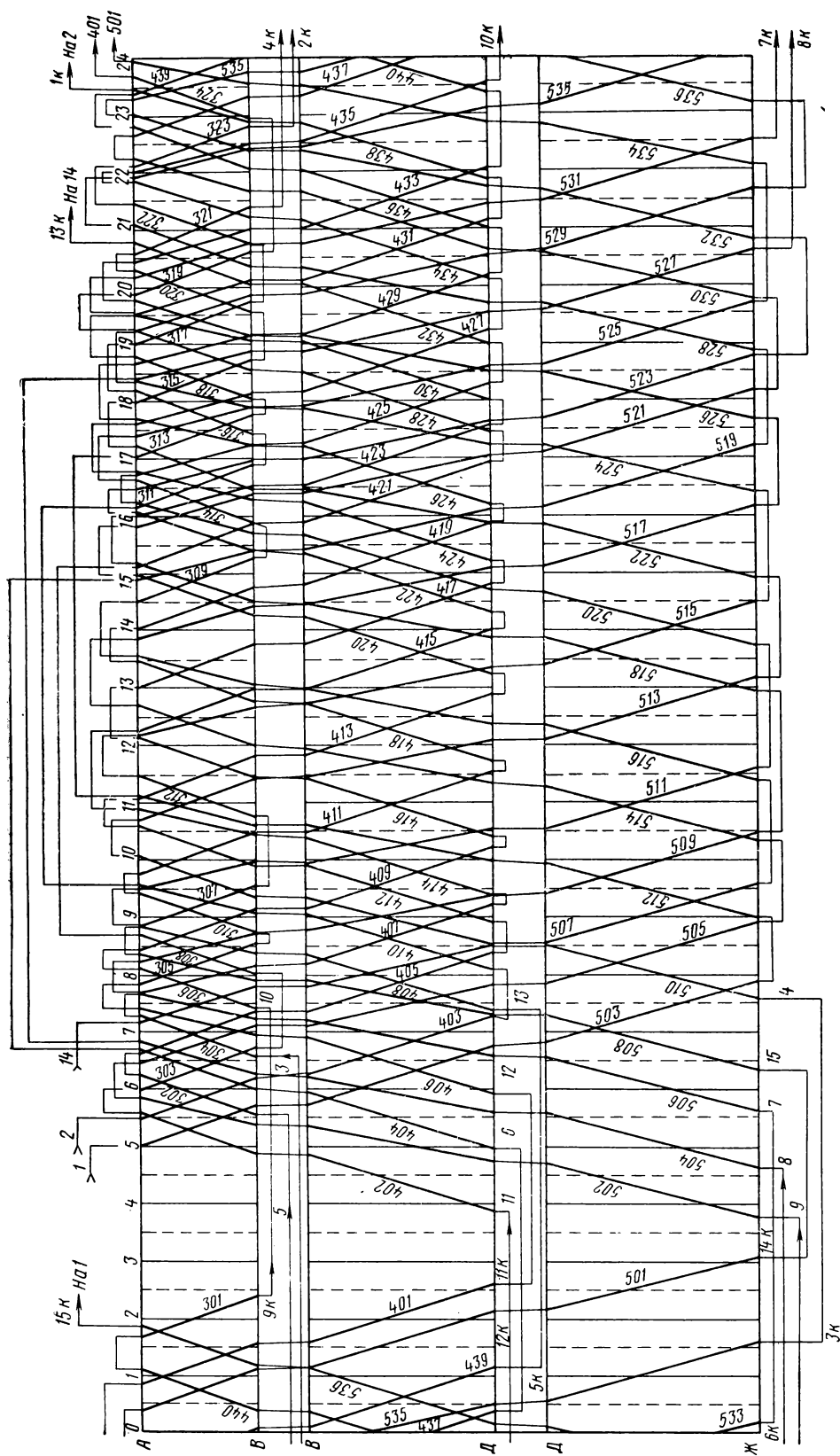


Рис. 12. График движения пригородных электропоездов для участков А — Ж

График оборота электропоездов составляют нанесением линий связи непосредственно на график движения. Совокупность поездов, обслуживаемых одним составом в течение суток, называют маршрутом. В целях выравнивания условий работы электропоездов и локомотивных бригад маршруты увязывают так, чтобы каждый состав выходил в последующий день на новый маршрут. Число маршрутов равно числу электропоездов, необходимых для обслуживания заданных размеров движения в сутки. Отстой электропоездов в дневное время используют для выполнения профилактических осмотров, поэтому маршруты составляют и согласовывают таким образом, чтобы состав каждый пятый день заходил в депо в дневное время на срок, достаточный для осмотра.

Особенностью составления графика электропоездов является возможность изменения первоначально намеченных точек отправления поездов или станций их назначения с целью увязки маршрутов. Ночной отстой электропоездов предусматривают как в депо, так и в пунктах оборота (на конечных и зонных станциях). При недостаточном путевом развитии зонных станций назначают поезда для подачи составов на отстой в депо и засылки их утром к месту начала работы. На ответвлениях от основного направления или отдаленных от центра участках пригородной зоны целесообразно назначение поездов с меньшим числом вагонов, соответствующим пассажиропотокам. Эти составы нельзя завязывать в общий график. Однако благодаря такой мере потребность в перевозках удовлетворяется меньшим количеством подвижного состава, достигается значительная экономия энергии и снижение эксплуатационных расходов. Так как электропоезда не требуют каких-либо маневров для изменения направления следования, необходимое дополнительное путевое развитие в таких случаях минимально.

График движения пригородных электропоездов, составленный для приведенного выше участка, с указанием маршрутов представлен на рис. 12. Как видно из графика, для обеспечения заданных размеров движения требуется 15 составов. Там же указаны маршруты и оборот электропоездов.

§ 12. Уход за электровозами и электропоездами в эксплуатации и подготовка их к зиме

Содержание электровозов и электропоездов в технически исправном состоянии обеспечивается выполнением в установленные сроки осмотров и плановых ремонтов и соблюдением требований по уходу за ними в пути следования.

Ответственность за качество и своевременное выполнение осмотра и ремонта электроподвижного состава, обеспечивающее исправную его работу между плановыми ремонтами, возложено на ремонтный персонал и руководителей локомотивных депо и заводов.

В пунктах технического осмотра электровозов организуют круглосуточное дежурство высококвалифицированных слесарей во главе с мастером (бригадиром) смены. Объем технического осмотра установлен Правилами депоовского ремонта электровозов и соответствующими инструкциями. Пункты технического осмотра снабжают запасными частями, инструментом, приспособлениями и материалами.

Локомотивные бригады обязаны обеспечивать безопасное ведение поезда, надлежащий режим работы оборудования электровозов и электропоездов, исправное техническое и культурное состояние локомотива, инвентаря и инструмента, а также своевременное устранение выявленных в пути следования неисправностей.

Локомотивные бригады в процессе эксплуатации выполняют следующие работы, обеспечивающие безопасность и бесперебойность движения поездов:

следят за исправностью ходовых частей и предохранительных устройств;

регулируют тормозную рычажную передачу и заменяют при необходимости тормозные колодки;

закрепляют ослабшие болты, гайки и другие крепящие устройства во всех соединениях электрического и механического оборудования;

проверяют состояние крышевого оборудования и смазку полозов пантографов;

смазывают трущиеся части механического оборудования;

обеспечивают исправное действие звуковых и световых сигналов;

систематически продувают воздушные резервуары и маслоотделители;

устраняют утечки в воздухопроводах;

заменяют перегоревшие высоковольтные и низковольтные предохранители, зачищают контакты электрических аппаратов;

проверяют состояние изоляторов, в особенности пантографных, очищают и протирают их;

в зимнее время очищают от снега и льда детали механического и пневматического оборудования и электрической аппаратуры.

При сменном обслуживании электровозов бригадами некоторые из этих работ (проверка крышевого оборудования, пантографов) выполняет персонал пунктов технического осмотра. Начальникам дорог дано право определять окончательный перечень работ по служебному ремонту и техническому осмотру в зависимости от местных условий и серии электровоза.

В пути следования и во время стоянок на станциях локомотивная бригада обязана контролировать работу электрических и других аппаратов и механизмов и предупреждать возникновение неисправностей. Обнаруженные дефекты устраняют сами локомотивные бригады.

При неисправности, которая не может быть устранена в пути следования, бригада обязана принять все меры для обеспечения сохранности локомотива и быстрого освобождения перегона. О наличии неисправности на локомотиве машинист обязан поставить в известность локомотивного диспетчера и дежурного по депо (по радиосвязи, телефону, через дежурного по станции или машиниста другого локомотива).

Машинист электровоза (электропоезда) при порче локомотива, браке в работе или задержке поезда по возвращении в депо должен дать начальнику депо или его заместителю, а в их отсутствие дежурному по депо подробное письменное объяснение о характере и последствиях порчи и т. д., а также обо всех обстоятельствах и условиях, в которых они произошли.

Приемку и сдачу локомотива бригада проводит установленным порядком в пределах отведенного времени с точным соблюдением правил по технике безопасности. Бригада, сдающая электровоз, подготавливает его к сдаче в зависимости от местных условий, выполняет полную или частичную экипировку, а также информирует принимающую электровоз бригаду (или дежурного по депо, если электровоз отставлен от работы) о его состоянии. Машинист, сдающий смену, несет ответственность за скрытие имеющихся на локомотиве неисправностей.

Принимающая бригада осматривает локомотив, обращая особое внимание на состояние ходовой части, а также ответственных узлов и деталей, обеспечивающих безопасность движения, проверяет наличие и состояние рабочего инструмента и инвентаря, а также наличие пломб на приборах. Обнаруженные во время приемки неисправности устраняют силами сдающей и принимающей бригад. При невозможности устранения неисправностей принимающий машинист должен поставить в известность дежурного по депо.

При обслуживании локомотива сменными бригадами сдающий и принимающий машинисты обязаны расписаться в журнале технического состояния локомотива, а также записать свои замечания и показания счетчика энергии. Во время приемки локомотива после технического осмотра или ремонта машинист обязан проверить выполнение ремонта, записанного в журнале технического состояния локомотива.

Для обеспечения бесперебойной работы локомотивного хозяйства в зимних

условиях выполняют специальную подготовку в весенне-летний период по плану, составляемому руководителями депо и отделений дорог. Предварительно проводят комиссионный осмотр всех объектов локомотивного хозяйства, по результатам которого устанавливают объемы подготовительных работ, сроки их выполнения, исполнителей работ и источники обеспечения рабочей силой, материалами, запасными частями и ассигнованиями. При составлении плана должны быть учтены недостатки, имевшиеся в работе локомотивного хозяйства в прошедшую зиму.

В ходе подготовки к зиме ремонтируют производственные цехи, котельные, служебные и бытовые помещения, общежития, дома отдыха локомотивных бригад и другие объекты. Создают необходимые запасы песка, деталей и материалов, а также спецодежды и обуви.

Основные работы по подготовке электроподвижного состава к зиме следующие:

- перевод на зимнюю смазку всех узлов трения;
- защита тяговых двигателей, вспомогательных машин и аппаратуры высоковольтной камеры от попадания снега;
- изменение характеристик токоприемника;
- повышение плотности электролита аккумуляторной батареи;
- постановка зимних рам, утепление кабин машиниста и пассажирских помещений.

§ 13. Экипировка электровозов

Экипировкой называют операции по снабжению электровозов песком, смазкой и обтирочными материалами. С экипировкой обычно совмещают приемку и сдачу электровоза, его осмотр, обтирку и очистку. Для выполнения этих операций служит комплекс экипировочных устройств, состав которых зависит от места их расположения, типа локомотивов и выполняемых операций. Продолжительность экипировки обычно составляет 25—30 мин, порядок выполнения сопутствующих операций определяется местными условиями.

Размещение пунктов экипировки на дороге зависит от длины участков, обслуживаемых локомотивом без отцепки от поезда, профиля пути, возможного запаса песка на электровозе, взаимного расположения приемо-отправочных парков на станциях и сооружений локомотивного хозяйства.

Наиболее эффективна организация экипировки на конечных станциях участка (в пунктах оборота). В большинстве случаев в таких пунктах есть необходимые условия, а именно специальные пути, источники пара и воздуха, смотровые канавы, служебно-бытовые помещения и т. д. Благодаря этому появляется возможность организации технического осмотра, совмещенного с экипировкой. При определении объема работ по развитию экипировочных устройств следует иметь в виду перспективу развития участка в целом, т. е. возможность удлинения участков работы локомотивов, а следовательно, и вероятность отпадения необходимости в устройствах на данной станции.

При эксплуатации локомотивов на участках обращения значительной протяженности (700—1 000 км) экипировку выполняют на приемо-отправочных путях станций. На территории основного депо должны быть экипировочные устройства для снабжения электровозов, выходящих из ремонта, отставляемых по неравномерности движения и т. п.

Экипировочные устройства могут быть открытого и закрытого типа. Устройства открытого типа (рис. 13) сооружаются на приемо-отправочных путях. В пунктах оборота и на территории основного депо сооружают, как правило, устройства закрытого типа (рис. 14*)¹, но в ряде депо более ранней постройки имеются открытые экипировочные устройства. В закрытом экипировочном стойле имеются смотровые канавы 1 глубиной 1,2 и шириной 1,4 м.

¹ Рисунки со знаком* приведены в конце книги вклейками.

Пескораздаточные бункера 2 устанавливают на железобетонных или металлических опорах 3 так, чтобы экипировку электровоза можно было провести с одной установки. Расстояние между осями соседних бункеров при электровозах постоянного тока составляет 7,6 м, при электровозах переменного тока — 10 м. По сторонам каждого экипировочного пути на уровне крыши электровоза устроены смотровые площадки 4. Шапки моторно-осевых подшипников заправляют смазкой от маслораздаточных колонок 5, масло к которым подается сжатым воздухом по трубопроводу 6 из расходных баков кладовой.

В пристройке располагают помещение 7 для хранения масла, раздаточную смазок 8 и кладовую обтирочных материалов 9. Электровозы на экипировочные канавы, как правило, вводят при пониженном напряжении постоянного тока. В экипировочных устройствах открытого типа контактную сеть на позиции экипировки выделяют в отдельную секцию. Вход на смотровые площадки возможен только при снятом с этой секции напряжении, что обеспечено системой соответствующих блокировок.

Максимальный пробег электровозов L_n (в км) между пунктами снабжения песком, ограниченный емкостью песочниц,

$$L_n = \frac{0,9q \cdot 10^6}{Qn_n},$$

где 0,9 — коэффициент, учитывающий 10%-ный остаток песка в песочницах электровоза;

q — емкость песочниц электровоза для одного направления движения, m^3 ;

Q — вес поезда, t ;

n_n — норма расхода песка в m^3 на 1 млн. $ткм$ брутто.

Расход песка Q_n (в $кг$) на участке известной длины L

$$Q_n = \frac{LQn_n}{10^6}$$

Максимальные нормы расхода песка электровозами в зависимости от типа профиля пути для некоторых серий приведены в табл. 1. Тип профиля определяют в зависимости от доли легких элементов (от — 3 до + 30‰) в процентах к общей длине участка и от крутизны расчетного подъема.

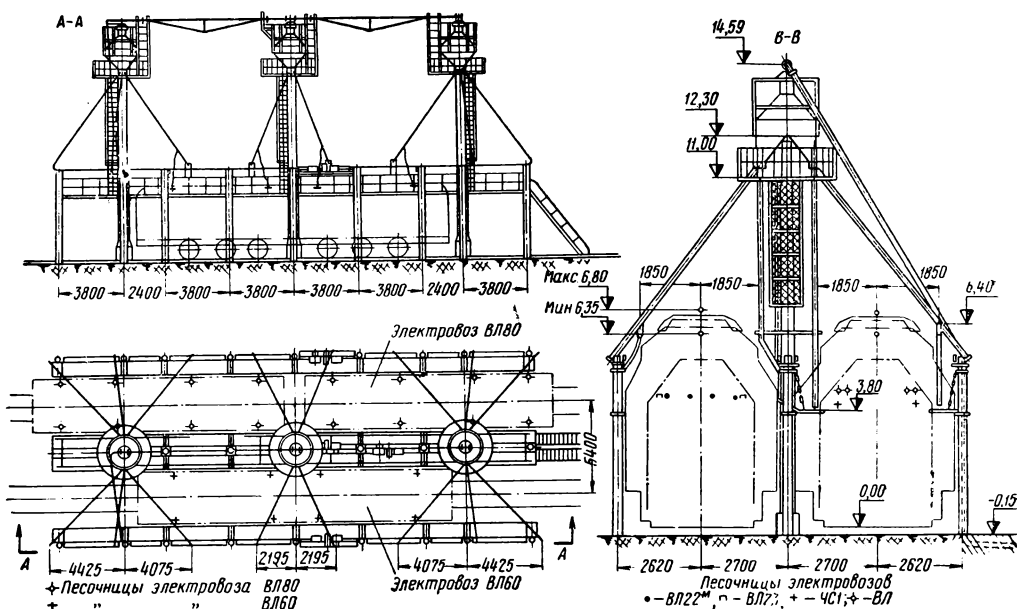


Рис. 13. Типовые пескораздаточные устройства на прямо-отправочных путях

Таблица 1

Серия электро-воза	Тип профи-ля	Расход песка в м ³ на 1 млн. ткм брутто при весе поезда в т								
		1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000
ВЛ8	I	0,86	0,77	0,7	0,65	0,61	0,6	0,59	0,59	0,58
	II	0,91	0,82	0,75	0,7	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62
	III	1,02	0,9	0,81	0,76	0,74	0,73	0,72	0,72	0,72
	IV	1,57	1,42	1,29	1,2	1,15	1,13	1,12	1,12	—
ВЛ23, ВЛ22 ^м	I	0,5	0,45	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,33
	II	0,59	0,55	0,51	0,5	0,47	0,46	0,45	0,45	0,45
	III	0,64	0,6	0,57	0,55	0,53	0,51	0,5	—	—
	IV	0,74	0,67	0,63	0,59	0,58	—	—	—	—
ВЛ60	I	0,63	0,58	0,54	0,50	0,46	0,43	0,41	0,40	0,38
	II	0,69	0,64	0,59	0,55	0,52	0,49	0,47	0,46	0,45
	III	0,96	0,88	0,80	0,72	0,66	0,61	0,58	0,56	—
	IV	1,25	1,16	1,07	0,98	0,92	0,87	—	—	—

К типу I профиля относят участки, имеющие более 60% легких элементов по отношению к общей длине и расчетный подъем от 4 до 7‰, к типу II — участки с 40—60% легких элементов и расчетный подъем от 5 до 9‰, к типу III — участки с 30—40% легких элементов и расчетным подъемом 7—10‰, к типу IV — участки, имеющие менее 30% легких элементов и расчетный подъем от 9 до 12‰.

Общая емкость песочниц электровозов следующая: ВЛ8 — 2,74 м³; ВЛ23 — 1,5 м³; ВЛ22^м — 1,3 м³ и ВЛ60 — 1,18 м³.

Расстояния, проходимые локомотивами без дополнительного набора песка, могут быть повышены как за счет увеличения емкости бункеров песочниц, так и за счет более полного использования имеющихся запасов песка. В последнем случае на часть бункеров песочниц устанавливают дополнительные форсунки и пескопроводы, что позволяет подавать песок из этих бункеров при движении в обоих направлениях. В настоящее время большая часть парка электровозов имеет увеличенный против чертежных размеров объем песочниц. Значительным резервом снижения расхода песка является его экономное расходование, что может быть достигнуто поддержанием правильной установки песочных труб относительно бандажа и рельса, а также совершенствованием конструкции форсунок.

Песок, применяемый для увеличения коэффициента сцепления колес с рельсами, должен соответствовать установленным требованиям. Для этой цели используют сухой кварцевый песок, обладающий хорошими абразивными свойствами. Рабочую массу песка должны составлять зерна размером от 0,1 до 2 мм. Частицы размером менее 0,1 мм относятся к пыли и к глинистой составляющей. Процентное соотношение зерен различной величины в рабочей массе, а также нерабочих частиц нормировано. Различают песок нормального качества, в котором рабочая масса составляет не менее 90% общего веса, и повышенного качества с содержанием рабочей массы до 95% по весу. Последний применяют на дорогах, где зимой наблюдается усиленное образование инея на рельсах. В песке нормального и повышенного качества должно содержаться соответственно не менее 70 и 90% кварца. Остальную часть составляют полевой шпат и другие минералы.

На электровозы необходимо выдавать песок с влажностью не более 0,5% по весу. Влажность представляет собой отношение веса содержащейся в песке воды к общему весу и определяется как разность веса песка до и после сушки, причем пробу песка сушат в специальном сушильном шкафу до прекращения изменения веса. Сырой песок имеет влажность от 4 до 8%, поэтому перед выдачей на электровоз его необходимо сушить.

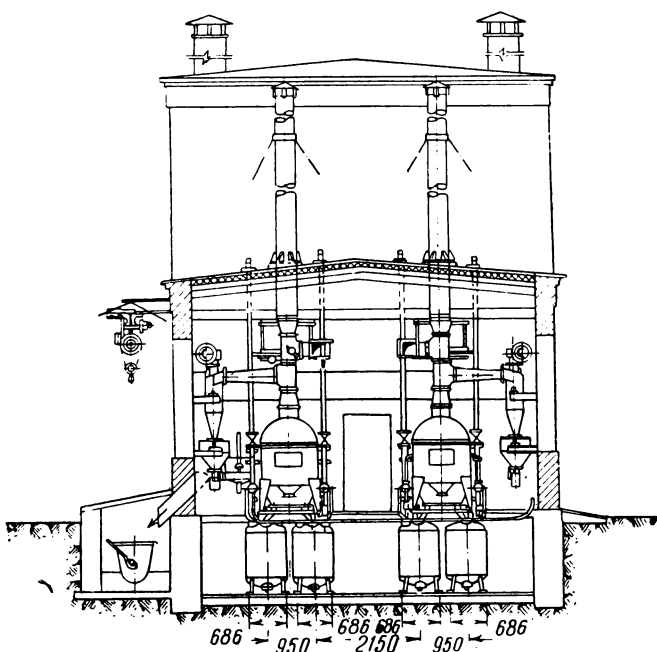
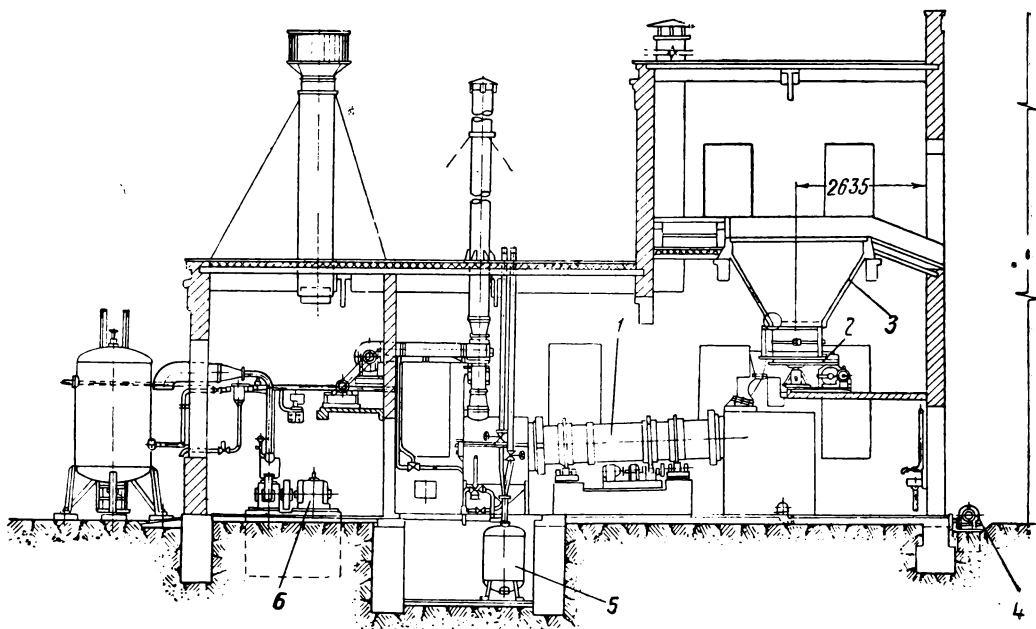


Рис. 15. Размещение оборудования в типовой пескоподаче производительностью 40 м^3 сухого песка в сутки:

1 — барабанные сушила; 2 — питательные устройства для подачи сырого песка; 3 — бункера для приема сырого песка; 4 — дутьевой вентилятор для подачи воздуха в топку; 5 — выжимные баки для сбора и выжимки песка в раздаточные бункера; 6 — компрессорная установка для получения сжатого воздуха



Для сушки песка применяют барабанные сушила различных типов и производительности. По сравнению с жаротрубными печами барабанные сушила имеют более высокий к. п. д. и большую производительность. Наибольшее распространение получили барабанные сушила СОБУ-1, СОБУ-1М и СОБУ-2 (сушило огневое барабанное угольное). Расчеты и опыт показывают, что при суточном расходе сухого песка 20 м^3 достаточно иметь одно сушило типа СОБУ-1, при расходе 40 м^3 — два таких сушила, при расходе 80 м^3 — два сушила типа СОБУ-1М и при большем расходе — два сушила типа СОБУ-2. В барабанном сушиле сырой песок поступает во вращающийся барабан,

внутри которого проходят горячие газы из топки. Непрерывно пересыпаясь при вращении барабана, песок находится во взвешенном состоянии, и все его частицы омывают горячие газы, что ускоряет сушку, повышает ее качество и снижает удельный расход топлива. Размещение оборудования показано на рис. 15.

Производительность сушил при начальной влажности песка 6% и конечной 0,5% составляет: СОБУ-1 — 1 500 кг/ч, СОБУ-1М — 2 200 кг/ч и СОБУ-2 — 3 000 кг/ч. Производительность может быть повышена введением искусственной тяги, повышением скорости барабана и изменением конструкции насадок сушил.

Для подачи сухого песка в раздаточные бункера и хранилища применяют вентиляционную и выжимную пескоподачу.

Достоинством выжимной пескоподачи (рис. 16) является большая производительность, возможность транспортировки песка по трубам небольшого диаметра на значительное расстояние. Наиболее протяженные линии подачи с поддувом посреди линии достигают длины 450 м.

Перемещение песка происходит за счет разности давлений в местах загрузки песка (в выжимном баке 6—7 ат) и его приема (в пескораздаточном бункере 1 ат). Выжимная установка (см. рис. 16) состоит из компрессора 7 с защитным фильтром 3, воздухохранилища 10, масловодоотделителя 2, выжимных баков 6, трубопроводов для песка 5, манометров 1, воздухопроводов 8 и 9 и вентилей управления подачей воздуха 4. Для выжимных установок применяют поршневые компрессоры производительностью 2—10 м³/мин с рабочим давлением 5—8 кг/см² и мощностью электродвигателей 23—30 квт.

Для хранения сырого песка сооружают открытые и закрытые склады. Песок из вагонов перегружают в склады грейферными кранами на железнодорожном ходу и подают к сушилам ленточными транспортерами, скреперными установками или тельферами.

Практика и подсчеты показали, что экономически нецелесообразно иметь 2—3 пескосушильные установки на одной депо-станции. Для этих условий более выгодна система полужентриализованного пескообеспечения с его подвозкой вагонами-бункерами к раздаточным устройствам на приемо-отправочных путях. Для хранения запаса сухого песка у места потребления устанавливают бетонные башни-хранилища емкостью 120 м³.

Весьма выгодна закладка сухого песка в запас для зимнего периода, чтобы устранить затруднения, связанные со смерзаемостью влажного песка в зимнее время. При такой организации песок из карьера следует привозить на базовую экипировку преимущественно в самый благоприятный период времени (апрель — октябрь) и просушивать его до наступления морозов. Песок в количестве текущей суточной потребности подают на локомотивы, а остальной закладывают в хранилище для использования в зимнее время.

Изменение технологии работы пескоподач позволяет использовать осенне-зимний период для проведения профилактического ремонта пескосушильных печей и другого оборудования, разгрузив этим насыщенные ремонтными работами летние месяцы.

В электродепо запа- сы индустриального, осе

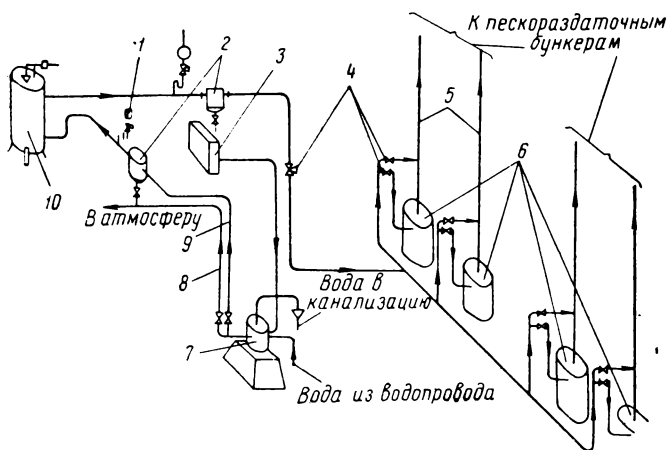


Рис. 16. Принципиальная схема выжимной подачи песка

вого и трансмиссионного масел хранят в металлических или железобетонных резервуарах, оборудованных устройствами для подогрева. Перекачивают масло из хранилищ в расходные баки кладовой насосами или сжатым воздухом. Смазочные масла обладают достаточной вязкостью и их перевозят в железнодорожных цистернах с нижними сливными устройствами, через которые сливают масло самотеком с подогревом при низких температурах. Для хранения запаса смазочных и обтирочных материалов и выдачи их локомотивным бригадам вблизи мест экипировки устраивают раздаточные кладовые, в которых хранят жидкие смазки в баках, а консистентные — в деревянных бочках и металлических ларях.

Кузов и ходовые части электровоза перед выездом на линию и перед постановкой в ремонт должны быть очищены. В настоящее время в эксплуатации находятся стационарные установки для обмывки кузовов электровозов и электропоездов. При проходе подвижным составом этой установки боковые стенки кузовов сначала опрыскивают эмульсией, а затем обмывают вращающимися цилиндрическими щетками, на которые поступает вода. Ходовые части на таких установках не обмывают из-за опасности попадания воды внутрь тяговых двигателей. В настоящее время ПКБ ЦТ МПС разработало проект закрытого стойла с мощной приточно-отсосной вентиляцией для обмывки наружных частей электровозов и продувки тяговых двигателей и электрической аппаратуры.

Проектом предусмотрена возможность обмывки экипажной части электровоза снизу, а также натирки стенок кузова полировочной пастой для сохранения окраски и придания ей блеска.

§ 14. Экономия энергии при электрической тяге

Потребление электрической энергии электрифицированными железными дорогами исчисляется десятками млрд. *квт·ч* в год и продолжает увеличиваться вместе с ростом их протяженности и грузооборота. Поэтому экономное расходование энергии на электрифицированных железных дорогах имеет важное народнохозяйственное значение. Удельные нормы расхода энергии на тягу поездов планируют поквартально по видам движения с разбивкой по месяцам. Фактический удельный расход за любой период определяют делением потребленной энергии на выполненную перевозочную работу брутто

$$a = \frac{A \cdot 10^4}{\Sigma QL},$$

где A — общий расход энергии, *квт·ч*;

ΣQL — перевозочная работа, *ткм* брутто.

Общий расход энергии при электрической тяге состоит из:

расхода на преодоление основного и дополнительного сопротивления движению поезда ($a_{w_0} + i$);

расхода на покрытие потерь в тормозах ($a_{тo}$);

потерь энергии в тяговых двигателях, зубчатой передаче, трансформаторах и преобразователях ($a_{т_1}$);

потерь в пусковых приспособлениях — реостатах (a_p);

расхода энергии на собственные нужды электроподвижного состава — на работу вспомогательных машин и отопление электровозов и электропоездов ($a_{сн}$).

Ввиду различия условий работы электровозов и электропоездов удельный вес отдельных составляющих в общем расходе энергии при электрической тяге неодинаков и методы экономии энергии имеют свои особенности.

При электровозной тяге с редкими остановками 70—80% энергии затрачивается на преодоление основного и дополнительного сопротивления движению. Потери энергии в двигателях составляют обычно около 9—10%, а остальная часть расходуется на потери в тормозах, в пусковых сопротивлениях и на собственные нужды электровозов.

Основным резервом экономии энергии здесь будет ведение поезда с наибольшим использованием его кинетической энергии и наименьшим числом торможений в пути. Это возможно при использовании рациональных методов вождения поездов, изучении и обобщении опыта работы наиболее квалифицированных машинистов и результатов опытных поездок с динамометрическим вагоном.

При моторвагонной тяге распределение затрат энергии по составляющим в большой степени зависит от расстояния между остановками. Значительную часть расхода энергии (40—70%) составляют потери в тормозах и пусковых реостатах, причем эти потери тем больше, чем короче перегон. В этих условиях рациональным будет режим ведения поезда, обеспечивающий самую высокую интенсивность разгона и, как следствие, наиболее длительную езду на выбеге и наиболее низкую скорость начала торможения.

Распределение расхода энергии по составляющим, полученное для поездов различных категорий в опытных поездках на участках Московского узла, приведено в табл. 2.

Таблица 2

Составляющие расхода энергии, %	Электровозная тяга поездов		Моторвагонная тяга при длине перегона	
	пассажирских	грузовых	2,9 км	8,9 км
a_{w_0}	75,5	55,2	} 17,2	53,7
a_l	6,6	21,8		
$a_{то}$	3,8	7,2		28,3
a_{η}	9,4	9,25		11,1
a_p	1,1	1,45		3,8
$a_{сн}^*$	3,6	5,1	2,1	3,1

* Только на вспомогательные машины без учета отопления.

Расход энергии на преодоление основного и дополнительного сопротивления движению зависит от скорости движения, профиля пути, веса и состава поезда, состояния подвижного состава и пути и условий погоды.

Для уменьшения расхода энергии необходимо содержать ходовые части локомотивов и вагонов в исправности, своевременно смазывать все трущиеся части, не допускать трения колодок о бандажи при отпущенных тормозах.

Удельное сопротивление электровоза больше, чем у вагонов, и не зависит от веса поезда. Поэтому удельные сопротивления движению и расход энергии для поезда в целом уменьшаются при увеличении веса поезда. Отсюда видно, что повышение среднего веса поезда и вождение тяжеловесных поездов служит большим резервом экономии энергии. Наоборот, отправление неполновесных поездов и одиночное следование электровозов вызывают увеличение удельного расхода энергии. Заметно повышает расход энергии разрозненная расстановка разнотипных вагонов в поезде, например, крытых и платформ, цистерн и полувагонов и т. п., а также открытые двери у порожних вагонов.

Расходом энергии на торможение поезда учитывают ее расход на создание кинетической энергии при разгоне, так как при торможениях эта энергия гасится в механических тормозах. По имеющимся расчетам на сети железных дорог годовые потери механической энергии в тормозах эквивалентны примерно 7 млрд. квт·ч электрической энергии. Отсюда следует, что снижение потерь в тормозах только на 1% сократит эксплуатационные расходы на 700 000 руб.

Расход энергии на торможение поезда имеет место как при полной остановке, так и при снижении скорости из-за неисправности или занятости пути, неготовности станции к приему поезда. Для пассажирских поездов, кроме того,

на расход энергии сильно влияет несоответствие разрешенной скорости движения по перегонам и станциям.

Величина тормозных потерь при торможениях до остановки или до известной пониженной скорости может быть определена по графикам рис. 17. Например, при снижении скорости движения пассажирского поезда со 120 до 80 км/ч потери в тормозах составят $162 - 74 = 88$ кВт·ч (кривая 2). При других весах поездов можно в пределах точности, допустимой для практических расчетов, считать потери в тормозах пропорциональными весу поезда.

Потери энергии при непредвиденных задержках в пути следования больше, чем в известных местах снижения скорости, поскольку машинист в первом случае вынужден тормозить с большей скорости, а тормозные потери, как известно, пропорциональны квадрату скорости начала торможения. Во втором случае машинист имеет возможность выключить тяговые двигатели заранее, благодаря чему часть кинетической энергии поезда будет израсходована на преодоление сопротивления движению поезда, а скорость начала торможения окажется меньшей.

В целях экономии энергии нужно всемерно сокращать число предупреждений о снижении скорости и задержек поездов у входных сигналов, что может быть достигнуто улучшением содержания всех железнодорожных устройств и в первую очередь пути, а также оперативного руководства движением поездов. При изменении установленного порядка следования поезда по участку надлежит информировать об этом машиниста, используя все средства и в первую очередь поездную радиосвязь. На дорогах с большим пассажирским движением необходимо систематически повышать допустимые скорости движения по станциям; целесообразно также закрывать малодеятельные станции.

При движении по спускам и подъемам управлять локомотивом следует так, чтобы в конце спуска поезд имел максимально допустимую скорость движения. Благодаря этому при движении по подъему будет в наибольшей степени использована кинетическая энергия поезда.

Потери энергии на торможение на вредных спусках учитывают в расходе на преодоление сопротивления профиля (a_i). Их снижение возможно при овладении всеми локомотивными бригадами рациональными методами вождения поездов, как указано выше, а также при использовании рекуперативного торможения.

Из электромеханических характеристик тягового двигателя видно, что его к. п. д. имеет наибольшие значения при нагрузках от 75 до 100% часового тока, а при ослабленном поле к. п. д. двигателя выше, чем при полном поле. Поэтому для снижения потерь энергии в двигателях следует при движении поезда выбирать режим его ведения так, чтобы они возможно большее время работали в этой зоне характеристик.

Для уменьшения потерь в пусковых сопротивлениях поезд выгоднее разгонять с максимально допустимыми пусковыми токами. При легком профиле пути целесообразно применение ослабления поля на промежуточных ходовых позициях. При этом часть реостатных позиций можно

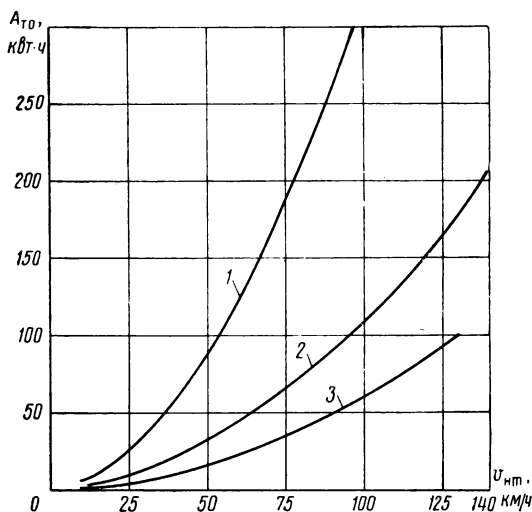


Рис. 17. Кривые потерь энергии при торможении поезда:

1 — грузового поезда весом 3 000 т; 2 — пассажирского поезда весом 1 000 т; 3 — электропоезда ЭР2

пройти без выдержки времени на них. При разгоне на тяжелом профиле применять ослабление поля не следует. При пуске с пониженными по сравнению с максимально допустимыми пусковыми токами сила тяги, а следовательно, и ускорение поезда резко снижаются, что вызывает увеличение времени пуска. Кроме того, в этом случае движение поезда начинается при больших значениях пусковых сопротивлений, а пуск заканчивается при большей скорости. В целом увеличение времени пуска, величины начального сопротивления и скорости выхода на автоматическую характеристику оказывает на расход энергии большее влияние, чем уменьшение пускового тока, и потери в пусковом реостате возрастают.

На потери энергии в пусковых реостатах, как и в тормозах, влияют также непредусмотренные графиком остановки и снижения скорости. Для электропоездов средством снижения обоих видов потерь служит разумное уменьшение числа остановок. При разгоне электропоезда следует полностью использовать систему автоматического пуска с минимальной задержкой на маневровой позиции.

Расход энергии на собственные нужды электроподвижного состава уменьшают следующими путями. Мотор-вентиляторы электровозов, как правило, должны работать на низкой скорости. При этом в большинстве случаев температура обмоток тяговых двигателей не превышает допустимых значений.

Включение мотор-вентиляторов на высокую скорость, повышающее расход энергии на 40 %, необходимо только при больших токах нагрузки тяговых двигателей или при высокой температуре окружающего воздуха. Конкретно режим вентиляции тяговых двигателей устанавливают на основании опытных поездок с динамометрическим вагоном.

При работе электровозов по системе многих единиц на втором электровозе, как показывает опыт, достаточно включать только один мотор-компрессор.

Расход энергии на отопление кабин электровозов по сравнению с расходом на тягу весьма невелик, а на отопление вагонов электропоездов в зимнее время и особенно при низких температурах достигает 15—20 % расхода на тягу. Для уменьшения расхода энергии на отопление необходимо следить за правильностью регулирования терморегуляторов, исправностью автоматических и тамбурных дверей вагонов электропоездов.

Эффективным способом экономии энергии служит рекуперативное торможение. Как показывает опыт эксплуатации горных участков электрифицированных железных дорог, экономия энергии за счет возврата ее электровозами в контактную сеть достигает 15—20 %. Применение рекуперативного торможения в условиях сравнительно легкого профиля средней полосы СССР дает экономию до 8—10 %. При электровозной тяге основной возврат энергии имеет место при торможении на вредных спусках.

Не менее эффективно применение рекуперации на электропоездах, где ее используют при затормаживании поезда. Из-за невозможности рекуперации энергии ниже определенной скорости движения здесь применяют рекуперативно-реостатное торможение. Реостатное торможение, не давая прямой экономии энергии, позволяет снизить расход тормозных колодок и износ бандажей колесных пар, а также сохранить тормозной эффект до скоростей, близких нулю.

Эффективность рекуперативного торможения на вредных спусках может быть определена следующим образом. Затрата энергии на 1 км пути в течение года на подъеме $i^0/_{00}$ при грузовом потоке в сторону подъема равна

$$\frac{1\,000\, \Gamma_1 (i + \omega_0 + \omega_{кр})}{\eta_{ср}},$$

где Γ_1 — годовой грузопоток в сторону подъема, m ;

ω_0 , $\omega_{кр}$ — удельное сопротивление движению основное и дополнительное от кривых;

$\eta_{ср}$ — средний к. п. д. электровоза в режиме тяги.

Энергия, возвращенная в течение года на 1 км при движении вниз по тому же уклону, равна

$$1\,000\, \Gamma_2 (i - \omega_0 - \omega_{кр}) \eta_{рек} \eta_{рс} \gamma_{рек},$$

где Γ_2 — годовой грузопоток в сторону спуска, m ;

$\eta_{рек}$ — средний к. п. д. электровоза в режиме рекуперации;

$\eta_{рс}$ — к. п. д. контактной сети и тяговой подстанции;

$\gamma_{рек}$ — доля рекуперативного торможения в общей тормозной силе.

Очевидно, что с точки зрения экономии энергии эффективность рекуперативного торможения κ_p может быть выражена отношением количества энергии, возвращенной на вредном спуске, к энергии, затраченной при движении поездов на этом участке в сторону подъема

$$\kappa_p = \frac{\Gamma_2 [i - (\omega_0 + \omega_{кр})]}{\Gamma_1 [i + (\omega_0 + \omega_{кр})]} \eta_{ср} \eta_{рек} \eta_{рс} \gamma_{рек}.$$

Для магистральной тяги можно принять следующие средние значения величин: $\omega_0 + \omega_{кр} = 4\, \kappa\Gamma/m$; $\eta_{рс} = 0,88$; $\eta_{рек} = 0,86$; $\eta_{рс} = 0,95$. Тогда

$$\kappa_p = \frac{\Gamma_2 \gamma_{рек}}{\Gamma_1} \cdot 0,65 \frac{i - 4}{i + 4}.$$

Следовательно, эффективность рекуперативного торможения зависит от направления преобладающего грузопотока и степени участия рекуперации в торможении поезда.

Эффективность рекуперации на участках работы электропоездов при средних условиях профиля можно представить как отношение количества энергии, возвращенной при рекуперативном торможении перед остановками, к энергии, которую пришлось бы затратить для компенсации потерь в тормозах в случае отсутствия рекуперации

$$\kappa_p' = 1 - \frac{(v_t^2 - v_k^2) (1 - \eta_{ср} \eta_{рек} \eta_{рс} + v_k^2)}{v_t^2}$$

или

$$\kappa_p' = \left(1 - \frac{v_k^2}{v_t^2}\right) \eta_{ср} \eta_{рек} \eta_{рс},$$

где v_t , v_k — скорости начала и конца рекуперативного торможения.

При $v_k = (0,4 \div 0,6)$ v_t и $\eta_{ср} \eta_{рек} \eta_{рс} = 0,65$ коэффициент κ_p' будет иметь значение от 0,4 до 0,55, т. е. в средних условиях применение рекуперативного торможения для остановки поездов может вернуть 40—50% энергии, теряемой при механическом или реостатном торможении. Принимая во внимание, что потери в тормозах пригородных электропоездов составляют 40—50% всего расхода энергии, получим экономию от рекуперации в пределах 15—25%.

ЛОКОМОТИВНЫЕ ДЕПО ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

§ 15. Электродепо, объем его работы и характеристика состояния парка электроподвижного состава

Назначение электродепо. Первичной хозяйственной единицей электротягового хозяйства является депо. Оно осуществляет производственно-хозяйственную деятельность в соответствии с государственным планом перевозок на основе хозяйственного расчета, имеет самостоятельный баланс, выполняет обязанности и пользуется правами, установленными Положением о социалистическом государственном производственном предприятии.

На электродепо возложены: своевременная выдача электроподвижного состава под поезда в соответствии с графиком движения и планом работы; организация обслуживания электровозов и электропоездов локомотивными бригадами; обеспечение безопасности движения поездов; своевременное выполнение экипировки и ремонта электроподвижного состава.

Для выполнения этих функций электродепо имеет производственные здания и сооружения, технологическое и подъемно-транспортное оборудование, экипировочные устройства, а также запасные части и материалы.

Все сооружения и оборудование депо по своим размерам, количеству, устройству и назначению должны соответствовать типам и сериям обслуживаемых электровозов и электропоездов и обеспечивать выполнение всех работ по их содержанию и ремонту в соответствии с заданным пробегом, программой и сроками ремонта.

Для постановки электроподвижного состава на осмотр и в ремонт в депо сооружают специальные стойла со смотровыми канавами, а также создают цехи и мастерские с отделениями для ремонта колесных пар, тяговых двигателей, вспомогательных машин, электроаппаратуры, аккумуляторных батарей, реакторов, анодных делителей и других частей и деталей механического, электрического и пневматического оборудования.

Эксплуатационный и ремонтный персонал депо укомплектовывают работниками тех специальностей, которые требуются для выполнения всех работ по ремонту и содержанию электроподвижного состава.

Коллектив депо должен обеспечивать неуклонный рост производительности труда и повышение эффективности использования производственных фондов, снижение себестоимости перевозок и ремонта, повышение рентабельности предприятия на основе научной организации труда, внедрения новой техники и передовой технологии, строгого соблюдения режима экономии, улучшения условий труда и отдыха локомотивных и ремонтных бригад и повышения их квалификации.

Классификация электродепо. Электродепо подразделены на основные и оборотные (пункты оборота). Основное электродепо наделено основными средствами, в состав которых входят: парк электроподвижного состава, производственно-технические здания, оборудование.

По составу парка основные депо делят на электровозные, моторвагонные и смешанные. По характеру работы различают грузовые, пассажирские и смешанные электродепо. При наличии в парке локомотивов разных видов тяги депо именуют локомотивным.

Основные депо выполняют профилактический осмотр, малый периодический, большой периодический и подъемочный ремонты электроподвижного состава. В целях улучшения организации ремонта, повышения его качества,

лучшего использования производственных мощностей депо специализируют по видам ремонта, типам и сериям электроподвижного состава.

Наряду с этим проводят концентрацию подъемочного ремонта электровазов и электропоездов в наиболее крупных, хорошо оснащенных депо. Остальные депо от подъемочного ремонта освобождены и специализированы на периодическом ремонте и профилактическом осмотре. Подъемочный ремонт концентрируют в одном-двух депо в пределах одной или нескольких железных дорог.

Дальнейшим развитием специализации и концентрации ремонтного производства является создание депо, выполняющих подъемочный ремонт, не имеющих приписного локомотивного парка и не занимающихся его эксплуатацией и текущим содержанием. Такие депо будут представлять собой крупные ремонтные мастерские на электрифицированных железных дорогах.

Основные электродепо в зависимости от выполняемых видов ремонта разделяют на:

депо без подъемочного ремонта, имеющие приписной парк и выполняющие малый и большой периодический ремонт и профилактический осмотр;

депо с подъемочным ремонтом, имеющие приписной парк и выполняющие все виды депоовского ремонта и профилактический осмотр своих локомотивов, а также подъемочный ремонт локомотивов других, прикрепленных к нему депо;

ремонтные депо (мастерские), не имеющие приписного парка и выполняющие подъемочный ремонт локомотивов для всех прикрепленных к нему депо.

Заводской ремонт электроподвижного состава сосредоточен на ремонтных заводах Министерства путей сообщения.

Основные депо разделяют на группы, исходя из характера, сложности и объема выполняемой работы. Министерством путей сообщения установлено четыре группы депо.

Подсчет баллов для отнесения депо к той или иной группе выполняют по следующим нормам в среднем за месяц:

Электровазы и электросекции — за единицу эксплуатируемого парка	1 балл
Общий месячный пробег — за 10 000 км:	
по электровазам	1 »
по электросекциям	0,5 балла
Ремонт электровазов или электросекций — за единицу:	
малый периодический	1 балл
большой периодический	3 балла
подъемочный	5 баллов

К первой (I) группе относят депо, имеющие более 200 баллов; ко второй (II) — от 126 до 200; к третьей (III) — от 51 до 125; к четвертой (IV) — до 50 баллов. В соответствии с установленной группой для электродепо утверждают штат административно-управленческого состава и его должностные оклады.

Пункты оборота предназначены для осмотра, мелкого ремонта и экипировки электроподвижного состава и выдачи его под поезд. Кроме того, в пунктах оборота оборудуются комнаты отдыха локомотивных бригад.

На станциях оборота электропоездов создаются линейные пункты, которые разделены на головные, расположенные на узловых и участковых станциях, и полевые, размещаемые на зонных станциях электрифицированного пригородного участка. На линейных пунктах осматривают электропоезда, устраняют мелкие неисправности, убирают вагоны и выполняют санитарную обработку, организуют отстой составов между рейсами, смену локомотивных бригад и их отдых во время ночного отстоя.

В пунктах оборота электровазов и электропоездов по сменам дежурят квалифицированные работники, есть необходимый инструмент, запасные части и материалы. Возглавляет каждую смену дежурный по оборотному депо (пункту оборота). Пункт оборота возглавляет начальник, который, как правило, подчиняется начальнику близлежащего основного депо.

Организационная структура электродепо. Примерная организационная структура электровозного депо I группы представлена на рис. 18. Электродепо (ТЧ) возглавляет начальник. Он несет полную ответственность за всю производственно-хозяйственную деятельность предприятия. Ему непосредственно подчинены отдел кадров, бухгалтерия и группа материально-технического снабжения.

Цех эксплуатации обеспечивает своевременную выдачу электроподвижного состава под поезда и обслуживание его на линии. В личный состав цеха эксплуатации входят машинисты-инструкторы, машинисты и их помощники, дежурные по депо, нарядчики, вызывальщики, сьемщики скоростемерных лент, а также стрелочники, обслуживающие деповские пути. Работой цеха эксплуатации руководит заместитель начальника депо по эксплуатации.

В цехах периодического и подъемочного ремонтов выполняют соответствующие виды ремонта электроподвижного состава. Заготовительный цех ремонтирует и комплектует узлы и детали электроподвижного состава. Во главе каждого основного цеха стоит старший мастер или мастер. Общее руководство всеми ремонтными цехами и отделениями депо осуществляет заместитель начальника депо по ремонту.

Главному инженеру, осуществляющему общее техническое руководство, непосредственно подчинены производственно-технический отдел, испытательная станция и лаборатория. В депо, выполняющих подъемочный и большой периодический ремонты, в помощь главному инженеру назначают главного технолога, которому подчинены инженеры цехов по ремонту.

Пробег электроподвижного состава и количество ремонтов. Объем работы депо определяется пробегом электроподвижного состава и количеством ремонтов. Общий пробег электровозов, и электропоездов, работающих на обслуживаемом участке, определяется по размерам движения или по среднесуточному пробегу. Общий годовой пробег по размерам движения:

электровозов — $S_{\text{год}} = 365 \sum 2l_i n_i$ электровозо-км;

электропоездов — $S_{\text{год}} = 365 \sum 2l_i n_i t$ секции-км,

где l_i — длина обслуживаемых тяговых плеч, км;

n_i — количество пар поездов, обращающихся на тяговых плечах, в сутки;

t — количество электросекций в электропоезде.

По среднесуточному пробегу годовой пробег электроподвижного состава в электровозо-км или секции-км выразится:

$$S_{\text{год}} = 365 S_c N_{\text{э}},$$

где S_c — среднесуточный пробег электровоза или электропоезда, км;

$N_{\text{э}}$ — эксплуатируемый парк электровозов или электропоездов.

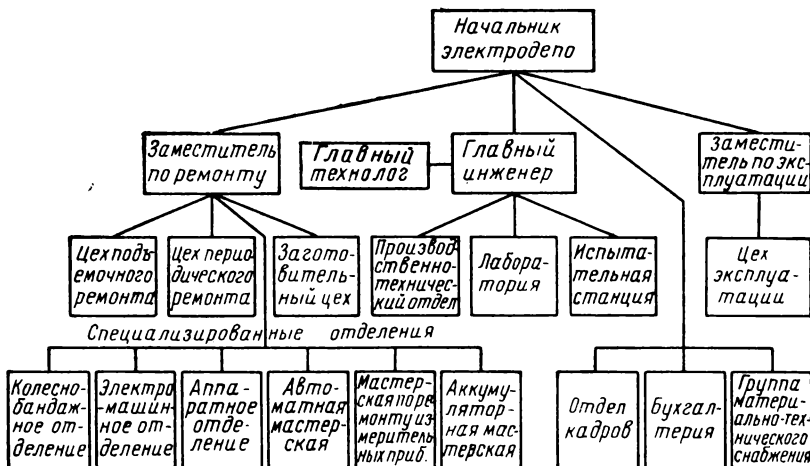


Рис. 18. Организационная структура электродепо I группы

Соответственно определяют кварталный, месячный и суточный пробеги электровозов и электросекций. Среднее число дней в месяце — 30,4, в квартале — 91,2.

Среднемесячный пробег электровозов или электросекций в *электровозо-км* или *секции-км*

$$S_{\text{мес}} = \frac{S_{\text{год}}}{12}.$$

Годовая программа по ремонту электровозов и электросекций, т. е. количество периодических, подъемочных, заводских ремонтов и профилактических осмотров за год,

$$N_i^p = \frac{S_{\text{год}}}{L_i} \left(1 - \frac{L_i}{L_{i+1}} \right)$$

или

$$N_i^p = \frac{S_{\text{год}}}{L_i} - \frac{S_{\text{год}}}{L_{i+1}},$$

где $S_{\text{год}}$ — годовой пробег парка электровозов и электропоездов соответственно в *электровозо-км* или *секции-км*;

L_i — установленная норма пробега между осмотрами и ремонтами (профилактическими, периодическими, подъемочными, заводскими), *км*;

L_{i+1} — установленная норма пробега для очередного, высшего по характеристике, ремонта, *км*.

За норму пробега L_i для осмотров и ремонтов, планируемых по времени продолжительности работы t_i в сутках, при среднесуточном пробеге S_c (в *км*) принимают

$$L_i = t_i S_c.$$

В обоих случаях расчета количество заводских ремонтов второго объема, как самого высшего вида ремонта, составит за год

$$N_{\text{зр2}}^p = \frac{S_{\text{год}}}{L_{\text{зр2}}},$$

где $L_{\text{зр2}}$ — норма пробега электровоза или электросекции между заводскими ремонтами второго объема, *км*.

Количество ремонтов и осмотров за квартал, месяц или сутки определяют по тем же формулам из расчета общего, кварталного, месячного или суточного пробега электровозов и электросекций.

Учет времени нахождения в ремонте и норма процента неисправного подвижного состава. От момента перечисления в число неисправных до момента выхода из ремонта электроподвижной состав числится по тому виду ремонта, в какой был поставлен.

Для контроля выполнения производственной программы ремонта электровозов и электросекций и времени нахождения их в ремонте по каждому виду ремонта учитывают следующие показатели:

- количество выпущенных из ремонта единиц электроподвижного состава;
- средний простой в ремонте;
- средний простой в ожидании ремонта.

Среднее время нахождения электроподвижного состава в ремонте исчисляют делением общих электровозо-суток или секции-суток нахождения в ремонте (включая ожидание ремонта) на число отремонтированных единиц. Также определяют и средний простой в ожидании ремонта. Перерыв в процессе ремонта по любой причине из времени нахождения в ремонте не исключают.

Время нахождения электроподвижного состава в подъемочном и большом периодическом ремонте учитывают в рабочих днях, во всех остальных видах деповского ремонта — в календарных днях. При исчислении процента неисправных локомотивов время нахождения в ремонте в праздничные и выходные дни не исключают. Не считается простым в ремонте время обкатки и пробной поездки выпускаемых из ремонта электровозов и электросекций.

Техническое состояние парка электроподвижного состава характеризуется процентным отношением количества неисправных электровозов и электросекций к общему парку в распоряжении дороги или депо. Нормируют и соответственно учитывают общий процент неисправных электровозов и электросекций, в том числе: в деповском ремонте; в заводском ремонте.

Общий процент неисправного электроподвижного состава $x_{\text{общ}}$ определяют делением суммы времени простоя электровозов или электросекций во всех видах ремонта и ожидания его, в профилактическом осмотре, в процессе подготовки в запас МПС и в резерв дороги, а также времени пересылки в ремонт в недействующем состоянии на количество электровозо-суток или секции-суток парка, находящегося в распоряжении дороги или депо, с учетом резерва управления дороги, т. е.

$$x_{\text{общ}} = \frac{N'_{\text{зр2}} + N'_{\text{зр1}} + N'_{\text{пр}} + N'_{\text{бпр}} + N'_{\text{мпр}} + N'_{\text{по}}}{N_{\text{э}} + N'_{\text{рем}} + N_{\text{рез}}} 100,$$

где $N'_{\text{зр2}}$, $N'_{\text{зр1}}$, $N'_{\text{пр}}$, $N'_{\text{бпр}}$, $N'_{\text{мпр}}$, $N'_{\text{по}}$ — количество электровозо-суток или секции-суток соответственно в заводском ремонте второго и первого объема, в подъемочном, большом и малом периодических ремонтах и в профилактическом осмотре:

$$\begin{aligned} N'_{\text{зр2}} &= \frac{S}{L_{\text{зр2}}} t_{\text{зр2}}; \\ N'_{\text{зр1}} &= \left(\frac{S}{L_{\text{зр1}}} - \frac{S}{L_{\text{зр2}}} \right) t_{\text{зр1}}; \\ N'_{\text{пр}} &= \left(\frac{S}{L_{\text{пр}}} - \frac{S}{L_{\text{зр1}}} \right) t_{\text{пр}}; \\ N'_{\text{бпр}} &= \left(\frac{S}{L_{\text{бпр}}} - \frac{S}{L_{\text{пр}}} \right) t_{\text{бпр}}; \\ N'_{\text{мпр}} &= \left(\frac{S}{L_{\text{мпр}}} - \frac{S}{L_{\text{бпр}}} \right) \frac{t'_{\text{мпр}}}{24}; \\ N'_{\text{по}} &= \left(\frac{S}{L_{\text{по}}} - \frac{S}{L_{\text{мпр}}} \right) \frac{t'_{\text{по}}}{24}; \end{aligned}$$

$N_{\text{э}}$ — эксплуатируемый парк электровозов или электропоездов;

$N'_{\text{рем}}$ — парк электровозов или электросекций, находящихся в ремонте:

$$N'_{\text{рем}} = N'_{\text{зр2}} + N'_{\text{зр1}} + N'_{\text{пр}} + N'_{\text{бпр}} + N'_{\text{мпр}} + N'_{\text{по}};$$

$N_{\text{рез}}$ — количество электровозов или электропоездов в резерве управления дороги:

$$N_{\text{рез}} = \frac{p}{100} N_{\text{э}}.$$

В дополнительных формулах принято:

S — суточный пробег парка электровозов или электропоездов, км;

$L_{зр2}, L_{зр1}, L_{пр},$

$L_{бпр}, L_{мпр}, L_{по}$ — установленные пробеги между заводскими, подъемочными, большими и малыми периодическими ремонтами и профилактическими осмотрами, км;

$t_{зр2}, t_{зр1}, t_{пр}, t_{бпр}$ — простои соответственно в заводских ремонтах второго и первого объемов, в подъемочном и большом периодическом ремонтах, сутки;

$t'_{мпр}, t'_{по}$ — простои в малом периодическом ремонте и в профилактическом осмотре, ч;

p — установленный процент резерва управления дороги от эксплуатируемого парка.

Заводской и деповской проценты неисправного электроподвижного состава определяют суммированием электровозо-суток или секции-суток заводского или деповского ремонта, причем при определении деповского процента учитывают и нахождение электроподвижного состава в межпоездном (внеплановом) ремонте. В деповской процент неисправного электроподвижного состава не входит подвижной состав, ремонтируемый для других депо.

§ 16. Основные типы зданий и территория депо

Типы зданий электродепо. По форме зданий электродепо подразделяют на: прямоугольные (рис. 19, а); ступенчатые (рис. 19, б); веерные с поворотным кругом (рис. 19, в); веерные без поворотного круга (рис. 19, г).

Прямоугольные и ступенчатые депо сооружают со сквозными или тупиковыми путями. На тупиковых путях при расположении двух и более стойл значительно затруднены погрузка и вывод подвижного состава. Однако планировка депо с тупиковыми путями позволяет лучше сохранять тепло в стойловой части в зимнее время.

К преимуществам депо прямоугольного типа можно отнести близость мастерских к стойлам, сравнительно малую строительную стоимость за счет относительно небольшого периметра стен и коротких внутренних коммуникаций, а поэтому и более низкие эксплуатационные расходы на содержание зданий. Однако прямоугольные депо неудобны при большом количестве путей, так как часть стойл удалена от мастерских и ширина территории депо значительно увеличена. При тупиковых путях из-за неудобства вывода локомотивов из депо удается разместить на каждом пути не более одного-двух стойл. В прямоугольных депо ухудшено естественное освещение. Развитие таких депо за счет расширения также приводит к удалению стойл пристройки от отделений мастерских и к еще большему увеличению ширины территории, занимаемой депо.

К преимуществам депо ступенчатого типа относят: сравнительно меньшую ширину их территории при большом количестве путей; удобство размещения двух и более стойл на одном пути; близкое расположение стойл от мастерских при двух секциях депо; хорошее естественное освещение в помещениях депо. Развитие депо ступенчатого типа легко осуществить пристройкой новых секций. К недостаткам ступенчатых депо относят большой периметр стен и значительное удлинение внутридеповых транспортных путей и коммуникаций (электропроводка, отопительная и водопроводная сети и др.), что увеличивает строительную стоимость депо и эксплуатационные расходы на его содержание.

Веерные электродепо, переоборудованные из паровозных, могут быть с поворотным кругом или без него, с прямоугольной пристройкой для подъемочного ремонта или без нее. Депо этого типа с поворотным кругом, как правило, имеют радиус внутренней стены 55—60 м и диаметр круга 20—30 м. Веерные депо без поворотного круга имеют радиус внутренней стены 200 м. К строи-

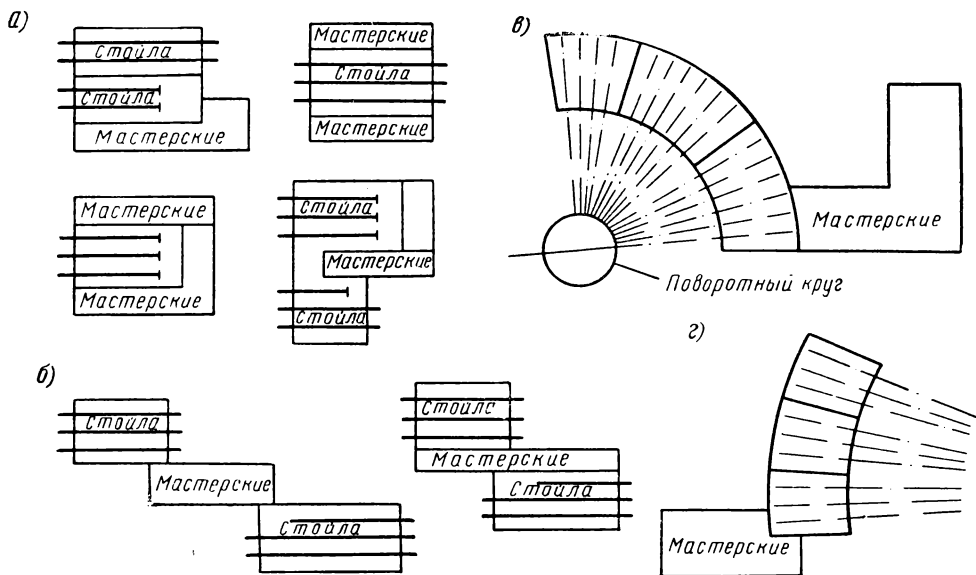


Рис. 19. Типы зданий электродепо

тельству веерных депо, в свое время прибегали в целях экономии размеров депо-вской территории. Веерные депо неудобны для оборудования их мостовыми кранами и для размещения мастерских, а при наличии поворотного круга затруднено устройство контактной сети и ввод электроподвижного состава в стойла.

Тип зданий депо выбирают в зависимости от наличия свободной территории, местных и климатических условий, а также эксплуатационных требований.

При переводе магистральных участков на электрическую тягу электродепо обычно создают на базе имеющихся паровозных и тепловозных депо. Конструктивное отличие электровозов от других видов локомотивов оказывает влияние на основные технологические принципы ремонта и при переоборудовании депо требует изменения размеров зданий, параметров оборудования, меняет соотношение между производственными площадями стойловой части и мастерских. При выборе типа здания и расположения цехов и мастерских учитывают также требования минимальных капитальных вложений на переделку зданий и цехов и перестановку оборудования депо. При использовании существующих локомотивных депо под электродепо руководствуются типовыми проектами, пристраивая при необходимости типовые блоки цехов.

Территория депо. На территории депо располагают здания, экипировочные устройства, трансформаторную подстанцию, котельную, складские и служебные помещения и другие вспомогательные сооружения, а также соответствующее путевое развитие.

Территорию депо выбирают по возможности ближе к приемо-отправочным паркам станции. Путевое развитие на депо-вской территории имеет не менее двух самостоятельных выходов на станционные пути и обеспечивает выдачу электроподвижного состава на станцию и прием его со станции с минимальным пересечением главных путей, маршрутов отправления и прибытия поездов и с наименьшим числом маневровых передвижений. На границе станционных и депо-вских путей сооружают контрольный пост.

План размещения депо-вской территории на местности с указанием всех зданий, устройств, депо-вских путей, автомобильных дорог, энергетических и других коммуникаций называют генеральным планом депо. На генеральном плане указывают расположение частей света и розы ветров.

На территории основного электродепо укладывают специализированные деповские пути для: следования от контрольного поста в депо и обратно, стоянки резерва и отстоя электроподвижного состава; подачи и разгрузки песка, смазки, материалов, запасных частей и топлива (к котельной); размещения парка колесных пар и прочих хозяйственных нужд.

Протяженность путей (в м) для стоянки резервных электровозов или электропоездов l_p

$$l_p = n_p (l_3 + 3),$$

где n_p — количество единиц электроподвижного состава, находящихся в резерве;

l_3 — длина единицы подвижного состава, м.

Длина путей (в м) для отстоя электровозов действующего парка, ожидающих работы l_d

$$l_d = n_d \frac{t_1 + t_2}{1440} (l_3 + 3),$$

где n_d — число электровозов, имеющих отстой на деповских путях в течение суток;

t_1 — среднее время стоянки электровоза на деповских путях, принимаемое по графику оборота, мин;

t_2 — время на постановку и выход электровоза с места стоянки, мин;

1440 — число минут в сутках;

l_3 — длина электровоза, м.

Длина путей (в м) для отстоя действующих электропоездов l_{π}

$$l_{\pi} = n_{\pi} (l_{3\pi} + 3),$$

где n_{π} — наибольшее количество электропоездов, одновременно находящихся на отстое, определяемое по графику оборота;

$l_{3\pi}$ — длина электропоезда, м.

Пути для отстоя электропоездов должны вмещать их полностью без расцепки.

§ 17. Основные цехи депо и их планировка

Основные цехи депо. Для ремонта электроподвижного состава в депо создают следующие основные цехи:

периодического ремонта;

подъемочного ремонта;

заготовительный цех;

специализированные цехи и отделения.

Цех периодического ремонта предназначен для выполнения малого и большого периодического ремонта и профилактического осмотра электроподвижного состава. В депо с большим объемом работы может быть выделен самостоятельный цех профилактического осмотра.

Цех подъемочного ремонта предназначен для выполнения подъемочного ремонта, а также одиночной смены крупных узлов оборудования электроподвижного состава (колесных пар, тяговых двигателей, трансформаторов, вспомогательных машин и др.). Одиночная смена узлов может быть организована также на стойлах цеха периодического ремонта.

Заготовительный цех объединяет мастерские и отделения депо, которые выполняют ремонт и восстановление снятых с электроподвижного состава узлов, частей и деталей, а также изготовление некоторых мелких деталей. В крупных депо для ремонта тяговых двигателей и вспомогательных машин, электрической аппаратуры, трансформаторов и других основных узлов могут быть выделены самостоятельные цехи и отделения — электромашинное, аппаратное, трансформаторное и др.

Специализированные цехи и отделения предназначены для выполнения всего комплекса работ по осмотру, ремонту и замене частей и деталей особо ответственных специальных видов оборудования электроподвижного состава (автотормозов, автостопов, скоростемеров, выпрямительных установок и т. п.), а также по освидетельствованию и ремонту колесных пар и ревизии роликовых букс. В настоящее время специализацию широко применяют при ремонте разных видов оборудования электроподвижного состава. Поэтому во многих депо и числу специализированных относят также электроаппаратные, электромашинные и другие отделения и цехи.

Состав цехов и мастерских электродепо. В каждом депо создают только те цехи и отделения, которые необходимы для выполнения видов ремонта, установленных для данного депо в соответствии с его специализацией.

В депо без подъемного ремонта основным является цех периодического ремонта (малого и большого) и профилактического осмотра. Одиночную смену узлов электроподвижного состава в таком депо организуют, как правило, на стойлах большого периодического ремонта.

В состав заготовительного и специализированных цехов и отделений такого электродепо входят механическая мастерская, кузница, заливочная, электро- и газосварочная, слесарно-заготовительное и другие отделения и мастерские для выполнения работ по ремонту и восстановлению деталей. Кроме того, независимо от видов ремонта создают аппаратное, пантографное, аккумуляторное, автоматное, автостопное и другие отделения и мастерские, которые выполняют осмотр, проверку и ремонт узлов и аппаратов, не требующих сложных ремонтных восстановительных работ.

В депо с подъемным ремонтом наряду с цехом периодического ремонта (и профилактического осмотра) есть цех подъемного ремонта. Кроме того, в таких депо создают электромашинное, сушильно-пропиточное, колесно-бандажное, трансформаторное и другие цехи и отделения, а также испытательную станцию и стенды для ремонта и испытания крупных сложных узлов и частей, снимаемых с электроподвижного состава постоянного и переменного тока при подъемном ремонте.

В заготовительном цехе депо дополнительно организуют термические, гальванические, полимерные, закалки ТВЧ и ряд других отделений для работ по восстановлению, термической обработке, покрытию и другим видам обработки деталей и их упрочению.

В ремонтных депо мастерских (не имеющих приписного локомотивного парка) главным является цех подъемного ремонта с необходимым составом мастерских, цехов и отделений для выполнения всех работ по подъемному ремонту электроподвижного состава. Цехи периодического ремонта и профилактического осмотра в таких депо не создают.

Планировка электродепо. При планировке расположения цехов, отделений и мастерских депо необходимо учитывать их производственную взаимосвязь, обеспечить создание наивыгоднейших условий для облегчения трудовых процессов, сокращения транспортировки узлов и деталей, материалов и инструментов, рационально разместить источники и потребителей электроэнергии, сжатого воздуха, пара, а также обеспечить наиболее благоприятные условия работы и требования охраны труда, пожарной безопасности и других специальных условий.

Исходя из этого требования те отделения и мастерские, в которые направляют для ремонта наиболее крупные и тяжелые детали и узлы, например, тележки, тяговые двигатели, трансформаторы и колесные пары, располагают в подкрановом поле цеха подъемки или в непосредственной близости к нему. Обычно рабочие места для ремонта тележек размещают в подкрановом поле цеха подъемки, а электромашинное, колесно-бандажное, трансформаторное отделения располагают так, чтобы было легко подать ремонтируемое оборудование в мастерские по нормальной или узкой колее.

Мастерские, обслуживающие как цех подъемного ремонта, так и цех периодического ремонта, механическую, сварочную, заливочную, кузницу

и т. п., располагают исходя из условий наименьших затрат на транспортировку деталей из цехов в мастерские и обратно. Эти затраты пропорциональны грузообороту (в *тм*) транспортируемых деталей

$$\sum Pl = P_1 l_1 + P_2 l_2 + \dots + P_n l_n,$$

где P_1, P_2, \dots, P_n — вес перевозимых деталей, *т*;

l_1, l_2, \dots, l_n — соответствующие расстояния перевозок деталей, *м*.

Кроме того, следует учитывать движение деталей в процессе восстановления и обработки. Например, целесообразно расположить сварочную вблизи механической мастерской, так как большинство деталей после сварки и наплавки подвергается обработке на станках. Для получения наименьших потерь энергии компрессорную и мотор-генераторную располагают ближе к мощным потребителям сжатого воздуха и постоянного тока низкого напряжения. Кладовую запасных частей и материалов, инструментально-раздаточную располагают так, чтобы сократить до минимума потери рабочего времени у ремонтного персонала.

В качестве примера на рис. 20 показан план электровозного депо для участков постоянного и переменного тока ступенчатого типа с подъемным ремонтом и на рис. 21 — план депо электропоездов.

Определение количества стоек. В каждом электродепо устраивают специализированные стойла для выполнения планового осмотра и ремонта электроподвижного состава, а также его внепланового ремонта с выкаткой одиночных колесных пар и сменой других узлов. Кроме того, в депо строят промыочно-обдувочные стойла, располагаемые, как правило, изолированно от стоек осмотра (рис. 22).

Количество специализированных стоек C_i или фактический фронт ремонта определяют по программе ремонта электровозов и электросекций, продолжи-

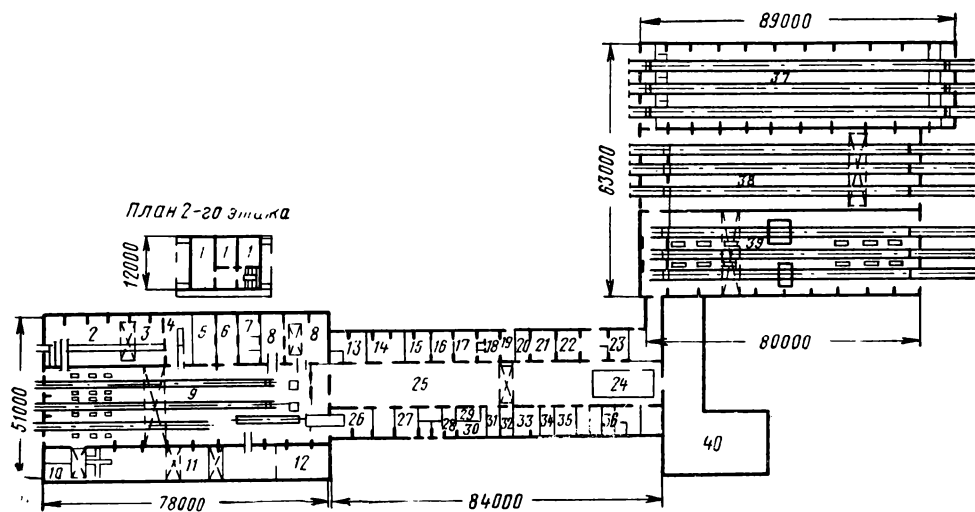


Рис. 20. План электровозного депо ступенчатого типа с подъемным ремонтом:

1 — комнаты мастеров; 2 — колесно-бандажное отделение; 3 — место монтажа роликовых бус; 4 — отделение ремонта роликовых подшипников; 5 — автотормозное отделение; 6 — отделение ремонта контрольно-измерительных приборов; 7 — ремонт компрессоров; 8 — аппаратное отделение; 9 — цех подъемного ремонта; 10 — сушильно-пропиточное отделение; 11 — электромашинное отделение; 12 — испытательная станция; 13 — гальваническое отделение; 14 — компрессорная; 15 — малярное отделение; 16 — столярное отделение; 17 — комната мастеров; 18 — сварочное отделение; 19 — газогенераторная; 20 — вентиляционная; 21 — заливочное отделение; 22 — кузнечно-рессорное отделение; 23 — термическое отделение; 24 — кладовые; 25 — слесарно-механическое отделение; 26 — моечное отделение; 27 — трансформаторная подстанция; 28 — шерстемоечное отделение; 29 — инструментально-раздаточная кладовая; 30 — отделение ремонта инструмента; 31 — отделение ремонта скоростемеров; 32 — отделение автостопов и локомотивной сигнализации; 33 и 34 — отделения для ремонта деталей тепловозов, приписанных к электровозному депо; 35 — отделение ремонта гроозащитной аппаратуры; 36 — аккумуляторное отделение; 37 — стойла профилактического осмотра; 38 — стойла малого периодического ремонта; 39 — стойла большого периодического ремонта и одиночной выкатки колесно-моторных блоков; 40 — служебно-бытовые помещения (в два этажа)

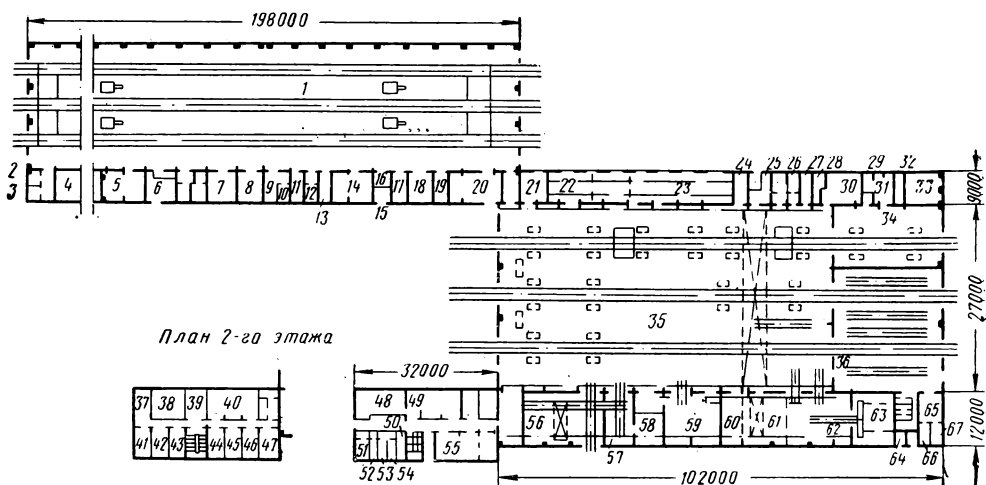


Рис. 21. План депо электропоездов, выполняющего подъемочный ремонт:

1—цех профилактического осмотра и малого периодического ремонта; 2—кабинет дежурного по депо; 3—кабинет заместителя начальника депо по эксплуатации; 4—комната локомотивных бригад; 5—помещение для хранения зимних рам; 6—раздаточная смазки; 7—комната уборщиц вагонов и сушилки; 8—мастерская комплексных бригад; 9—комната мастеров; 10—комната приемщиков локомотивов; 11—отделение гроозащитной аппаратуры; 12—зарядная; 13—аккумуляторное отделение; 14—компрессорная и генераторная; 15—трансформаторная подстанция; 16—распределительное устройство; 17—отделение ремонта скоростемеров; 18—автотормозное отделение; 19—отделение автостопов; 20—кладовая; 21—инструментальная; 22—пантографное отделение; 23—механическое и слесарно-заготовительное отделение; 24—комната мастеров; 25—газогенераторная; 26 и 27—сварочное отделение; 28—заливочное отделение; 29—полировочная; 30—кузнечно-рессорное отделение; 31—гальваническое отделение; 32—генераторная; 33—кабинет заместителя начальника депо по ремонту; 34—столярное отделение; 35—цех подъемочного и большого периодического ремонта; 36—стойла окраски; 37—производственно-технический отдел; 38—технический кабинет; 39—красный уголок; 40—буфет; 41—кабинет начальника депо; 42—приемная начальника депо; 43—кабинет главного инженера; 44—партбюро; 45—местком; 46—комитет ВЛКСМ; 47—лаборатория; 48—женский гардероб и душевая; 49—мужской гардероб и душевые; 50—кабинет врача; 51—перевозочная; 52, 53, 54—комнаты медпункта; 55—помещение коменданта; 56—колесно-бандажное отделение; 57—монтаж бус; 58—отделение ремонта роликовых подшипников; 59—моечное отделение; 60—аппаратное отделение; 61—испытательная станция; 62—электромашинное отделение; 63—сушильно-пропиточное отделение; 64—вентиляторная; 65—малярное отделение; 66—кладовая красок; 67—краскотерочная

тельности их простоя в данном виде осмотра или ремонта, а также организации работ в цехе и рассчитывают по формулам:

1) для ремонтов с простоем, нормируемым в сутках (подъемочный и большой периодический ремонты)

$$C_i = \frac{N_i^p}{D} t_i,$$

где N_i^p — общая годовая программа данного вида ремонта электроподвижного состава (с учетом ремонта и для других депо);

t_i — продолжительность простоя в ремонте в сутках;

D — число рабочих дней в году;

2) для ремонтов и осмотров, простой в которых нормируют в часах и он не превышает суток (малый периодический ремонт, профилактический осмотр)

$$C_i = \frac{N_i^p t_i'}{D c T_{cm}},$$

где N_i^p — годовая программа данного осмотра или ремонта;

t_i' — продолжительность простоя, ч;

c — количество смен в сутки;

T_{cm} — средняя продолжительность смены, ч.

Количество стойл для осмотра электроподвижного состава в период эксплуатации (технический осмотр, осмотр между поездами) при круглосуточной работе

$$C_i^c = \frac{mt_o}{24},$$

где m — количество осмотров или заходов электровозов (электропоездов) в данном пункте за сутки;

t_o — продолжительность осмотра (простоя), ч.

Полное количество специализированных стоек принимают отдельно для каждого вида осмотра и ремонта с округлением результатов расчета в сторону увеличения до целого числа. При этом учитывают, что для выполнения большого периодического ремонта необходимо иметь стойла для обточки колесных пар без выкатки, а также для подъёмки кузова при ревизии опор.

Кроме того, в каждом депо независимо от объема работ предусматривают не менее одного-двух стоек для одиночной смены колесно-моторных блоков и другого внепланового ремонта.

Определение длины стоек. Длину стоек подъемочного ремонта определяют с учетом принятого технологического процесса и планировки цеха. Для подъёмки электровозов при установке тележек и колесных пар на том же пути длина стойла (в m)

$$l_{\text{прэлз}} = 3 + l_{\text{элз}} + 2n_{\text{т}} + \sum l_{\text{т}} + \sum D_{\text{кп}} + 3,$$

где $l_{\text{элз}}$ — длина электровоза по осям автосцепок, m ;

$n_{\text{т}}$ — количество тележек;

$\sum l_{\text{т}}$ — длина всех тележек, m ;

$\sum D_{\text{кп}}$ — сумма диаметров всех колесных пар, m ;

3 — расстояние от ворот здания или стены до оси автосцепки, т. е. необходимая ширина прохода между торцевой стеной цеха и оборудованием, расположенным на данном пути, m .

Длина стоек (в m) подъемочного ремонта электропоездов при размещении на каждом пути двух вагонов

$$l_{\text{пр элс}} = 3 + 2l_{\text{в}} + 2n_{\text{т}} + 4l_{\text{т}} + \sum D_{\text{кп}} + 3,$$

где $l_{\text{в}}$ — длина вагона по осям автосцепок, m ;

$n_{\text{т}}$ — количество тележек;

$l_{\text{т}}$ — длина тележки, m ;

$\sum D_{\text{кп}}$ — сумма диаметров всех колесных пар, m .

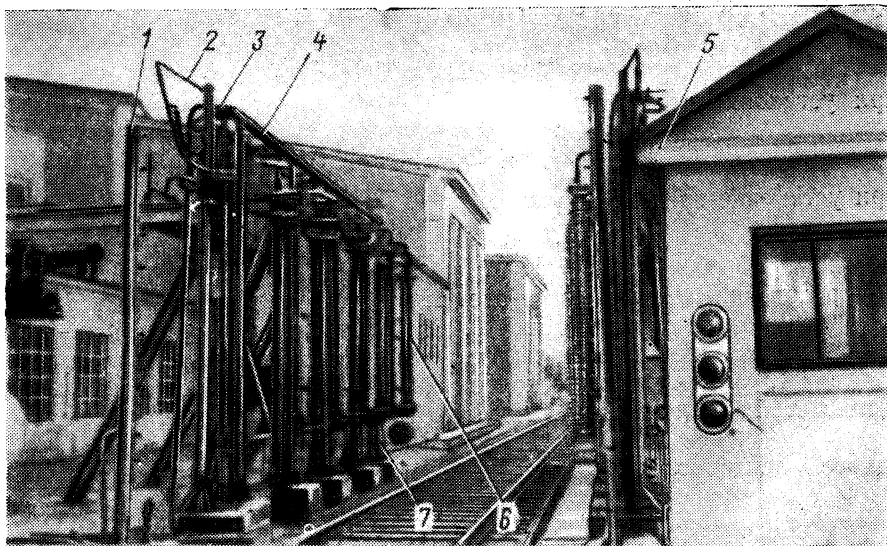


Рис. 22. Установка для обмывки электропоездов:

1 — опрыскиватели; 2 — поворотные консольные устройства для мойки крыши; 3 — стойки поворотных устройств; 4 — каркас; 5 — пост управления; 6 — вращающиеся моечные щетки; 7 — стойки для крепления моечных щеток

При поточном выполнении подъемочного ремонта электровозов длину стойл для новых зданий на программу 300 единиц в год принимают равной 108,0 м. Соответственно для электросекций длину стойл при одновременном ремонте в цехе четырех вагонов принимают равной 84,0 м. Длину стойл (в м) большого периодического ремонта определяют с учетом длины единицы электроподвижного состава и выкатки тележек. Так, для электровозов

$$l_{\text{бпр}} = l_{\text{элз}} + 2l_{\text{т}} + 2(a + b + d),$$

где $l_{\text{элз}}$, $l_{\text{т}}$ — то же, что и в предыдущих формулах;

a — расстояние от оси автосцепки до обреза канавы, принимаемое равным 1,2 м;

b — расстояние от обреза канавы до внутренней грани торцевой стены, принимаемое равным для новых зданий — 2,3 м с обеих сторон, для реконструируемых зданий — 1,8 м с одной и 1,1 м с другой стороны;

d — расстояние от тележки до оси автосцепки, равное 1,0 м.

Длина стойл (в м) с установкой на пути одного станка для обточки колесных пар без выкатки или одной скатоопускной канавы

$$l = 2A + 2(a + b),$$

где A — расстояние от оси автосцепки до оси последней колесной пары, м.

Длина стойл (в м) при установке на пути двух скатоопускных канав

$$l = 2A_1 + A_2 + 2(a + b),$$

где A_1 — расстояние от оси автосцепки до оси скатоопускной канавы, принимаемое для двухсекционных электровозов — от оси автосцепки до оси последней колесной пары в одной секции, м;

A_2 — расстояние между осями скатоопускных канав, принимаемое для двухсекционных электровозов: между первыми по ходу осями колесных пар каждой секции, для односекционных электровозов — между первыми по ходу осями колесных пар тележек.

Длину стойл (в м) малого периодического ремонта и профилактического осмотра определяют по следующим формулам:

при установке на пути одного электровоза

$$l_{\text{мпр}} = l_{\text{элз}} + 2(a + b) + c;$$

при установке двух электровозов

$$l_{\text{мпр}} = 2l_{\text{элз}} + 2(a + b) + d' + c;$$

при установке трех электровозов

$$l_{\text{мпр}} = 3l_{\text{элз}} + 2(a + b + d') + c,$$

где d' — расстояние между электровозами, установленными на одной канаве, равное для новых зданий 2,0 м, для реконструируемых — 1,5 м;

c — половина окружности колеса, принимаемая равной для электровозов 1,9 м при диаметре колеса 1,2 м и 1,96 м при диаметре 1,25 м.

Длина стойл (в м) технического осмотра и экипировки при установке на пути:

одного электровоза

$$l_{\text{то}} = l_{\text{элз}} + 2(a + b);$$

двух электровозов

$$l_{\text{то}} = 2l_{\text{элз}} + 2(a + b) + d',$$

где $l_{\text{элз}}$, a , b и d' — то же, что и в предыдущих формулах.

Определение высоты цехов. Высотой цеха называют расстояние от уровня головки рельсов до низа перекрытия. Его определяют из условий подъема агрегатов электровоза через крышесые люки (рис. 23):

высота цеха (в м) подъемочного ремонта

$$H_{\text{пр}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,1;$$

высота цеха малого и большого периодического ремонта

$$H_{\text{бпр, мпр}} = h_1' + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,1,$$

где h_1 — расстояние от головки рельсов до верха крыши электровоза, поднятого на домкратах, м;

h_1' — расстояние от головки рельсов до верха крыши электровоза, стоящего на своих тележках, м;

h_2 — расстояние между крышей электровоза и низом вынимаемого агрегата, м;

h_3 — высота вынимаемого агрегата от нижней точки до уровня захвата чалочными крюками, м;

h_4 — проекция чалочных строп на вертикаль, м;

h_5 — расстояние от нижней части крюка в верхнем его положении (нижняя габаритная точка крана) до верха мостового крана, м;

0,1 — минимальное расстояние от верхней габаритной линии крана до низа перекрытия, м.

Расстояние от крыши подвижного состава до нижней габаритной точки крана должно быть не менее 2,0 м.

Унифицированные размеры цехов. При проектировании новых электродепо с комплексом стоек всех назначений применяют нормы технологического проектирования (см. Временные нормы технологического проектирования электровозных, тепловозных депо и депо для электропоездов, экипировочных устройств и пунктов технического осмотра. Часть II. МПС. Гипротрансэи, 1967), используемые как унифицированные габариты стоек и цехов, допуская при эксплуатации электропоездов и электропоездов всех серий. При использовании существующих депо без реконструкции применяют нормы как поверочные для определения минимальных допускаемых размеров зданий. В случае, когда существующие размеры зданий менее норм, при технико-экономической целесообразности такие депо реконструируют. Унифицированные размеры зданий ремонтных цехов электродепо приведены в приложении 3 (табл. 1—4).

В цехах подъемочного ремонта электропоездов полы делают на уровне головки рельсов, а в цехах большого периодического ремонта на уровне подошвы рельсов. В цехах малого периодического ремонта и профилактического осмотра электропоездов и электропоездов предусмотрено понижение пола от головки рельсов на 0,55 м. Расстояния от продольной стены цеха до оси крайнего пути и между осями смежных путей определяют из условий размещения на панелях оборудования с учетом габарита кузовов электропоездов, находящегося на ремонтных стойках, и обеспечения транспортировки узлов оборудования кранами и на тележках.

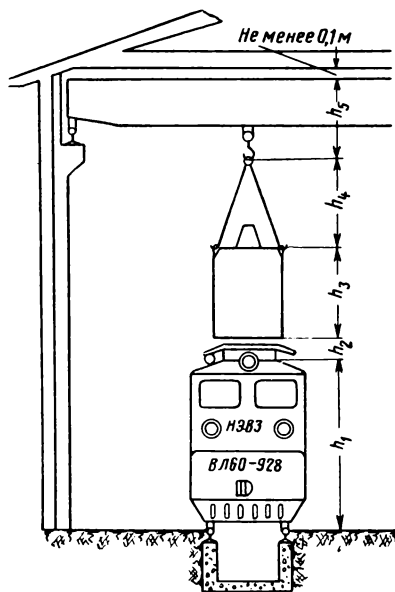


Рис. 23. Схема определения высоты цеха

Двери и ворота электродепо имеют размеры, обеспечивающие необходимую пропускную способность и соответствующие габаритам электроподвижного состава. Ворота стойловой части депо с контактным проводом имеют высоту 6,25 м и ширину 4,4 м. В цехе подъёмки высота ворот составляет 5,7 — 6,0 м.

§ 18. Оборудование и производственные площади цехов электродепо

Определение количества станков. Количество станков каждого типа, необходимое для ремонта электроподвижного состава и хозяйственных работ депо,

$$n = \frac{a_{\text{пр}} N_{\text{пр}}^{\text{р}} + a_{\text{бпр}} N_{\text{бпр}}^{\text{р}} + a_{\text{мпр}} N_{\text{мпр}}^{\text{р}}}{D k t c m} p_{\text{хоз}},$$

где n — количество станков данного типа;

$a_{\text{пр}}, a_{\text{бпр}}, a_{\text{мпр}}$ — норма *станко-ч* на один ремонт соответственно подъёмочный, большой периодический и малый периодический;

$N_{\text{пр}}^{\text{р}}, N_{\text{бпр}}^{\text{р}}, N_{\text{мпр}}^{\text{р}}$ — количество ремонтов в год соответственно подъёмочных, больших периодических и малых периодических;

D — число рабочих дней в году;

k — коэффициент, учитывающий сокращенный рабочий день перед праздниками;

t — длительность смены, ч;

c — количество смен в сутках;

m — коэффициент, учитывающий затраты времени на ремонт станочного оборудования, $m = 0,94 \div 0,97$;

$p_{\text{хоз}}$ — коэффициент, учитывающий необходимые затраты *станко-ч* на хозяйственные работы депо в процентах от затрат *станко-ч* на ремонт электроподвижного состава.

Нормы потребности в основном оборудовании для ремонта электровозов приведены в приложении 4.

Площади мастерских. Нормы производственных площадей отделений цехов и мастерских электродепо устанавливают в зависимости от объема работы и видов ремонта, выполняемых в депо. Ориентировочные площади отделений цехов и мастерских основных электровозных депо приведены в табл. 3.

Ориентировочные площади отделений и мастерских депо электропоездов приведены в табл. 4.

Площадь (в м^2), занимаемая в мастерской оборудованием с учетом проходов, может быть ориентировочно определена как:

$$S' = n_1 S_1 + n_2 S_2 + \dots + n_n S_n,$$

где n — количество станков данного типа;

S — норма площади на один станок данного типа с учетом проходов, м^2 .

Оборудование цехов и отделений электродепо. Стойла очистки. Для обеспечения высококачественного осмотра и ремонта электроподвижного состава и поддержания чистоты в цехах в электродепо сооружают специальные камеры или площадки, оборудованные устройствами для продувки и обмывки электровозов и электросекций с отсосом загрязненного воздуха.

Цех подъёмочного ремонта. Цех (рис. 24) имеет специализированные стойла подъёмочного ремонта электроподвижного состава с канавами шириной 1,4 м и глубиной 0,5—0,8 м. На стойлах для работы под тележками глубину канав принимают равной 1,2 м. В местах установки домкратов устраивают фундаменты.

Таблица 3

Отделения мастерских	Норма площади, м ²					
	депо с подъемочным ремонтom на програм- му до 300 электро- возов в год		Депо без подъемочного ремонта на годовой пробег			
			40—50 млн. электро- возо- км		20—30 млн. электро- возо- км	
	постоян- ного тока	перемен- ного тока	постоян- ного тока	перемен- ного тока	постоян- ного тока	перемен- ного тока
Механическое	200	200	130	130	130	130
Слесарно-заготовительное	150	150	90	90	60	60
Автотормозное	100	100	65	65	40	40
Электроаппаратное	180	280	100	210	100	180
Ремонта контрольно-измерительных приборов и скоростемеров	70	70	35	35	35	35
Колесно-токарное	280	280	—	—	—	—
Роликовое (моечное, ремонт)	80	80	—	—	—	—
Монтажа роликовых букс	60	60	—	—	—	—
Моечное (тележки, колесные пары)	140	140	48	48	—	—
Электромашинное	640	640	—	—	—	—
Пропиточное	140	140	—	—	—	—
Испытательное (электромашин)	175	220	—	—	—	—
Ревизии и ремонта трансформаторов	—	280	—	—	—	—
Регенерации трансформаторного масла	—	70	—	55	—	55
Игнитронное и термоаппаратуры	—	180	—	80	—	80
Ремонта секций холодильников	—	140	—	60	—	60
Полупроводниковых выпрямителей	—	55	—	55	—	55
Кузнечное	110	110	110	110	90	90
Термическое	40	40				
Меднико-заливочное	50	50	50	50	50	50
Электрогазосварочное	70	70	60	60	60	60
Гальваническое	140	140	—	—	—	—
Аккумуляторное (щелочное)	100	100	80	80	80	80
Пантографное	140	140	100	100	80	80
Заправки лыж твердой смазкой	35	35	35	35	35	35
Шерстемоечное	35	35	20	20	20	20
Полимерное	146—230	146—230	146	146	—	—
Лаборатория	140	140	125	125	125	125
Инструментальное	720	120	570	570	470	470

Ввод электроподвижного состава в стойла подъемочного ремонта осуществляют маневровым локомотивом или от мотор-генератора мощностью примерно 40 *квт* и напряжением со стороны постоянного тока до 250 *в*.

Для транспортировки тяжелых деталей, демонтажа и монтажа оборудования электровозов в цехе устанавливают мостовой кран с двумя крюками грузоподъемностью 30/5 *T* или 15/3 *T*.

В локомотивных депо, имеющих до 300 подъемочных ремонтов электровозов в год, дополнительно устанавливают мостовой кран грузоподъемностью 10 *T*. В цехе подъемочного ремонта электросекций устанавливают краны по 10 *T*.

Цех располагает также электропогрузчиком грузоподъемностью 0,75 *T*. В депо электропоездов для снятия и установки трансформаторов, вспомогательных машин и другого оборудования применяют специальные тележки с подъемным столом.

Для подъема кузовов электровозов устанавливают комплекты из четырех электрических консольных домкратов грузоподъемностью 25—30 *T* по комплекту на каждый электровоз (рис. 25). Для восьмиосных электровозов количество комплектов домкратов удваивают. Кузова электросекций поднимают электрическими домкратами грузоподъемностью 25 *T*. В цехе предусматривают передвижные опоры под кузова и регулируемые опоры под тележки.

Таблица 4

Отделения мастерских	Площадь помещений, м ²			
	с подъемочным ремонтом на годовой пробег электропоездов 10—25 млн. секции-км		без подъемочного ремонта на годовой пробег электропоездов 5—10 млн. секции-км	
	постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	переменного тока
Кузнечно-рессорное и термическое	150	150	90	90
Сварочное	60	60	40	40
Заливочное	40	40	40	40
Гальваническое	80	80	60	60
Ревизии трансформаторов	—	100	—	—
Полупроводниковых выпрямителей	—	54	—	54
Слесарно-механическое	180—210	180—210	110—130	110—130
Электромашинное	300	300	—	—
Сушильно-пропиточное	140	140	—	—
Испытательное	175	220	—	—
Аппаратное	80	100	50	50
Аккумуляторное (щелочное)	80	80	80	80
Пантографное	85	85	60	60
Заправки лыж твердой смазкой	36	36	36	36
Ремонта автостопов и радиосвязи	50	50	36	36
Ремонта измерительных приборов и скоростмеров	54	54	36	36
Колесно-бандажное	175	175	100	100
Роликовое (моечное, ремонт)	80	80	—	—
Шерстемоечное	36	36	20	20
Автотормозное	50	50	40	40
Моечное	140	140	—	—
Регенерации трансформаторного масла	—	70	—	—
Полимерное	144	144	—	—
Столярное	100	100	80	80
Малярное	72	72	30	30
Хранения зимних рам	105	105	75	75
Кладовая	250—300	250—300	200	200
Лаборатория	30	30	30	30

При поточном ремонте тележек устраивают конвейеры для передвижения рам. Оборудуют также механизированные стойла-стенды для разборки и сборки тележек и специальные камеры для окраски и сушки рам.

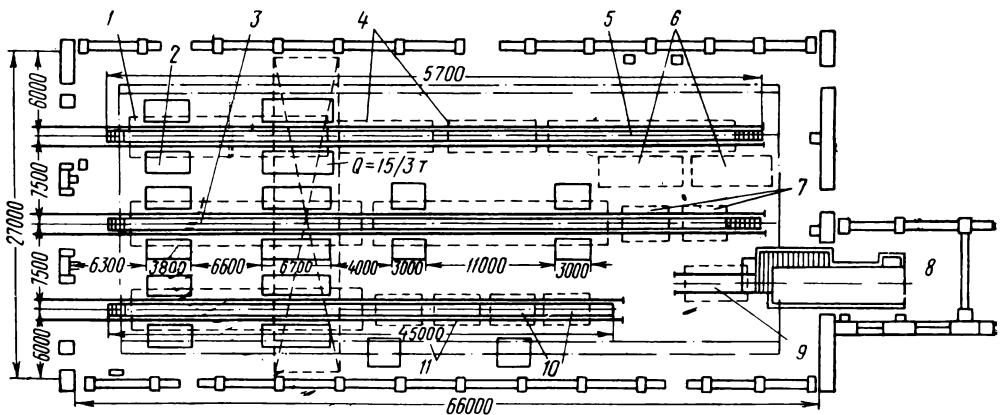


Рис. 24. План цеха подъемочного ремонта:

1—стойла подъема электровоза (шестисносного); 2—фундаменты под домкраты; 3—стойла подъема вагонов электросекции; 4—разборка тележек электровоза; 5—сборка тележек электровоза; 6—ремонт рам тележек электровоза; 7—разборка и сборка тележек прицепного вагона; 8—моечное отделение; 9—тележка моечной машины; 10—ремонт тележек электросекции; 11—разборка и сборка тележек моторного вагона

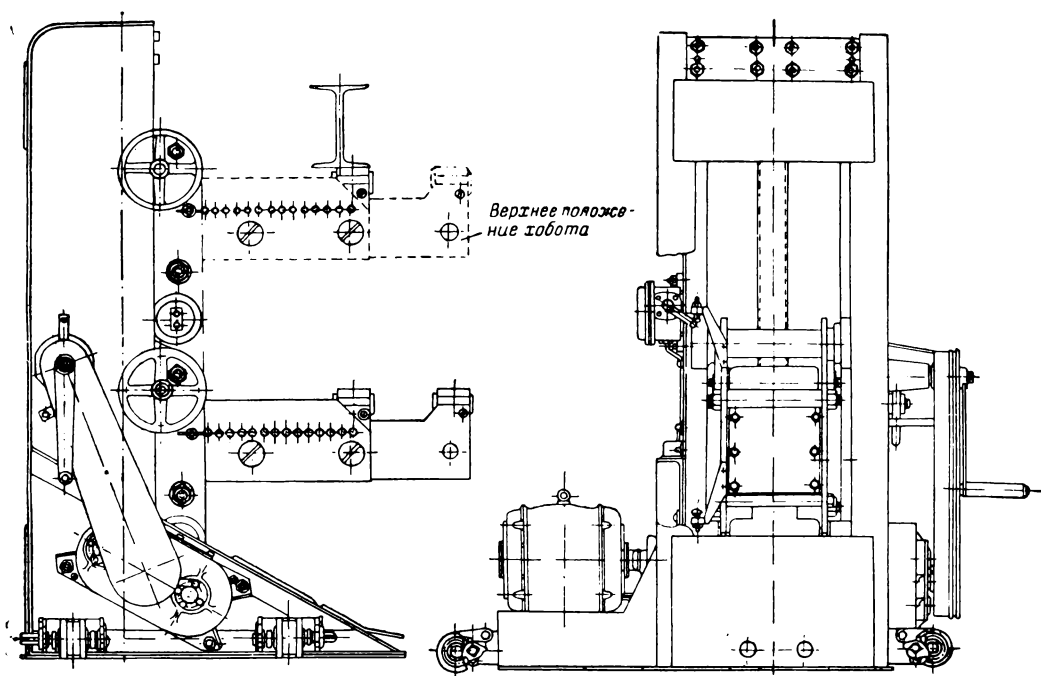


Рис. 25. Электрифицированный 25-тонный консольный домкрат для подъемки кузовов

Сборку и обкатку колесно-моторных блоков, а также их разборку выполняют на специальных стендах, устанавливаемых в цехе.

Для обмывки рам тележек, колесных пар и других частей и деталей, снятых с электроподвижного состава, устанавливают моечную машину камерного типа ММД-12 (рис. 26) или ММД-16.

Кроме того, в цехе подъемки устанавливают слесарные верстаки и различные стеллажи, для деталей, а также применяют гидравлические домкраты для смены фрикционных аппаратов, индукционные нагреватели и съемники для шестерен, гайковерты, электродрели, комплекты измерительных инструментов для рам тележек, сборки зубчатых передач и другие приспособления и инструменты. Для облегчения труда применяют специальную подвеску инструментов (рис. 27). В цехах подъемочного ремонта электросекций сооружают изолированные помещения для окраски вагонов.

Цех периодического ремонта и стойла одиночной выкатки колесно-моторных блоков. Стойла малого периодического ремонта и профилактического осмотра располагают обычно в изолированном помещении для поддержания необходимой температуры. Смотровые канавы на стойлах делают шириной 1,4 м и глубиной 1,2 м. В нишах канав устанавливают светильники. Стойла оборудуют разборными колонками сжаого воздуха, антифриза, трансформаторного масла прокладывают линии сварочных проводов; устанавливают распределительные щитки с подводкой напряжения 50—75 в постоянного тока для питания низковольтных цепей и зарядки аккумуляторных батарей, 220 в переменного тока для электроинструмента, а также 380 в для опробования вспомогательных машин переменного тока.

В цехе сооружают стационарные лестницы с площадками для подъема на крышу электроподвижного состава.

Ввод электроподвижного состава, как и в цехе подъемки, осуществляют на пониженном напряжении от мотор-генератора. В депо электропоездов постоянного тока над стойлами возможно подвеска контактного провода. Предварительный обогрев и сушку тяговых двигателей зимой осуществляют нагретым воздухом от специальной калориферной установки.

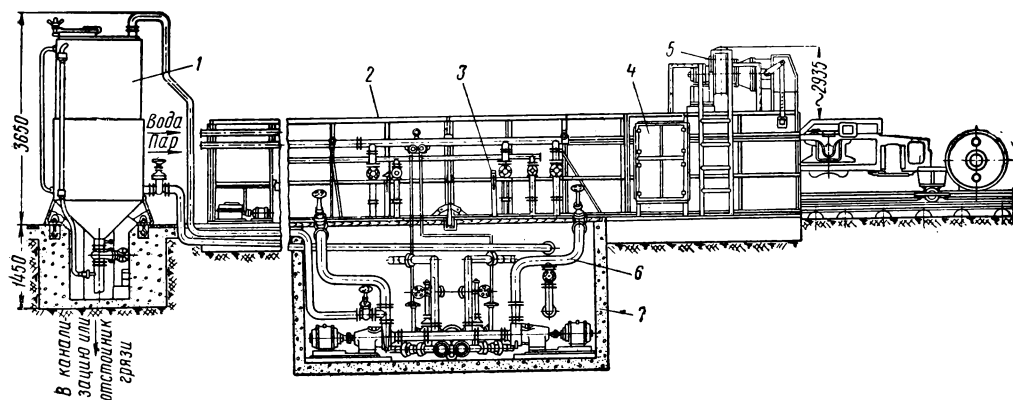


Рис. 26. Моечная машина ММД-12:

1 — отстойник; 2 — обмывочная камера; 3 — указатель уровня жидкости в баке; 4 — шкаф управления; 5 — вентилятор; 6 — гидравлическая система; 7 — фундамент

На стойлах малого периодического ремонта устанавливают мостовой кран или кран-балку грузоподъемностью 2 T . В стойлах большого периодического ремонта и одиночной выкатки колесно-моторных блоков грузоподъемность мостовых кранов устанавливают для электровозных депо 10 T , для депо электропоездов 5 T .

Для одиночной выкатки колесно-моторных блоков сооружают поперечную канаву и устанавливают электроподъемник грузоподъемностью 30 T (рис. 28), позволяющий опустить колесно-моторный блок и переместить его по поперечной канаве из-под кузова электровоза для зачаливания и транспортировки мостовым краном к месту разборки. В цехе также устанавливают стенды для сборки колесно-моторных блоков.

Для подъема кузова электроподвижного состава используют электрические домкраты грузоподъемностью 25—30 T .

Обточку бандажей колесных пар электровозов постоянного и переменного тока без выкатки из-под кузова выполняют на универсальном станке или на станке типа КЖ-20М с профильными фрезами.

Детали, снятые при ремонте, очищают в моечной машине конвейерного типа (ММД-6). В цехе применяют тележки для снятия и установки вспомогательных машин и другого подвагонного оборудования электросекций, электро-

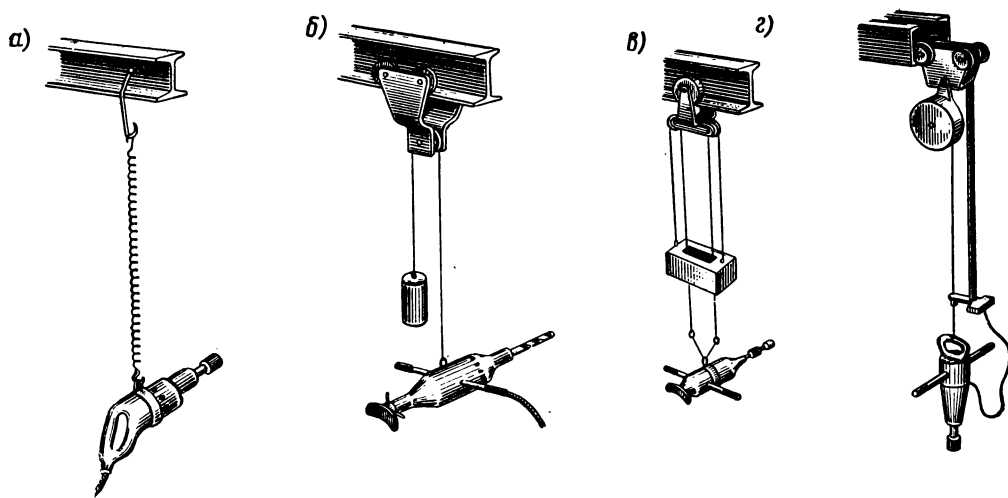


Рис. 27. Способы подвешивания механизированного инструмента:

а — на спиральной пружине; б, в — на тросе с противовесом; г — на пружинной подвеске

погрузчики, а также передвижные гидропневматические и электродомкраты, прессы и приспособления для смены букс, рессор, фрикционных аппаратов и кожухов, съемники для шестерен и других деталей.

Для заправки смазки в моторно-осевые подшипники используют гидропульты, а также прессы для заправки смазки в роликовые подшипники и шприцы для смазки аппаратуры.

Цех должен располагать магнитными и ультразвуковыми дефектоскопами, мегомметрами на 500, 1 000 и 2 500 в, набором динамометров, переносными пультами и приборами для проверки и испытания изоляции, машин, аппаратов и других узлов.

При обслуживании электроподвижного состава переменного тока в цехе, кроме того, необходимо иметь переносные приборы, осциллографы, омметры

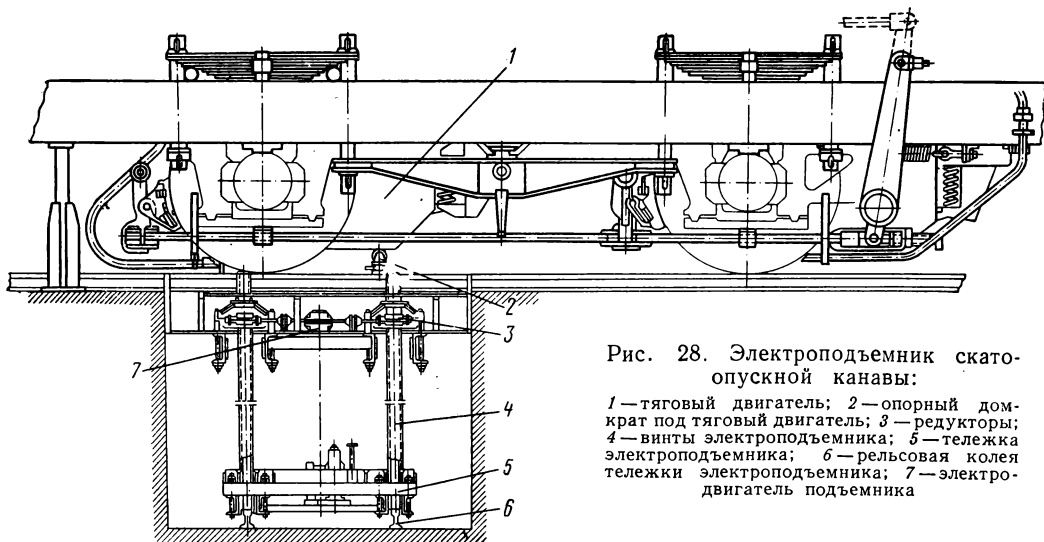


Рис. 28. Электроподъемник скатопускной канавы:

1 — тяговый двигатель; 2 — опорный домкрат под тяговый двигатель; 3 — редукторы; 4 — винты электроподъемника; 5 — тележка электроподъемника; 6 — рельсовая колея тележки электроподъемника; 7 — электро-двигатель подъемника

для проверки вентилей, шунтирующих цепочек, главных выключателей и другого специального оборудования.

Электромашинное отделение. Отделение предназначено для ремонта тяговых двигателей и вспомогательных машин. Оно может быть расположено в подкрановом поле цеха подъемного ремонта или в отдельном помещении. В зависимости от этого машины в отделение доставляют краном или на специальной тележке по нормальной или узкой рельсовой колее. При расположении в отдельном помещении устанавливают электрический мостовой кран грузоподъемностью 10 *T* для электровозных и 5 *T* для депо электропоездов.

В электромашинном отделении устанавливают следующее основное оборудование: для разборки и сборки тяговых двигателей конвейеры шагающего типа с кантователями и гидропрессами для снятия и постановки подшипниковых щитов; продувочную камеру с тележкой (рис. 29); бандажировочный станок для автоматической продорожки, обточки и шлифовки коллекторов; балансировочный станок (типа МС-25); токарно-винторезный станок с ВЦ-300—500 мм и РМЦ-2000—2800 мм; кантователи для вспомогательных машин; гидравлические прессы усилием 25—40 Т; станки для расточки моторно-осевых горловин и подшипников, для протяжки окон щеткодержателей; установку для контактной пайки коллекторов и ванны для пайки наконечников; импульсную установку для испытания витковой изоляции; стенды для испытания электромашин на холостом ходу.

Сушильно-пропиточный участок предназначен для пропитки, покрытия электроизоляционными лаками и эмалями и сушки обмоток якорей и полюсных

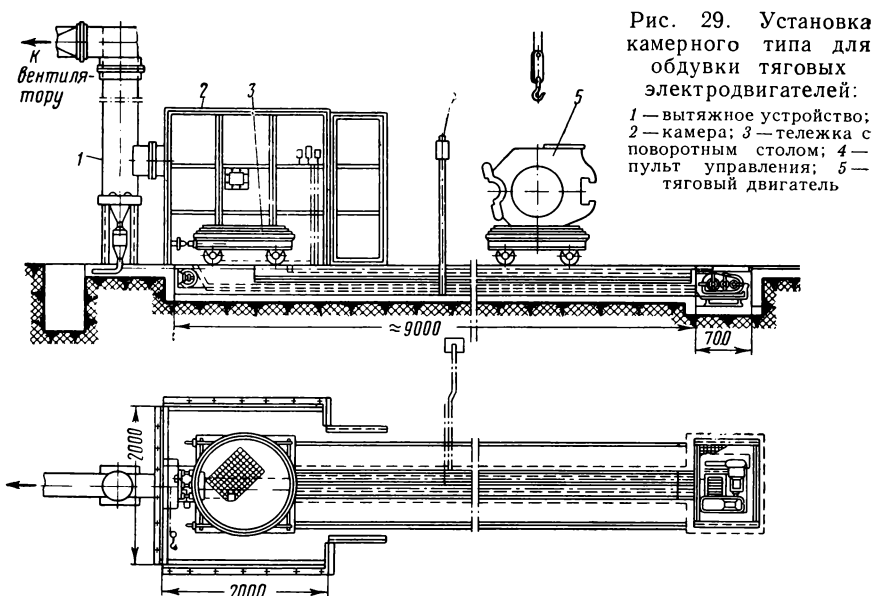


Рис. 29. Установка камерного типа для обдувки тяговых электродвигателей:
1 — вытяжное устройство; 2 — камера; 3 — тележка с поворотным столом; 4 — пульт управления; 5 — тяговый двигатель

катушек электрических машин. Пропиточную размещают в изолированном помещении рядом с электромашинным отделением для упрощения транспортировки остовов и якорей. Пропиточная имеет следующее оборудование: кран-балку электрическую грузоподъемностью для электровозов 5 Т, для электросекций 3 Т; передаточную тележку; сушильные печи для электрических машин с электрообогревом; бак для пропитки якорей; установку для пропитки катушек без снятия их с остова; станок для удаления излишков лака; приточно-вытяжную вентиляцию. Все электрооборудование в пропиточном отделении должно быть взрывобезопасным.

Испытательная станция расположена в одном помещении с электромашинным отделением и отделена от него перегородкой высотой 2 м, через которую электрические машины подают на испытательные стенды мостовым краном электромашинного отделения. Испытательная станция проводит испытания тяговых двигателей и вспомогательных машин, испытание и регулировку аппаратов и реле электроподвижного состава.

На испытательной станции смонтированы: распределительный щит; высоковольтная камера; пульт тяговых двигателей; пульт вспомогательных машин; нагрузочный реостат; стенд для испытания тяговых двигателей; стенд для испытания вспомогательных машин; линейный генератор и вольтодобавочная машина с агрегатом возбуждения для испытания тяговых двигателей методом взаимной нагрузки; агрегат-вентилятор; реостат пускового агрегата; колонки зажимов для наконечников кабелей тяговых двигателей и вспомогательных машин; стенд для установки мотор-компрессора; стенд для испытания электрической прочности изоляции.

Трансформаторное отделение. Такое отделение (рис. 30) оборудуют в электродепо, обслуживающих электровозы и электросекции переменного тока, и располагают в непосредственной близости от цеха подъемного ремонта. Трансформаторное отделение имеет: передаточную тележку — колея 1 000 мм, $Q = 16 Т$; кран мостовой электрический (грузоподъемностью до 15 Т) или кран-балку; подставку для керна (активной части) трансформатора; шкаф для сушки керна; кенотронную установку для испытания изоляции трансформатора; пульт для измерения омического сопротивления изоляции; установку для контактной пайки выводов и др.

Участок регенерации трансформаторного масла имеет: установки для очистки и сушки масла; маслоочистительную центрифугу и фильтр-пресс про-

изводительностью 1 500 л/ч; шестеренчатые насосы для масла производительностью 60 л/мин; баки для грязного и чистого масла, шкафы и др.

Участок ремонта секций холодильников оборудуют стендами для промывки и испытания радиаторов, а также приспособлениями и инструментом для их ремонта.

Отделение полупроводниковых выпрямителей. Его организуют для проверки и ремонта выпрямительных установок электроподвижного состава. Это отделение имеет кантователи для осмотра и ремонта выпрямительных блоков с электрическим пультом для испытаний; стенды для динамических (вибрационных) испытаний выпрямителей; устройства для испытаний блоков защиты и др. В отделении устанавливают электрическую кран-балку грузоподъемностью 1 Т. Для перевозки выпрямителей применяют специальные контейнеры.

Аппаратное отделение. Оно предназначено для ремонта, регулировки и испытаний электрических аппаратов, снимаемых с электровозов и электросекций. Аппаратное отделение имеет: испытательные стенды для электроаппаратов; тележки и кантователи для ЭКГ, ГВ и других аппаратов; кран-балку с электропульту 1 Т; сушильный шкаф; ванну для полуды наконечников; настольно-сверлильный станок; заточный станок; агрегат постоянного тока АНД5000/2500 (для электровозов) или АНД500/250 (для электросекций); установку для очистки аппаратов и ряд других приспособлений и инструментов.

Участок ремонта контрольно-измерительных приборов служит для ремонта и проверки амперметров, вольтметров, счетчиков электрической энергии и скоростемеров. Отделение имеет: настольный токарный станок; настольный вертикально-сверлильный станок; пресс для испытания манометров; стенды для испытания скоростемеров, электроизмерительных приборов и счетчиков электроэнергии.

Пантографный участок в целях экономии места обычно располагают на балконе, сооружаемом вдоль одной из торцовых стен на высоте 5,5—6,0 м (над воротами) или 4,5—5 м (при отсутствии ворот). Пантографное отделение имеет следующее оборудование: настольно-сверлильный станок; заточной станок; стеллажи для полозов пантографов; тумбы под пантограф; шаблон для правки полозов пантографа; шаблоны для ремонта рам пантографа.

Аккумуляторный участок предназначен для промывки, ремонта и зарядки аккумуляторных батарей. Его располагают в изолированных помещениях с вентиляционными устройствами.

Аккумуляторное отделение имеет: лоток для промывки аккумуляторов (винипластовый); ванны для старого и свежего электролита (винипластовые), дистиллятор производительностью 4,5 м³/ч; ванну для дистиллированной воды; щит зарядно-разрядный; агрегат зарядный АЗД7,5/60; печь для сушки пластин; монорельс с тельфером 0,25 Т; тележку специальную для перевозки аккумуляторных батарей.

Автотормозное отделение. Оно предназначено для ремонта и ревизии автотормозных приборов и клапанов автостопа. В автотормозном отделении устанавливают: стенд для испытания тормозных приборов; пресс гидравлический для испытания резервуаров; ванну для промывки деталей автотормоза; станок для насадки тормозных ру-

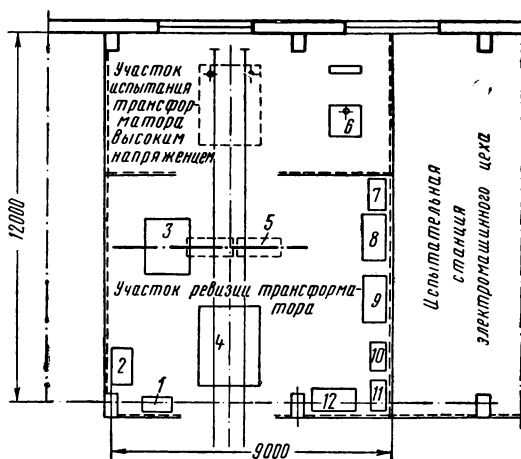


Рис. 30. Трансформаторное отделение электродепо:

1 — фильтрпресс; 2 — центрифуга; 3 — подставка под кран; 4 — передаточная тележка; 5 — монорельс с тельфером; 6 — испытательная установка; 7 — шкаф для инструмента; 8 — верстак; 9 — стеллаж; 10 — шестеренчатый насос для чистого масла; 11 — шестеренчатый насос для грязного масла; 12 — масловарка

кавов и стенд для их испытания; настольно-сверлильный станок; электрованну для прожировки кожаных манжет; стенд для испытания электропневматических клапанов автостопа.

Колесно-бандажное отделение. Оно предназначено для ремонта и освидетельствования колесных пар электровозов и электросекций. Отделение располагают или в подкрановом поле цеха подъемного ремонта, или в отдельном помещении. В последнем случае колесные пары в отделении перемещают мостовым краном грузоподъемностью 5 Т. Для обточки бандажей колесных пар электровозов и электропоездов устанавливают колесно-токарный станок с высотой центров 700 мм и расстоянием между центрами 2 600 мм. Шлифовку буксовых и моторно-осевых шеек выполняют на шеечношлифовальном станке. Бандажи при снятии и перед посадкой на центр нагревают электрическим горном.

Магнитную проверку колесных пар выполняют дефектоскопами, позволяющими намагничивать как шейки, так и среднюю часть оси. Колесную пару при дефектоскопии вращают на особой установке. Для перемещения колесных пар в парке устанавливают козловой электрический кран.

Участок роликовых букс имеет следующее оборудование: поворотный консольный кран или электрическую таль грузоподъемностью 0,25 Т; ванну для нагрева колец подшипников; индукционный нагреватель для съема внутренних колец; настольный вертикально-сверлильный станок НС-12; моечную машину для роликовых подшипников; комплект приспособлений и инструментов для проверки и ремонта подшипников.

Механическое отделение. В этом отделении устанавливают металлорежущие станки, на которых обрабатывают различные детали электроподвижного состава после восстановления размеров наплавкой и под градационные размеры, а также изготавливают отдельные новые запасные части. Механическое отделение имеет: поперечно-строгальный станок, ход 650 мм; токарно-винторезные станки разных типов ВЦ — от 100 до 500, РМЦ — от 750 до 1 500, 3 000 мм, плоскошлифовальный, вертикально-сверлильные, универсальный фрезерный, револьверный и круглошлифовальный универсальный станки, пилу и другие станки по потребности.

Слесарно-заготовительный участок предназначен для обработки и сборки отдельных узлов и деталей электроподвижного состава, поступающих из кузницы, механической и других мастерских. В слесарно-заготовительном участке устанавливают: вертикально-сверлильный станок 25 мм; стенд для испытания тормозных тяг; пресс для сборки траверс; обдирочно-точильный станок; пресс-ножницы; разметочную плиту.

Вспомогательные отделения. В сварочном участке выполняют сварку, резку и наплавку металлических деталей, снимаемых при ремонте с электровозов и электросекций. Сварочный участок имеет: сварочный агрегат; сварочные трансформаторы СТЭ-34, СТЭ-24 и др.

Газогенераторный участок имеет два газогенератора ацетиленовых на 2 000 и 500 л/ч.

В кузнечно-рессорном участке выполняют ремонт и правку изношенных и поврежденных деталей электровозов и электросекций, изготавливают новые детали и специальный инструмент, ремонтируют рессоры. Кузнечно-рессорный участок имеет: молоты пневматические; печь камерную; консольный кран с тельфером; двухогневой горн; наковальню кузнечную; плиту правильную; пресс для испытания эллиптических рессор в депо электропоездов; пресс системы Митюхляева для рессор; пресс-ножницы; вентилятор дутьевой.

Термический участок предназначен для термообработки и поверхностного упрочнения деталей электроподвижного состава и имеет: электропечь для газовой цементации Ц-35; камерную печь; твердомер шариковый (ТШ); ванну закалочную; электроискровой аппарат типа КЭН-06; кран консольный с тельфером 0,5 Т.

Заливочный участок служит для заливки и перезаливки моторно-осевых и других подшипников скольжения. Заливочный участок имеет: электриче-

ский индукционный тигель; станок для центробежной заливки моторно-осевых подшипников; печь для выплавки баббита из подшипников; электрованну для лужения; консольный кран с электротельфером; вентилятор дутьевой.

Инструментальный участок предназначен для восстановления различного инструмента, изготовления приспособлений, нетиповых шаблонов и т. п. Участок имеет: универсально-заточный станок; станок для доводки резцов; настольно-заточный и настольно-сверлильный станки.

В шерстемоечном участке устанавливают: ванну для промывки шерсти в керосине; центрифугу; баки для пропитки шерсти и войлочных уплотнений; бак для отстоя масла; шкаф сушильный.

Столярно-малярный участок предназначен для изготовления и ремонта деревянных деталей электроподвижного состава, инвентаря депо, приготовления краски, грунтовки и других материалов, применяемых при окраске кузовов и оборудования электроподвижного состава. Участок имеет: краско-терку; универсальный деревообрабатывающий станок (в депо электропоездов); песочное точило; клееварку; пилу ленточную и дисковую; фрезерный станок по дереву (для депо электропоездов).

Гальванический участок предназначен для электролитического покрытия поверхности металлических деталей хромом, никелем, цинком, для восстановления размеров, упрочения поверхности и защиты ее от коррозии. В гальваническом участке устанавливают: ванны для электрического травления, электрообезжиривания, горячей и холодной воды; колокол для цинкования; ванны для хромирования, никелирования и омеднения; шкаф сушильный; полировальный станок на два круга; генератор постоянного тока АНД1500/750.

В электродепо организуют также участки по ремонту роликовых подшипников, автостопов и поездной радиосвязи, полимерную мастерскую, лабораторию, кладовую и ряд других.

§ 19. Организация труда ремонтных бригад

Комплексные и специализированные бригады. Все виды деповского ремонта и профилактического осмотра электроподвижного состава выполняют комплексные и специализированные бригады. Малый и большой периодические ремонты и профилактический осмотр осуществляют комплексные бригады периодического ремонта. Профилактический осмотр могут также выполнять самостоятельные комплексные бригады. Подъемочный ремонт электровозов и электропоездов выполняют комплексные бригады подъемочного ремонта.

Специализированные бригады участвуют во всех видах деповского ремонта электроподвижного состава.

Комплексные бригады, как правило, не выполняют работ по восстановлению изношенных и неисправных деталей и узлов, а только заменяют их. Они выполняют осмотр и ремонт в целом электровозов и электросекций и несут ответственность за качество их ремонта и безаварийную работу в период пробега между ремонтами. Чтобы повысить ответственность и не допускать обезлички в ремонте, за каждой комплексной бригадой закрепляют определенные группы электровозов или электропоездов, как правило, одних серий. Ремонт и восстановление снятых комплексными бригадами частей и деталей выполняют работники заготовительного цеха депо.

Специализированные бригады и группы в отличие от комплексных бригад сами выполняют ремонт, проверку и установку на электроподвижной состав узлов, деталей, приборов и аппаратов отдельных (специальных) видов оборудования, например, автотормозов, автостопов, скоростемеров, выпрямительных установок и др., и несут полную ответственность за состояние и работу этого оборудования.

При ремонте электроподвижного состава широко применяют специализацию труда. Поэтому периодический и в особенности подъемочный ремонты

электроподвижного состава в настоящее время выполняют специализированные бригады и группы, объединенные в специализированных цехах и отделениях депо по видам обслуживания.

Потребность рабочей силы для ремонта. Количество рабочих, потребных для выполнения ремонта электроподвижного состава, их явочное число

$$N_{\text{раб. яв}} = \frac{N_i^p A_i}{\Phi_{\text{яв}} \kappa},$$

где N_i^p — годовая программа ремонта (количество ремонтов) данного вида, единицы;

A_i — затрата труда (трудоемкость) на единицу данного вида ремонта, чел-ч;

$\Phi_{\text{яв}}$ — годовой фонд рабочего времени одного явочного рабочего, ч;

κ — коэффициент превышения нормы выработки (1,1—1,12).

Списочное количество рабочих (с учетом отпусков)

$$N_{\text{раб. сп}} = \frac{N_i^p A_i}{\Phi_{\text{сп}} \kappa},$$

или

$$N_{\text{раб. сп}} = N_{\text{раб. яв}} a,$$

где $\Phi_{\text{сп}}$ — годовой фонд рабочего времени с учетом отпусков, ч;

a — коэффициент, показывающий отношение списочного количества рабочих к явочному.

В приложении 5 приведены нормы трудоемкости для всех видов деповского ремонта электровозов и электросекций (см. Нормы технологического проектирования тепловозных, электровозных, моторвагонных депо и экипировочных устройств, часть I, Гипротранстэи, 1965).

Значения коэффициента a (отношение списочного количества к явочному) в зависимости от характера рабочих профессий, продолжительности их рабочего дня и отпуска, а также годовой фонд их рабочего времени приведены в соответствующих инструкциях.

Т а б л и ц а 5

Электроподвижной состав	Количество рабочих на первый срок для ¹				Количество рабочих на второй срок (перспектива) для			
	подъемного ремонта	большого периодического ремонта	малого периодического ремонта	профилактического осмотра	подъемного ремонта	большого периодического ремонта	малого периодического ремонта	профилактического осмотра
ВЛ22 ^м	2,13	1,38	5,20	1,93	1,42	1,12	3,38	1,63
ВЛ23	2,00	1,23	5,52	2,21	1,31	0,94	4,25	1,83
ВЛ8	3,31	1,63	7,72	2,84	2,20	1,20	5,79	2,23
ЧС1, ЧС3	2,58	1,79	6,62	2,50	1,73	1,35	5,10	2,07
ЧС2	3,28	2,22	7,61	3,06	2,17	1,68	5,92	2,55
ВЛ60	3,31	3,34	8,57	5,28	2,34	2,71	6,80	4,27
ВЛ80	4,52	4,60	11,50	7,10	3,19	3,73	9,37	5,43
ВЛ10	3,27	1,67	7,99	3,02	2,22	1,22	5,94	2,37
С ₃ ^р , С ^р	2,66	1,23	3,69	4,76	—	—	—	—
ЭР1, ЭР2	2,00	0,90	2,26	2,97	1,51	0,70	2,00	2,63

¹ Расчет производственных рабочих дан с учетом хозяйственных работ, принятых в размере 17,5% для электровозного и 14% для локомотивного депо. Расчет проведен с учетом средней занятости одного рабочего, равной 1 815 ч в год.

Распределение рабочей силы по профессиям для деповского ремонта и нормы затраты человеко-часов и процентного распределения времени устанавливаются в зависимости от серии электроподвижного состава.

Примерное распределение рабочей силы по профессиям (в %) на профилактическом осмотре составляет:

Слесари-электрики	48
Слесари-механики	35
Обтирщики	17

Количество рабочих, необходимое для технического осмотра электроваз, определяют из расчета 2—3 чел. на один электроваз. Затраты рабочей силы на ремонт станочного оборудования, количество счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала определяют в процентах от явочного количества производственных рабочих (примерно 8—10%).

Количество административно-управленческого, оперативно-производственного и цехового персонала определяют в зависимости от группы депо.

Примерная списочная потребность рабочих для деповского ремонта и осмотра электроподвижного состава с учетом хозяйственных работ (на 1 млн. км годового пробега) приведена в табл. 5.

§ 20. Основы планирования работы локомотивных депо

Планирование в новых условиях. Для более успешного построения коммунистического общества в нашей стране партия поставила задачу — улучшить руководство экономикой страны прежде всего путем совершенствования планирования, экономического стимулирования производства и трудящихся, расширения инициативы и хозяйственной самостоятельности предприятий.

Осуществление решений XXIII съезда КПСС и сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС способствуют улучшению работы локомотивных депо, усилению внимания к экономическим показателям работы, росту инициативы трудящихся, увеличению хозяйственной самостоятельности, повышению роли перспективных (пятилетних) и годовых планов.

Новая система планирования и экономического стимулирования является важнейшим условием для дальнейшего совершенствования производства, широкого внедрения достижений науки и техники, пропорциональности развития сети железных дорог и их линейных подразделений.

Централизованное руководство планированием обеспечено установлением контрольных цифр, на основе которых депо самостоятельно разрабатывает планы, используя инициативу своих работников.

Новый порядок планирования и материального стимулирования содействует более эффективному использованию технических средств, особенно подвижного состава, более качественному ремонту локомотивов, снижению себестоимости перевозок и повышению производительности труда.

По новой системе планирования значительно сокращено число контрольных цифр (лимитов) для всех линейных подразделений железных дорог. Для основного локомотивного депо принят следующий перечень плановых показателей, по которым задания утверждают отделением дороги:

- ткм брутто общие и по видам движения (грузовое и пассажирское);
- нормы расхода топлива и электроэнергии для локомотивов;
- ткм брутто на рубль производственных фондов;
- общий фонд заработной платы;
- прибыль от основной деятельности депо;
- рентабельность производства.

Финансовые взаимоотношения локомотивного депо регулируются отделением дороги.

Остальные показатели в основном локомотивном депо рассчитывают самостоятельно в зависимости от собственных потребностей и возможностей.

Профинплан основного локомотивного депо состоит из производственной программы; планов по труду и расходов; калькуляции себестоимости продукции.

Показатели объема работы локомотивов следующие:

ткм брутто пассажирского и грузового движения, распределенные по участкам работы локомотивных бригад и роду поездов; локомотиво-*км* во главе поездов и общие локомотиво-*ч* хозяйственного, передаточного и вывозного движения, а также маневровой работы; локомотиво-*км* одиночного следования локомотивов. При этом локомотиво-*км* планируют отдельно в границах участков обслуживания бригад и в границах участков обращения локомотивов.

Показателями качества работы локомотивов служат: производительность локомотива, вес поезда брутто; оборот локомотивов; техническая и участковая скорости движения поездов; среднесуточный пробег локомотивов; процент вспомогательного пробега локомотивов. Все эти показатели планируют отдельно по каждому роду движения поездов и каждому участку обращения. Программу ремонта локомотивов устанавливают по видам ремонта и сериям локомотивов.

Оплата труда локомотивных бригад, обслуживающих грузовые поезда, сдельная; пассажирские, хозяйственные поезда и толкачи — повременная; маневровые локомотивы — сдельная или повременная.

Тарифная ставка зарплаты установлена на 1 *ч* работы и зависит от рода поезда, типа и серии локомотива. Месячную ставку зарплаты определяют умножением часовой тарифной ставки на норму часов работы одного работника в месяц, т. е. 174,1 *ч*.

Оплата труда локомотивных бригад в грузовом движении установлена за выполненные *ткм* брутто и локомотиво-*км* одиночного пробега по установленным ставкам. Кроме основного сдельного или повременного заработка, машинисты получают доплату за класс машиниста, а помощники — за право управления локомотивом, премии за экономию электроэнергии (топлива), доплату за работу в праздничные дни и в ночное время.

Локомотивные бригады премируют за выполнение и перевыполнение месячных заданий по производительности локомотивов (в *ткм* брутто) или за проведение тяжеловесных поездов; выполнение технической скорости; проведение пассажирских поездов по расписанию; нагон опоздания пассажирских поездов; своевременное и высококачественное выполнение заданий по маневровой работе; улучшение использования и повышение эффективности работы передаточных, вывозных, хозяйственных, маневровых и других локомотивов, занятых на внепоездной работе.

Численность работников по ремонту локомотивов определяют умножением программы ремонта локомотивов (по каждому виду ремонта отдельно) на норму затраты труда на единицу ремонта по технологическому процессу.

Оплата труда рабочих по ремонту локомотивов сдельная. Кроме того, рабочие по ремонту локомотивов, узлов и деталей получают премию за высококачественный и своевременный ремонт подвижного состава, гарантирующий исправную работу до очередного планового ремонта без захода на внеплановый ремонт; выполнение и сокращение против установленных норм простоя локомотивов в ремонте; снижение себестоимости и трудоемкости ремонта против плановых заданий; за бездефектную сдачу продукции.

Эксплуатационные расходы депо планируют отдельно по видам работ:

эксплуатация локомотивов — зарплата локомотивных бригад, стоимость электроэнергии или топлива для тяги поездов, стоимость смазочно-обтирочных материалов, освещения локомотивов и ручных сигналов локомотивных бригад;

экипировка локомотивов — зарплата работников, занятых экипировкой, стоимость материалов по обтирке и обмывке локомотивов, стоимость песка, содержание и ремонт экипировочных устройств;

ремонт локомотивов — зарплата ремонтным рабочим и ИТР, стоимость материалов по ремонту, содержание и ремонт оборудования ремонтных цехов локомотивных депо;

расходы по амортизации отдельно по каждому роду локомотивов.

Хозяйственный расчет в локомотивном депо. Хозрасчет это основной метод планового руководства деятельностью социалистических предприятий. Он основан на покрытии расходов предприятия доходами от реализации продукции, на строгом соблюдении режима экономии и на материальном поощрении работников в зависимости от выполнения плановых показателей.

Основные признаки хозрасчета:

предоставление локомотивному депо необходимой материально-технической базы (основные и оборотные средства);

хозяйственная самостоятельность, характеризующаяся правом юридического лица, правом заключать с другими линейными подразделениями или предприятиями хозяйственные договоры;

материальная ответственность за итоги работы;

материальная заинтересованность работников в результатах своего труда;

право пользоваться банковскими кредитами, право иметь расчетный счет в Госбанке СССР;

контроль рублем за хозяйственной деятельностью депо, осуществляемый в основном банком и отделением железной дороги.

Хозяйственный расчет направлен на усиление эффективности производства, повышение его рентабельности. В этих целях создают необходимые условия для рационального хозяйствования и предоставляют депо права на основе Положения о социалистическом государственном производственном предприятии.

Внедрение новой системы планирования и экономического стимулирования на основе решений сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС значительно укрепляет систему хозрасчета на предприятиях.

Расширение самостоятельности предприятий служит основой для развития прямых связей между ними, усиления использования экономических рычагов, создания ответственности в отношениях между предприятиями и большей инициативы работников предприятия в выполнении плановых заданий.

Теперь главными показателями работы предприятия становятся: объем реализованной продукции, размер прибыли и уровень рентабельности производства.

Для локомотивного депо разработано и утверждено МПС типовое положение о хозрасчете. Этим положением установлены следующие хозрасчетные измерители работы:

ткм брутто в грузовом и пассажирском движении;

локомотиво-*км* одиночного следования;

локомотиво-*ч* в хозяйственном движении, в передаточных и вывозных поездах, локомотиво-*ч* толкачей и маневровых локомотивов.

По этим хозрасчетным измерителям составляют плановую и отчетную калькуляцию себестоимости работ. Хозрасчетные цены, установленные плановой калькуляцией, используют для взаимных расчетов депо с другими линейными подразделениями дороги за выполненную работу.

Усилен также контроль рублем за производственной деятельностью депо: введением платности за производственные основные и оборотные фонды, применением банковских кредитов для финансирования капиталовложений с уплатой процентов по ссудам банка. Существенно повышена роль прибыли, создана возможность заинтересовать работников в повышении рентабельности.

Согласно новому Положению о социалистическом государственном производственном предприятии депо освобождены от регистрации штатов и окладов административно-управленческого персонала в финансовых органах. Теперь депо имеет право устанавливать системы оплаты труда, показатели и условия премирования, повышать оклады мастерам и высококвалифицированным специалистам.

Внедрение новой системы планирования и экономического стимулирования позволяет шире развивать внутридеповской хозрасчет (цехов, участков, бригад и отдельных рабочих мест). Подразделения депо будут иметь неполный хозрасчет, так как они не пользуются правом самостоятельного производственного предприятия. Главным содержанием внутридеповского хозрасчета будет сопоставление сумм фактических затрат на выполненный объем работы за определенный период времени с суммой затрат по плановым нормам, исчисленной на этот же объем работы.

Для организации внутридеповского хозрасчета должны быть обеспечены следующие условия:

- перспективное, устойчивое планирование;

- нормы затрат труда энергии, топлива, материалов, сырья на основе точных учетных данных и контроля их соответствующими приборами;

- необходимая нормативная база, по которой можно определить затраты рабочей силы, энергии, материалов и др.;

- разработанная система учета производственной деятельности хозрасчетных подразделений и необходимых затрат;

- определенный порядок подведения итогов работы каждого хозрасчетного подразделения (методика сравнения);

- установленный порядок предъявления подразделениями депо взаимных претензий друг к другу;

- определенный порядок материальной ответственности и системы материального стимулирования за достигнутые результаты;

- наличие разработанного положения о внутридеповском хозрасчете с установленными показателями работы для цехов, участков и бригад.

Хозрасчет отдельных рабочих мест (индивидуальный хозрасчет) внедряют по инициативе самих рабочих, берущих социалистические обязательства — достичь в своей работе определенной экономии денежных и материальных средств. Эту экономию необходимо отражать в личном счете экономии рабочего.

Экономическое стимулирование и материальная заинтересованность работников депо. По новой системе планирования и экономического стимулирования при успешной работе депо создают три основных специальных фонда:

- развития производства;

- социально-культурных мероприятий и жилищного строительства;

- материального поощрения.

Фонд развития производства для депо рассчитывают в отделении железной дороги и образуют за счет отчислений от прибыли предприятия, амортизационных отчислений на восстановление оборудования, зданий и сооружений, выручки от реализации выбывшего и излишнего имущества депо. Этот фонд используют для финансирования капитальных вложений, внедрения новой техники, мероприятий по механизации, автоматизации, модернизации оборудования, обновлению основных фондов, совершенствованию организации производства и труда и др.

Отчисления от прибыли в фонд развития производства определяют по нормативам в зависимости от размера прибыли и уровня рентабельности депо. Этот фонд

$$\Phi_{\text{рп}} = \frac{O_{\text{ф}}}{100} x a_{\text{рп}} + \frac{O_{\text{ф}}}{100} y b_{\text{рп}} + \frac{A_{\text{м}} \delta}{100},$$

где $O_{\text{ф}}$ — стоимость производственных основных фондов;

x — плановый процент роста прибыли по сравнению с предшествующим годом;

$a_{\text{рп}}$ — установленный процент отчислений в фонд развития производства за каждый плановый процент роста прибыли;

y — плановый процент рентабельности к сумме основных и оборотных фондов;

$b_{\text{рп}}$ — установленный процент отчислений в фонд развития производства за каждый плановый процент его рентабельности;

A_m — сумма амортизационных отчислений на реновацию;
 δ — установленный размер амортизационных отчислений, передаваемых в фонд развития производства, %.

Нормативы отчислений в этот фонд действуют в течение ряда лет без изменений. При перевыполнении плановых заданий по прибыли и уровню рентабельности отчисления в фонд развития производства от сверхплановых прибылей производят по уменьшенным нормативам (на 60—70 %), чтобы у коллектива локомотивного депо электроподвижного состава не снижалась заинтересованность в разработке повышенных плановых заданий. За каждый процент недовыполнения плана прибыли и рентабельности размер отчислений снижается на 2—4 %.

Фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства образуют за счет отчислений от прибыли по специальным нормативам отдельно за каждый процент увеличения плановой прибыли по сравнению с предыдущим годом и за каждый плановый процент рентабельности. Величина этого фонда

$$\Phi_{ск} = \frac{\Phi_3}{100} x a_{ск} + \frac{\Phi_3}{100} y b_{ск},$$

где $\Phi_{ск}$ — фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства;

Φ_3 — плановый фонд зарплаты работников депо;

$a_{ск}$ — норматив отчислений от прибыли в этот фонд за каждый плановый процент роста прибыли;

$b_{ск}$ — норматив отчислений от прибыли за каждый процент рентабельности производства.

При перевыполнении или недовыполнении плана прибыли и рентабельности отчисления в фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства корректируют аналогично фонду развития производства. Средства этого фонда расходуют на строительство и капитальный ремонт жилых домов и культурно-бытовое обслуживание работников депо.

Фонд материального поощрения образуют из отчислений от прибыли. Размер этих отчислений определяют по нормативам, аналогично фонду социально-культурных мероприятий и жилищного строительства. Величину этих нормативов устанавливает отделение дороги и не меняет ее в течение нескольких лет. Величина фонда материального поощрения

$$\Phi_{мп} = \frac{\Phi_3}{100} x a_{мп} + \frac{\Phi_3}{100} y b_{мп} + П,$$

где $a_{мп}$ — норматив отчислений в фонд материального поощрения за каждый плановый процент роста прибыли;

$b_{мп}$ — норматив отчислений в фонд материального поощрения за каждый плановый процент рентабельности;

$П$ — сумма премий, выплачиваемых рабочим депо по фонду зарплаты.

При перевыполнении или недовыполнении плана прибыли и рентабельности размер отчислений корректируют так же, как это было описано ранее относительно фонда развития производства. Отчисления от прибыли в фонд материального поощрения производят ежеквартально по итогам работы. Этот фонд используют для:

премирования работников депо за успешную работу;

единовременного поощрения лучших работников за выполнение особо важных производственных заданий;

выплаты вознаграждения работникам за общие результаты работы депо за год;

оказания единовременной материальной помощи работникам.

Средства из фонда материального поощрения распределяет администрация совместно с местным комитетом. При необходимости до 20 % фонда мате-

риального поощрения и фонда социально-культурных мероприятий можно перераспределить между собой.

На материальное поощрение работников депо по кварталам разрешено расходовать не более 90% средств фонда, а остальную часть фонда использовать для выплаты премий работникам по итогам работы за год с учетом качества и стажа работы. Показатели и условия премирования устанавливает руководство депо совместно с местным комитетом профсоюза на основе типового положения.

При внедрении новой системы планирования и экономического стимулирования порядок премирования работников депо за создание и внедрение новой техники, экономию топлива и электроэнергии, а также за лучшие результаты по итогам социалистического соревнования не изменяется.

Прибыль и рентабельность. При переходе на новую систему планирования и экономического стимулирования возрастает роль прибыли и рентабельности как итоговых показателей работы. Эти показатели для депо устанавливает отделение дороги. Прибыль определяют как разницу между доходами и расходами. Доходы рассчитывают умножением объема работы (по каждому показателю отдельно) на плановые расчетные ставки, а расходы определяют по данным бухгалтерии. Часть расходов депо не зависит от объема работы, а поэтому чем больше объем работы, тем ниже себестоимость единицы продукции и, следовательно, больше прибыль.

Связь между прибылью и себестоимостью продукции обратная (при прочих равных условиях), т. е. сумма прибыли меньше на ту же величину, на которую выше полная себестоимость, и наоборот.

Рентабельность как экономическая категория социалистического предприятия показывает собой такой уровень использования средств, при котором предприятие после покрытия всех своих текущих затрат получает чистый доход в форме прибыли. Следовательно, рентабельность продукции — это прибыльность работы предприятия.

По новой системе планирования рентабельность производства определяют делением полученной или плановой прибыли на фактическую или плановую сумму основных и оборотных фондов депо (за исключением стоимости локомотивов). Рентабельность выражают, как прибыль, в процентах к сумме основных и оборотных фондов, или в копейках на рубль этих фондов.

Для расчетов нормируемые оборотные средства берут в части, непрочитанной банком. Для анализа рентабельности отдельных видов продукции берут отношение прибыли к себестоимости продукции.

Все резервы снижения себестоимости продукции, повышения фондоотдачи и ускорения оборачиваемости оборотных средств являются одновременно и резервами повышения рентабельности.

Ремонт электроподвижного состава

РЕМОНТ КАК СРЕДСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

§ 21. Износ и восстановление основных фондов

Удельный вес расходов на восстановление оборудования. В эксплуатации основные фонды народного хозяйства, в том числе и железнодорожный подвижной состав, снашиваются и постепенно переносят свою стоимость на производимую продукцию. Производительность оборудования, его работоспособное состояние поддерживают специальной системой восстановительных мероприятий, называемых ремонтом.

В каждой отрасли народного хозяйства, особенно в масштабе всего государства, проблема содержания оборудования заслуживает самого пристального внимания инженеров и экономистов.

На железнодорожном транспорте расходы на ремонт локомотивов и вагонов за последний период составляют примерно 10% всех эксплуатационных расходов, или 560 млн. руб. в год. На ремонт контактной сети и тяговых подстанций электрифицированных железных дорог ежегодно расходуется приблизительно 30 млн. руб.

Снашивание основных фондов связано не только с выполняемой работой, но и со временем. Например, у электровозов и электропоездов с течением времени, вне зависимости от того, работают они или нет, выходят из строя из-за коррозии тонкостенные металлические конструкции, обшивка кузова, кондуиты и трубы в местах резьбовых соединений, ухудшается состояние изоляции обмоток электрических машин, кабелей и проводов электрической цепи. Интенсивность износа и срок службы основных фондов в значительной степени зависят от способов технической эксплуатации и качества ухода.

Предпосылки для восстановления изношенных узлов и деталей. Исходя из условий экономичности содержания и продления срока службы машин и механизмов, их проектируют так, чтобы фактором, в первую очередь ограничивающим работоспособность механической системы, являлся не полный ее износ, а только искажение первоначальной геометрической формы деталей и нарушение установленного типа сопряжений или посадок. В результате такого подхода к проектированию детали, выходя из строя по этим причинам, сохраняют еще необходимые размеры, позволяющие неоднократно их обрабатывать в целях восстановления.

Например, новый бандаж колесной пары электровоза ВЛ8 имеет толщину 90 мм, а выходит из строя и требует обточки при прокате (отступлении от первоначальной формы), равном 7 мм. В то же время наименьшей допустимой по прочности толщиной бандажа будет 40 мм. Таким образом, бандаж можно неоднократно восстанавливать после износа без снятия с колесного центра. Подобными примерами могут служить износы и характер восстановления посадочных поверхностей остова тягового двигателя и подшипниковых щитов, головки автосцепки, валика, втулки и т. п.

В электрооборудовании специфической составной частью являются изоляционные элементы. Их также проектируют с учетом возможности восстановле-

ния диэлектрических и механических свойств путем сушки, пропитки, очистки, восстановления размеров и изолирующих поверхностных покрытий.

Ремонт будет целесообразным тогда, когда затраты на восстановление окажутся меньше затрат на изготовление и монтаж новых деталей. Если в большинстве случаев ремонт колесной пары или электрического аппарата будет экономичнее изготовления новых, то восстановление изношенных шпланта или шайбы обойдется дороже.

Одной из основных предпосылок ремонта является различная интенсивность износа деталей, образующих конструктивные узлы, причем замену отдельных деталей в таком узле можно рассматривать как ремонтную операцию.

Причины, вызывающие потребность в ремонте электроподвижного состава. Подвижной состав электрических железных дорог — электровозы и электропоезда представляют собой сложные электромеханические системы. Для рабочего режима такой системы характерны большие усилия, передаваемые элементами механической части, значительные скорости, большие токи, вызывающие перегревы обмоток и регулирующих сопротивлений, высокое напряжение, приводящее к пробоям и перекрытиям изолирующих частей.

Здесь уместно отметить специфику работы железнодорожного подвижного состава, которая оказывает решающее влияние на характер износов и повреждений механического и электрического оборудования. Это прежде всего динамические нагрузки, вызываемые взаимодействием с рельсовой колеей при движении поезда, насыщение узлов трения абразивными частицами, колебания температуры обмоток тяговых машин, определяемые переменной нагрузкой, изменения температуры и влажности окружающей среды в различные периоды года и суток.

Исходя из специфических условий работы сложной силовой электромеханической системы, которую представляет собой электровоз, можно указать основные причины, вызывающие потребность в ремонте электроподвижного состава: износ от трения; старение изоляционных материалов, потеря ими диэлектрических и механических свойств; ухудшение состояния неподвижных электрических соединений; перекрытия и пробой изоляционных элементов; уменьшение сечения сопротивлений, включаемых в силовые цепи; разрушение поверхностей металлических конструкций в результате коррозии; случайные неисправности и повреждения.

Назначение модернизации. Известно, что полный срок службы электровозов и электропоездов исчисляются примерно 40 годами. На железных дорогах СССР до сих пор эксплуатируются электровозы ВЛ19 и ВЛ22, моторвагонный подвижной состав, которые были спроектированы и построены в середине 30-х годов.

За десятилетия техника электромашиностроения уходит далеко вперед и с течением времени представляется возможным при заводском ремонте подвижного состава модернизировать его или заменять отдельные узлы конструкции более совершенными. Заменяют электрические машины, аппараты, узлы механической части, тормозное оборудование.

Таким образом, если ремонт предусматривает восстановление надежности и работоспособности подвижного состава, то модернизация имеет своей целью повышение этих качеств.

Финансирование ремонта. Восстановление основных фондов как путем замены отдельных износившихся частей, так и износившегося оборудования в целом, осуществляют за счет так называемых амортизационных отчислений, которые систематически проводит предприятие, имеющее на своем балансе эти основные фонды. Амортизационные отчисления равны той доле стоимости основных фондов, которая переносится за данный период на изготавливаемую продукцию. Эту долю постоянно включают в эксплуатационные расходы, чтобы за этот счет осуществлять, например, замену локомотивов новыми, выполнять их заводской ремонт и модернизацию.

Все виды депоовского ремонта электроподвижного состава финансируют за счет средств эксплуатации, а расходы списывают на себестоимость перевозок.

§ 22. Конструктивные особенности электроподвижного состава и показатели ремонта

Требования к конструкции локомотива. Существенное влияние на повышение уровня технологии ремонта, сокращение простоев в ремонте и уменьшение затрат на ремонт оказывает конструкция локомотива и его отдельных узлов. С точки зрения улучшения показателей ремонта конструкция должна предусматривать:

- исключение поверхностного трения и высокотемпературных режимов;
- возможность широкого использования взаимозаменяемости блоков самостоятельного назначения, например, выпрямительных установок, легко отделяемых при разборке от основной конструкции, колесно-моторных блоков и других узлов и деталей;

- минимальные трудовые затраты на разборку и сборку оборудования;
- свободный доступ к быстроизнашивающимся и уязвимым деталям и малую трудоемкость их смены;

- применение в узлах трения износоустойчивых материалов;

- применение в машинах и аппаратах высококачественных изоляционных материалов, обладающих высокой теплостойкостью, влагостойкостью, диэлектрической прочностью и хорошими механическими свойствами;

- расположение аппаратов и сложных узлов таким образом, чтобы обеспечивались наилучшие возможности для обнаружения и устранения неисправностей.

В сравнении с конструкцией других локомотивов конструкция электровоза в наибольшей мере удовлетворяет этим требованиям. С электрического локомотива могут быть сняты для ремонта в заготовительных цехах колесно-моторные блоки, вспомогательные машины, блоки выпрямительных установок, аппараты защиты и переключений, пантографы. На электровозе, в отличие от тепловоза, в силовых агрегатах привода отсутствует возвратно-поступательное движение частей и поверхностное трение между ними, а преобразование энергии не связано с высокой температурой горения газов.

Трудовые затраты на разборку и сборку. Важной является проблема сокращения трудовых затрат на демонтаж и монтаж оборудования в процессе ремонта локомотива. Затраты труда на сборку и разборку являются хотя и неизбежными, но по существу накладными расходами, поскольку они не улучшают состояния подлежащих ремонту деталей. В общей трудоемкости подъемочного ремонта шестиступенчатого электровоза сборочно-разборочные работы при снятии оборудования с кузова и установке его обратно составляют около 20%. Этот процент значительно возрастет, если учитывать разборочно-сборочные работы при ремонте машин, аппаратов и узлов механической части.

Снижения трудоемкости сборки и разборки достигают применением таких механизмов, как скатоопускная канава, станки для обточки бандажей колесных пар без выкатки из-под кузова, конструкция буксовых направляющих, которая у электровоза ВЛ22 позволяла снять буксу и сменить антифрикционный диск без подъема кузова и выкатывания колесной пары, и т. п.

Конструктор, проектируя электровоз, должен стремиться к тому, чтобы за одну разборку — сборку можно было восстановить наибольшее количество деталей.

Это требование касается важного вопроса о допусках на промежуточные и предельные износы различных элементов локомотива. Например, допуски на износ коллектора тягового двигателя следует установить так, чтобы пробег, при котором получается допустимый промежуточный износ коллектора, был равным или кратным пробегу, при котором получается допустимый прокат и износ гребня бандажей колесных пар.

Необходимо также стремиться к тому, чтобы наименьшие допустимые размеры деталей, при которых их следует заменять новыми, наступали при раз-

ных или кратных пробегах. Бандаж колесной пары, корпус моторно-осевого подшипника, коллектор электрической машины должны подходить к своим предельным по износу размерам за равные или кратные пробеги. К этим же пробегам необходимо приурочивать пропитку обмоток электрических машин и другие крупные работы, требующие разборки оборудования. В этом вопросе можно достичь приемлемого урегулирования, если варьировать допусками на износы деталей, их материалом и значением предельных пробегов.

Таким образом, при конструировании новых электрических локомотивов следует учитывать не только удобство изготовления и интересы эксплуатации, но и закладывать в конструкцию возможности применения наиболее совершенных методов ремонта, снижающих трудовые и материальные затраты. Не следует забывать, что эти достоинства конструкции будут давать себя знать на протяжении всего амортизационного срока, т. е. примерно 40 лет, в течение которых электровоз будет десятки раз проходить ремонт с подъемкой кузова и затраты на создание удобств для ремонта должны безусловно окупиться.

Взаимозаменяемость и ремонтные градации узлов и деталей при ремонте электроподвижного состава. В Правилах ремонта электроподвижного состава указано, что ремонт электровозов и электропоездов организуют на основе предварительной заготовки деталей и узлов с применением принципа взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемостью называют способность деталей или узлов одинакового назначения полноценно заменять друг друга в конструктивных соединениях. Взаимозаменяемость наиболее удачно решает проблему поддержания в работоспособном состоянии сложных машин, в том числе и электрических локомотивов, повышает их эксплуатационную надежность. Как показывает практика, предпочтительнее всегда окажется та конструкция, в которой лучше решены вопросы взаимозаменяемости.

При ремонте электроподвижного состава постоянного и переменного тока применение принципа взаимозаменяемости обеспечивает сокращение времени простоя в ремонте, повышение ритмичности производства, более равномерную загрузку оборудования и лучшее использование рабочей силы, улучшение качества.

Чем шире использован принцип взаимозаменяемости, тем большая доля общей трудоемкости ремонта сосредоточена в демонтаже, ремонте и монтаже заранее заготавливаемых машин, узлов и деталей, тем меньше сроки простоя электроподвижного состава в ремонте. Из практики многих электровозных депо следует, что в случае постановки всех снятых машин, узлов и деталей на тот же электровоз сроки простоя электровоза в подъемочном ремонте, как правило, превышают установленную норму. В случае наличия в технологическом запасе полного комплекта колесно-моторных блоков, в разборке, ремонте и сборке которых сосредоточено около 33% общей трудоемкости подъемочного ремонта электровоза, простой в ремонте заметно сокращается.

В электродепо, располагающих не только колесно-моторными блоками, но и комплектом тележек с полным оборудованием, в которых сосредоточено более 60% общей трудоемкости подъемочного ремонта, простой в ремонте составляет 2,5—3,5 суток.

Ремонтными градациями называют заранее установленные и следующие друг за другом с определенными интервалами размеры, под которые обрабатывают детали при ремонтах по мере их износа. Номинальный размер детали служит расчетным и не относится к числу градационных ремонтных размеров.

Необходимость введения градаций в условиях массового ремонтного производства обусловлена применением принципа взаимозаменяемости узлов и деталей и наличием множественности степеней износа. Если при таких обстоятельствах поставить целью обрабатывать изношенные детали со снятием стружки минимальной толщины, то в результате получится примерно столько же вариантов размеров, сколько было обработано деталей. Тогда, чтобы использовать взаимозаменяемость, необходимо иметь такое же большое число вариантов

размеров сопрягаемых деталей. Заранее предусмотреть значение этих размеров нельзя, поэтому возможность предварительной заготовки деталей будет исключена, а уровень технологии снизится до индивидуальной подгонки.

Следовательно, вообще невыгодно устанавливать очень большое число даже заранее определенных размеров на ремонтируемые детали. С другой стороны, невыгодно также установление единственной градации по максимальному или минимальному износу. В первом случае с рабочих поверхностей большинства деталей придется срезать в стружку металл, который мог бы еще работать на износ, а во втором случае подавляющее большинство деталей будет забраковано, потому что их износ больше минимального.

Аналитически число градаций n , например для буксовой шейки колесной пары, можно определить следующим образом. Обозначим номинальный диаметр шейки через $D_{\text{ном}}$, минимальный допускаемый диаметр через $D_{\text{мин}}$, максимальный износ между смежными ремонтами $\delta_{\text{изн}}$, минимально возможную толщину стружки $\delta_{\text{стр}}$. Тогда число градаций

$$n = \frac{D_{\text{ном}} - D_{\text{мин}}}{2(\delta_{\text{изн}} + \delta_{\text{стр}})}.$$

Практика показала, что для основных взаимозаменяемых узлов электроподвижного состава следует ограничить число градаций пятью или шестью.

Ремонтные градации, как правило, устанавливают для сопрягаемых деталей, имеющих заметный износ в период между ремонтами. Чем больше количество подобных однотипных деталей на локомотиве или вагоне, тем обоснованнее будет назначение для них ремонтных градаций. Например, диаметр горловины под моторно-осевые подшипники в остовах тягового двигателя электровозов ВЛ22 и ВЛ23, мм:

Номинальный размер	230
1-й градационный размер	231
2-й » »	232
3-й » »	233

Диаметр шейки оси колесной пары электровоза под буксовые подшипники качения, мм:

Номинальный размер	180 _{-0,08}	
	При выпуске из ремонта: заводского подъемного	
1-й градационный размер	180 _{-0,15}	180 _{-0,25}
2-й » »	179 _{-0,08}	179 _{-0,25}
3-й » »	178 _{-0,08}	178 _{-0,25}
4-й » »	177 _{-0,08}	177 _{-0,25}

Диаметр предподступичной части оси колесной пары электровоза ВЛ60 после шлифовки при выпуске из подъемного ремонта, мм:

1-й градационный размер	210,0
2-й » »	209,0
3-й » »	208,0
4-й » »	207,0

Внутренний диаметр стяжной втулки электровоза ЧС при выпуске из заводского и подъемочного ремонтов, мм:

Номинальный размер	180±0,06
1-й градационный размер	180,0
2-й » »	179,0
3-й » »	178,0
4-й » »	177,0

§ 23. Трение и износ в узлах электроподвижного состава

Роль трения при работе электроподвижного состава. Трение играет важную и разностороннюю роль при работе железнодорожного подвижного состава. С одной стороны для реализации тяги и торможения желательно иметь наибольшие силы трения, а с точки зрения величины сопротивления движению и интенсивности износов силы трения должны быть наименьшими.

Как показывает опыт эксплуатации, одной из основных причин постановки в ремонт и замены деталей при ремонте служит их износ от трения.

Как указывалось выше, к особым условиям работы узлов трения подвижного состава нужно отнести большие динамические усилия, относительно невысокую точность обработки и сборки, обилие абразивных частиц на поверхности трения и в смазке. Многие детали подвижного состава после механической обработки имеют волнистую и шероховатую поверхность, что способствует увеличению местного износа и в сочетании с динамическими воздействиями приводит к нарушению смазочного слоя.

Учитывая огромные масштабы железнодорожного хозяйства, следует считать весьма актуальной проблему уменьшения износа от трения. Изучение законов трения и износа позволяет определить правильные пути продления срока службы трущихся деталей, увеличения межремонтных пробегов подвижного состава и сокращения затрат на ремонт. Современные теории трения утверждают, что поверхностное трение имеет смешанную молекулярно-механическую природу. Большой вклад в развитие науки о трении внесли советские ученые Б. В. Дерягин, И. В. Крагельский, В. С. Щедров, В. Д. Кузнецов, Г. И. Епифанов.

Виды износа трущихся поверхностей. В трудах советских исследователей разработано несколько классификаций видов износа. По Б. И. Костецкому основные виды износа от трения следующие: схватыванием первого рода (молекулярным схватыванием); окислительный износ; тепловой износ (схватыванием второго рода); абразивный и осповидный износ.

Износ схватыванием первого рода имеет место при трении скольжения с малыми скоростями и удельных давлениях, превышающих предел текучести металла на участках фактического контакта при отсутствии смазки и слоя окислов. В этом случае возникают молекулярные связи в местах контактов вследствие пластической деформации поверхностных слоев металла и достаточного для схватывания сближения трущихся поверхностей.

Разрушение поверхностей при схватывании первого рода происходит за счет вырывания стружки с менее прочной поверхности при относительном перемещении трущихся поверхностей.

Окислительный износ возможен как при трении скольжения, так и при трении качения. Образовавшиеся на поверхности трения твердые и хрупкие слои окислов разрушаются и выкрашиваются при взаимном перемещении поверхностей. Большое значение имеет характер давления — переменное давление резко повышает интенсивность окислительного износа.

Серьезную проблему представляет собой защита тонких металлических конструкций подвижного состава (балок, обшивки, трубопроводов, кондуитов) от коррозии, которая с течением времени во влажной и загрязненной атмосфере и без трения вызывает опасные уменьшения сечения конструкций.

Тепловой износ (износ схватыванием второго рода) возникает при трении скольжения с большими скоростями и большими удельными давлениями, вызывающими быстрый рост температуры в поверхностных слоях трущихся металлов. При температуре до 600°C происходит схватывание и отрыв частиц менее прочного металла в местах образовавшихся связей. При температурах, сильно понижающих прочность материалов, разрушение поверхности трения идет за счет отрыва размягченного металла. Когда температура достигает точки плавления металла (для стали $1400\text{—}1500^{\circ}\text{C}$), износ определяется уносом тонких слоев расплавленного металла.

Абразивный износ наблюдается при трении скольжения и определяется наличием абразивных частиц на поверхности трения. Твердые абразивные частицы при взаимном перемещении деталей срезают частицы металла, что и объясняет изнашивание поверхностей.

Осповидный износ наблюдается только при трении качения и при нагрузках, превышающих предел текучести материала. Осповидный износ — результат упрочения и разупрочения металла; он вызывает явления усталости в поверхностных слоях. Толщина слоев, которые захватывает осповидный износ, определяется величиной удельного давления, размерами, формой поверхностей и свойствами металлов.

Кроме изложенной теории износа, разработанной Б. И. Костецким, приведем классификацию причин разрушения поверхностей при трении, определяемую В. А. Кисликом на основе теоретических и экспериментальных исследований и анализа результатов научных работ ряда советских и иностранных авторов. В. А. Кислик указывает, что износ трущихся поверхностей представляет собой:

- результат механических зацеплений неровностей сопряженных поверхностей, разрушающихся при их взаимном перемещении;

- процесс усталостного разрушения шероховатых поверхностей в результате воздействия переменных напряжений, возникающих вследствие взаимодействия трущихся поверхностей или переменных давлений в слое смазки;

- следствие изменения поверхностного слоя металла, вызываемого деформацией и наклепом, а также напряжениями в переходной зоне;

- следствие взаимодействия трущихся поверхностей с окружающей газовой средой и образования хрупких слоев окислов, легко разрушающихся и отделяющихся от металла;

- результат местного (молекулярного) схватывания металлов в местах действительного контакта, разрушающихся при взаимном перемещении поверхностей;

- разрушение, которое наступает при взаимном перемещении металлических поверхностей, сваренных в точках контакта при высоких температурах, развивающихся в процессе трения.

Меры по снижению интенсивности износа. С целью повышения долговечности узлов трения применяют: различные износостойкие и антифрикционные материалы, разнообразные методы чистовой и сверхчистовой механической обработки поверхностей; разные виды термической обработки металлов; упрочение и резкое изменение свойств поверхностных слоев химико-термической обработкой, поверхностной термической обработкой, металлизацией, механическим упрочением, электролитическими покрытиями и наплавкой.

Важную роль в продлении срока службы деталей подвижного состава играет повышение износостойкости поверхностного слоя. Известно, что согласно установленным нормам допусков на износ детали подвижного состава бракуют в результате весьма незначительного истирания по толщине поверхностного слоя. Например, электровоз ВЛ23 необходимо ставить в ремонт вследствие предельного промежуточного износа его деталей при потере с поверхностей трения всего лишь 200 кг металла.

Кроме того, анализ причин выхода из строя деталей подвижного состава говорит о том, что большинство случаев разрушений деталей начинается в местах концентрации напряжений — переходах от одного сечения к другому.

углах, выкружках, отверстиях и т. п. Таким образом, как с точки зрения повышения износоустойчивости, так и прочности деталей упрочение их поверхностного слоя может обеспечить увеличение долговечности и повышение межремонтных пробегов электроподвижного состава.

При ремонте подвижного состава и изготовлении его новых деталей нашли применение следующие методы поверхностного упрочения: газовая цементация; поверхностная закалка токами высокой частоты (т. в. ч.); хромирование; дробеструйный наклеп; накатывание роликами; электроискровое упрочение.

§ 24. Краткие сведения о характере неисправностей оборудования электроподвижного состава и причинах их возникновения

Значение статистических данных о неисправностях ЭПС. Большое значение для совершенствования конструкции подвижного состава и системы его ремонта имеет хорошо поставленная статистика об интенсивности износов и возникновения неисправностей. Накопление статистических данных, особенно за большой период эксплуатации однотипного оборудования, позволяет выявлять причины и закономерности возникновения неисправностей и намечать обоснованные меры для их ликвидации.

На преждевременный выход из строя оборудования электровоза могут оказать влияние различного рода перегрузки, вызываемые отклонением параметров оборудования от номинальных и неправильными методами эксплуатации. Если, например, при расчетах исходят из того, что сила тяги электровоза является суммой равных тяговых усилий всех колесно-моторных блоков, то фактически вследствие нестабильности характеристик есть значительные расхождения токов в параллельных цепях и усилий тяги двигателей. Точно также перегрузку и порчу двигателей может вызвать неправильное управление электровозом в режиме тяги или рекуперативного торможения.

Ниже приведены некоторые данные о повреждениях электровозов и электропоездов за последние годы. Причинами порч электровозов были (в %): неудовлетворительное качество осмотров и деповского ремонта — 52,4; неудовлетворительный уход за электровозами со стороны локомотивных бригад и нарушение правильных режимов ведения поездов — 16,0; неудовлетворительный ремонт на заводах, конструктивные недостатки и т. п. — 31,6. Следует заметить, что некоторые случаи требования резервного локомотива происходили из-за слабой квалификации локомотивных бригад, особенно на пусковых участках, плохого знания ими устройства и схем электровозов, неумения воспользоваться предусмотренным резервированием.

Электровозы постоянного тока. Неисправности таких электровозов распределялись следующим образом: тяговые двигатели — 40 %; электрическая аппаратура — 47 %; механическая часть — 10 %; вспомогательные машины — 3 %.

Наибольшее количество выхода из строя якорей тяговых двигателей объясняется нарушением технологии их изготовления и ремонта. Некоторые повреждения якорей тяговых двигателей были вызваны неправильными режимами управления электровозами — боксованием колесных пар, применением контртока, перегрузкой тяговых двигателей.

Катушки главных и дополнительных полюсов тяговых двигателей выходили из строя по причинам: попадания влаги в остовы через плохие уплотнения коллекторных люков; нарушения технологии и сроков пропиточного ремонта; некачественной изоляции; вибрации катушек на сердечниках полюсов из-за конструктивных недостатков пружинящих и предохранительных устройств; усадки катушек.

Как указывалось выше, отказы и повреждения электрической аппаратуры составили главную долю всех неисправностей электровозов постоянного тока.

Чаще всего выходили из строя групповые переключатели электровозов ЧС по причине нарушения развертки, неполного устранения последствий перебросов дуги, отсутствия контроля изоляции при ремонтах. В значительной мере эти причины могут быть распространены и на переключатели других электровозов. У переключателей наблюдались также пробой изоляции и межвитковые замыкания дугогасительных катушек контакторных элементов из-за слабого крепления полюсов катушек и некачественной изоляции. Отмечались пробой и перекрытия изолированных стоек и валов в результате механических повреждений изоляционных элементов при монтаже и отсутствия контроля за их состоянием в процессе эксплуатации. В цепях управления выходили из строя блокировочные контакты, электромагнитные вентили, отмечены случаи обрыва и замыкания низковольтных проводов.

Среди повреждений пусковых сопротивлений главное место занимали обрывы и пережоги перемычек из-за вибрации и слабого крепления болтов, пробой изоляции и обрывы несущих шпилек, перекрытия и пробой проходных изоляторов, изломы, коробления и короткие замыкания в элементах сопротивления. Одной из причин таких повреждений служит длительная езда на сопротивлениях и их перегрев.

У электропневматических и электромагнитных контакторов наблюдались пробой и перекрытия изолированных стоек и тяг, сгорание силовых контактов и дугогасительных камер, неисправности приводов. Причинами этих отказов были потеря упругости притирающих пружин, отсутствие необходимого разрыва и качественного притирания губок, загрязнение изоляционных поверхностей, повреждение изоляции стоек при сборке контакторов.

Наибольшее количество повреждений аппаратов защиты приходится на высоковольтные предохранители и быстродействующие выключатели. Сгорания высоковольтных предохранителей, смонтированных с нарушением правил, невыполнением сроков ревизии и перезарядки, приводили к разрушениям корпуса и опорных изоляторов.

Неисправности и повреждения узлов механической части электровозов постоянного тока распределились следующим образом (в %): зубчатая передача (в том числе электровозов с рамной подвеской тягового двигателя) — 48,7; буксовые и моторно-осевые подшипники — 25; бандажи колесных пар — 13,8; прочие узлы — 12,5.

Электровозы переменного тока. Распределение неисправностей по видам оборудования электровозов переменного тока (в %): тяговые двигатели — 27; электрические аппараты — 16; выпрямительная установка — 5; трансформаторы, реакторы, анодные делители — 2; вспомогательные машины — 4; механическая часть — 14; прочее оборудование — 32.

У тяговых двигателей электровозов переменного тока наиболее распространенными причинами неисправностей были перебросы по коллектору, разрушение якорных подшипников, повреждение якорей и полюсных катушек.

Главными причинами выхода из строя игнитронов служили зартучивание анодного ввода и потеря вакуума. Как известно, зартучивание анода и обратные зажигания объясняют в основном нарушением установленного температурного режима. Были также отказы игнитронов по причине повреждений рубашки, анодного ввода, зажигателей. Наблюдались случаи слабого крепления соединений в силовых цепях, попадание посторонних металлических предметов между токоведущими частями и последующие замыкания.

Электропоезда. Распределение неисправностей оборудования на электропоездах (в %):

	Постоянного тока	Переменного тока
Механическое оборудование	52,2	34
Тяговые двигатели	27,3	26
Электроаппараты и схемы	12,8	18
Вспомогательные машины	7,3	6,5
Выпрямительная установка	—	1,0
Прочие неисправности	остальное	14,5

Причины неисправности узлов механического и электрического оборудования во многом схожи с причинами неисправностей такого же оборудования электровозов. Из специфической аппаратуры электропоездов переменного тока наибольшее число повреждений падало на выпрямительную установку и главный выключатель ВОВ-25-4.

Основными причинами выхода из строя полупроводниковых вентилялей служили: изменение их характеристики в процессе эксплуатации; пробой запорного слоя. Из-за попадания в выпрямительную установку влажного воздуха имели место выходы из строя шунтирующих сопротивлений.

Воздушный выключатель выходил из строя вследствие недостатков конструкции некоторых его узлов (вала поворотного изолятора, штока поршня) и перекрытий высоким напряжением наклонного изолятора из-за попадания на него влаги и смазки. Горизонтальный изолятор разрушался по причине перегрева, вызываемого слабым контактом в разъединителе из-за изломов пружины.

§ 25. Надежность электроподвижного состава

Определение понятия «надежность». Согласно принятой в Советском Союзе технической терминологии (ГОСТ 13377—67) наиболее обобщающей оценкой достоинства или качества изделий — систем и их элементов, в частности, агрегатов, машин, аппаратов, узлов и деталей является **н а д е ж н о с т ь**. Под надежностью понимают свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки. Надежность изделия обуславливается его безотказностью, ремонтопригодностью, долговечностью, сохраняемостью.

Б е з о т к а з н о с т ь — это свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов. Ремонтопригодность — свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов. **Д о л г о в е ч н о с т ь** — свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Показателем долговечности может служить срок службы. Под **с о х р а н я е м о с т ь ю** понимают свойство изделия сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного в технической документации.

Н а р а б о т к а — продолжительность или объем работы изделия, измеряемые в часах, километрах или в других единицах. **О т к а з** — событие, заключающееся в нарушении работоспособности. **Н е и с п р а в н о с т ь** — состояние изделия, при котором оно не соответствует хотя бы одному из требований технической документации.

Значение надежности электроподвижного состава. Вопросы надежности электроподвижного состава тесно связаны с задачами его эксплуатации и ремонта. Повышение мощности тяговых средств и интенсивности их использования ведет к усложнению силовых агрегатов локомотива и систем управления ими, а по мере усложнения оборудования становится все более актуальной проблема его надежности.

К надежности магистрального локомотива и в особенности электровоза, работающего, как правило, на самых грузонапряженных линиях, предъявляют повышенные требования. В условиях эксплуатации железных дорог неисправность даже одной тяговой единицы вызывает задержку поездов, что приводит к убыткам, во много раз превышающим стоимость устранения самой неисправности. Современные методы эксплуатации электровозов на участках обращения большой протяженности при сменном обслуживании локомотивными бригадами также требуют повышенной надежности оборудования электроподвижного со-

става. На участке обращения электровоз находится в длительном безостановочном движении и, кроме того, надолго удаляется от пунктов осмотра и ремонта, что затрудняет своевременное выявление причин и устранение последствий случайных отказов. Значение надежности вообще очень велико, так как от нее в значительной степени зависит интенсивность использования оборудования, производительность труда, затраты на ремонт и, в конечном счете, себестоимость продукции.

В настоящее время наука о надежности представляет в распоряжение инженера методы, позволяющие делать приближенные расчеты показателей надежности оборудования, в том числе и оборудования электроподвижного состава. Изучение теории надежности позволит правильно организовать ремонт, снабжение запасными частями и материалами, оценить необходимость создания того или иного резерва, определить экономически целесообразный уровень надежности, повысить эффективность использования электроподвижного состава.

Понятие системы и элемента. В теории надежности используют понятия системы и входящих в нее элементов. Системой называют совокупность совместно действующих частей, обеспечивающих выполнение определенных задач. Элементом называют часть системы, не имеющую самостоятельного эксплуатационного назначения. Понятие элемента следует, однако, считать условным. В системе электровоза вспомогательная машина или электрический аппарат можно рассматривать как элементы; в то же время они сами также состоят из нескольких элементов. Таким образом, определение элемента будет зависеть от постановки задачи. Для практического использования элементов их необходимо определенным образом соединить в систему. С точки зрения надежности системы отдельные элементы могут соединяться в ней последовательно или параллельно, что не равнозначно соединениям в электрических цепях. В данном случае соединение характеризуется влиянием отказа одного элемента на надежность системы в целом.

Последовательным называют такое соединение, когда отказ одного элемента приводит к отказу всей системы.

Параллельным называют такое соединение, при котором отказ системы наступает только при отказе всех элементов. В практике параллельное соединение двух конденсаторов следует считать последовательным соединением с точки зрения надежности, так как пробой одного конденсатора выводит из строя весь этот блок.

Электрический локомотив, его силовая схема, цепь управления, узлы механической части состоят из многих элементов, соединенных как бы последовательно. Надежность сложного оборудования, или вероятность того, что вся система будет безотказно работать в течение времени t при условии зависимости надежности всей системы от надежности каждого элемента («последовательное соединение»), уменьшается по мере увеличения числа элементов, входящих в сложную систему. Предположим, что цепи электровоза состоят из n последовательно соединенных элементов или составных частей, имеющих один и тот же средний срок службы. Следовательно, если представить вероятность того, что один элемент цепей будет безотказно действовать в течение времени t как $p(t)$, то вероятность $P(t)$ безотказной работы всех цепей электровоза в течение времени t может быть выражена как $P(t) = [p(t)]^n$.

В случае экономически обоснованной необходимости повышения надежности того или иного узла оборудования прибегают к дублированию (параллельному соединению) входящих в систему элементов. Дублирование отдельных элементов может найти экономическое обоснование в применении к цепям управления электрических локомотивов, отыскание неисправностей в которых представляет значительные трудности и требует много времени. Если элементы А и В в цепях управления соединены параллельно, а вероятность безотказной работы каждого из них в течение времени t соответственно будет $p_A(t)$ и $p_B(t)$, то вероятность того, что по крайней мере один из них будет безотказно работать

в течение этого срока, равна сумме вероятностей трех возможных благоприятных исходов:

ни элемент А, ни элемент В не выйдет из строя;

элемент А выйдет из строя, но элемент В будет работать;

элемент В выйдет из строя, но элемент А будет работать.

Эта вероятность может быть представлена следующим выражением:

$$p_{AB}(t) = p_A(t) p_B(t) + p_B(t) [1 - p_A(t)] + p_A(t) [1 - p_B(t)].$$

Если $p_A(t) = p_B(t) = 0,9$, то надежность комплекта из двух дублирующих друг друга элементов будет составлять $0,9 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,1 + 0,9 \cdot 0,1 = 0,99$. Этот же результат мог бы быть получен определением вероятности одновременного выхода из строя элементов А и В и вычитанием значения этой вероятности из единицы. Вероятность одновременного выхода из строя элементов А и В при условии независимости этих событий друг от друга равна произведению вероятностей выхода из строя каждого из них, или

$$[1 - p_A(t)] [1 - p_B(t)] = (1 - 0,9) \cdot (1 - 0,9) = 0,01,$$

тогда

$$p_{AB}(t) = 1 - [1 - p_A(t)] [1 - p_B(t)] = 1 - 0,01 = 0,99.$$

Системы могут быть простыми, сложными, ремонтируемыми, неремонтируемыми. Простые системы могут находиться только в рабочем или нерабочем состоянии. Сложные системы обладают способностью при отказе отдельных элементов работать с пониженной эффективностью, т. е. находиться в нескольких рабочих состояниях. Ремонтируемые системы после отказа подвергаются ремонту и они после этого продолжают работать. Неремонтируемые системы в случае отказа не ремонтируют по техническим или экономическим соображениям. Электроподвижной состав относят к сложным ремонтируемым системам.

Количественные показатели основных сторон надежности. Количественную оценку надежности дают показатели: безотказности (вероятность безотказной работы, параметр потока отказов, интенсивность отказов, наработка на отказ) и ремонтпригодности (вероятность выполнения ремонта в заданное время, среднее время восстановления).

Вероятность безотказной работы можно представить как вероятность того, что время исправной работы t будет больше заданного времени t_3 . Вероятность безотказной работы $p(t)$ может быть определена статистическим путем по результатам испытания на надежность как отношение числа элементов системы, оставшихся исправными в конце любого промежутка времени t_i к числу элементов N , с которым было начато испытание,

$$p_i^* = \frac{N - n_i}{N},$$

где n_i — число элементов, отказавших за время t_i .

В данном случае и в дальнейшем индекс в виде звездочки показывает, что речь идет о статистическом, т. е. приближенном значении теоретической величины, полученном из опыта. Отказ элемента и безотказная его работа являются событиями противоположными, поэтому $p(t)$ и $q(t)$ связаны соотношением $p(t) + q(t) = 1$ или $q(t) = 1 - p(t)$;

$$q_i^* = 1 - p_i^* = \frac{n_i}{N}.$$

Графики функций $p(t)$ и $q(t)$ показаны на рис. 31.

Параметр потока отказов

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p'(t, t + \Delta t) + p''(t, t + \Delta t)}{\Delta t},$$

где $p'(t, t + \Delta t)$ — вероятность появления одного отказа за время Δt ;
 $p''(t, t + \Delta t)$ — вероятность появления двух и более отказов за время Δt .

Поскольку вероятность одновременного отказа нескольких элементов ничтожно мала, можно принять

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p'(t, t + \Delta t)}{\Delta t}.$$

Практически параметр потока отказов определяют статистическим путем, как отношение числа отказавших в единицу времени элементов Δn_{wi}^* к общему числу испытываемых элементов N при условии, что отказавшие элементы заменены новыми:

$$\omega_i^* = \frac{\Delta n_{wi}^*}{N \Delta t_i}.$$

Полученное по данным статистики эмпирическое распределение можно представить графически в виде так называемой гистограммы, которую строят следующим образом. Над каждым отрезком оси абсцисс, изображающим интервал значений случайной величины, строят прямоугольник, площадь которого пропорциональна частоте или частоте (статистической вероятности) в этом интервале. Обычно все интервалы имеют одинаковую ширину, при этом высоты прямоугольников оказываются пропорциональными частотам или частотам. Из построения гистограммы следует, что ее полная площадь равна единице. После выравнивания гистограммы значений ω_i^* получают кривую $\omega(t)$.

Интенсивность отказов есть число отказов в единицу времени, отнесенное к числу элементов, оставшихся исправными к началу рассматриваемого промежутка времени, при условии, что отказавшие элементы не заменяют;

$$\lambda_i^* = \frac{\Delta n_i}{(N - n_i) \Delta t_i},$$

где Δn_i — число отказов за промежутки времени Δt_i ;

N — число элементов, с которыми начато испытание;

n_i — общее число отказавших элементов к началу рассматриваемого промежутка времени.

После построения гистограммы значений λ_i^* и соединения их плавной кривой получают функцию $\lambda(t)$, называемую интенсивностью отказов.

Поскольку отказы системы слагаются из отказов составляющих ее элементов, характер зависимости интенсивности отказов системы от времени будет примерно тем же, что и для отдельных элементов.

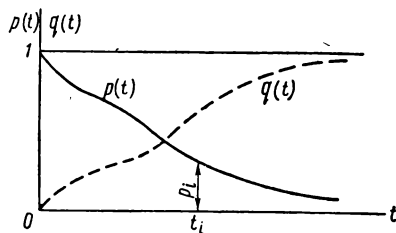


Рис. 31. Графики функций $p(t)$ и $q(t)$

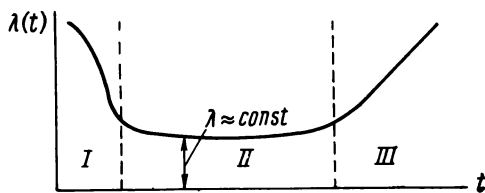


Рис. 32. Зависимость интенсивности отказов от времени

Кривая интенсивности отказов системы (рис. 32) имеет три характерных участка. Участок *I* — период приработки оборудования, когда наблюдается большее число отказов за счет выхода из строя элементов со скрытыми дефектами или недостатков производства. Замена этих элементов полноценными или ремонт стабилизирует работу системы. Для участка *II*, периода нормальной эксплуатации характерны пониженный и примерно постоянный уровень интенсивности отказов. Здесь этот уровень может быть еще более снижен за счет профилактических мер. Повышение интенсивности отказов на участке *III* обусловлено износами и старением элементов оборудования, дальнейшая эксплуатация системы становится нецелесообразной. Практика содержания электроподвижного состава также указывает на подобный характер интенсивности отказов, когда непосредственно после ремонта и в конце межремонтного пробега количество отказов значительно превышает их число в период нормальной эксплуатации.

Наработка на отказ — среднее время работы между двумя соседними отказами

$$T_0^* = \frac{T_{\Sigma}}{n},$$

где T_0^* — статистическое значение наработки на отказ;

T_{Σ} — суммарное время работы устройства за определенный календарный срок;

n — количество отказов устройства за этот срок.

Общее время работы какого-либо устройства за определенный календарный срок равно сумме интервалов рабочего времени между соседними отказами, т. е.

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n t_i,$$

где n — число отказов;

t_i — время исправной работы между $(i-1)^{\text{м}}$ и $i^{\text{м}}$ отказами.

Вероятность выполнения ремонта в заданное время представляет собой вероятность того, что случайное время восстановления τ будет не больше заданного τ_3 , т. е.

$$V(\tau) = P(\tau \leq \tau_3).$$

Среднее время восстановления $T_{\text{в}}$, под которым понимают математическое ожидание времени восстановления, статистически определяемое,

$$T_{\text{в}}^* = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n}.$$

Величина $T_{\text{в}}$ показывает, сколько в среднем затрачивается времени на обнаружение и устранение одного отказа. При определенных условиях технического обслуживания значение $T_{\text{в}}$ характеризует ремонтпригодность системы, т. е. те свойства или особенности ее конструкции, которые обеспечивают легкость обнаружения отказов, доступность для осмотра и удобство замены наиболее уязвимых элементов, их унификацию.

Кроме того, для характеристики надежности используют и другие показатели:

коэффициент технического использования — отношение суммарного времени исправной работы электровоза к общему времени работы и вынужденных простоев, вызванных техническим обслуживанием и ремонтами, за один

и тот же календарный срок. Этот коэффициент показывает, какую долю времени электровоз находится в готовом к действию состоянии;

коэффициент готовности — отношение суммарного времени исправной работы к общему времени исправной работы и времени восстановления, взятых за один и тот же период эксплуатации, или вероятность того, что электровоз будет работоспособен в произвольно выбранный момент времени в промежутках между плановыми профилактическими мероприятиями.

Факторы, оказывающие влияние на уровень надежности. Надежность любой системы, в том числе и электроподвижного состава, закладывается при проектировании, производстве и во многом зависит от способов эксплуатации. Для определения путей повышения надежности ЭПС необходимо знать факторы, влияющие на надежность, и причины возникновения отказов (рис. 33).

Практические расчеты надежности базируются на статистических и экспериментальных данных. Поэтому в локомотивных депо и на ремонтных заводах должен быть хорошо поставлен учет данных об отказах, о необходимом времени их устранения и о недостатках конструкций. Эти данные должны быть использованы на местах и поступать в проектные организации, занимающиеся конструктивной разработкой электроподвижного состава, для устранения выявленных недостатков.

Вероятность нормального функционирования. Надежность электроподвижного состава определяется совокупностью безотказности и ремонтпригодности. Для того чтобы иметь возможность представить надежность одним числом, учитывающим оба указанные выше свойства, вводят понятие вероятности нормального функционирования.

При расчете этого показателя будем исходить из того, что каждый электровоз может за время t выполнить определенный объем работ при любой из следующих ситуаций:

электровоз исправен к началу применения и не откажет за время t ;

электровоз неисправен в начальный момент, но будет восстановлен за время $\tau_0 < t$ и не откажет за оставшееся время $t - \tau_0$, достаточное для выполнения заданной работы.

Принципиально возможны и другие случаи, когда электровоз восстанавливается и выполняет работу после первого и последующих отказов, однако вероятности подобных положений практически весьма малы. Тогда вероятность нормального функционирования при условии пренебрежения случайными

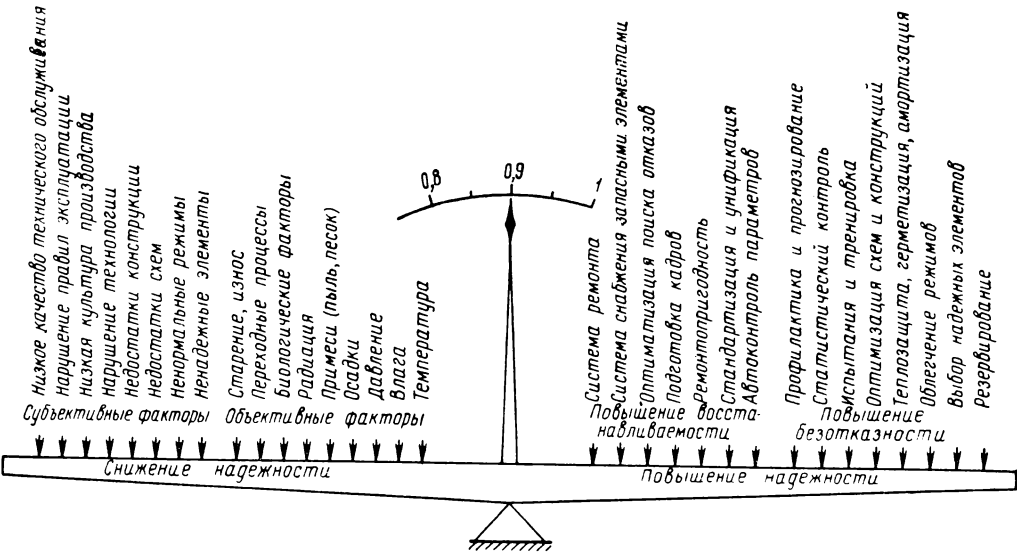


Рис. 33. Факторы, влияющие на надежность

событиями малых вероятностей определится выражением полной вероятности сложного события:

$$P_{\text{нф}}(t) \approx P_0 P(t) + (1 - P_0) V(\tau) P(t - \tau),$$

- где P_0 — вероятность исправного состояния электровоза в начальный момент времени, численно равная коэффициенту готовности;
 $P(t)$ — вероятность безотказной работы на заданное время t ;
 $1 - P_0$ — вероятность того, что электровоз будет неисправен к моменту начала работы;
 $V(\tau)$ — вероятность выполнения ремонта в заданное время $\tau < t$;
 $P(t - \tau)$ — вероятность безотказной работы за оставшееся время $t - \tau$.

Пример расчета надежности. Для определения в качестве примера количественной оценки надежности существующего подвижного состава используем установленные приказом № 46 Ц пробеги между ремонтами. За среднее время безотказной работы T_0 примем время работы между ремонтами с наименьшим объемом работ, т. е. малыми периодическими ремонтами.

Для электровозов в настоящее время установлена норма 20 000 км. Как будет указано ниже, начальникам отделений дороги предоставлено право увеличения пробега между ремонтами на 20%, т. е. для МПР до 24 000 км. Учитывая планово-предупредительный принцип изъятия подвижного состава из эксплуатации для ремонта, следует обеспечить время безотказной работы оборудования из расчета выполнения увеличенного пробега между МПР и некоторого резерва, например, 1 000 км, или всего 25 000 км.

При определении времени безотказной работы следует вести дифференцированную оценку времени работы в зависимости от доли участия оборудования в работе и от интенсивности нагрузки главных агрегатов электровоза. В применении к электровозу можно было бы включать в T_0 все то время, когда электровоз находится под напряжением. Даже если электровоз неподвижен и не включены вспомогательные машины, все же могут иметь место отказы в виде пробоя опорных изоляторов пантографа, перекрытия рукава или изолятора, пробоя участка кабеля до БВ (ГВ).

При включении вспомогательных машин вероятность выхода из строя повышается вследствие увеличения числа работающих элементов системы. При маневровых передвижениях и езде резервом происходит дальнейшее увеличение вероятности отказа за счет подключения агрегатов силовой цепи и аппаратов управления тягой. И наконец, вероятность появления отказа в нормальных условиях эксплуатации будет увеличиваться при разгоне или ведении поезда нормального веса на расчетном подъеме участка.

С учетом изложенного в качестве требуемого среднего времени безотказной работы электровоза правильнее принимать время его нахождения на участке с поездами. Среднее время безотказной работы оборудования T_0 , необходимое для расчета надежности, может быть получено при известной скорости движения поездов. Положим, что на рассматриваемом участке обращения электровозов средняя техническая скорость $v_T = 50$ км/ч, а коэффициент участковой скорости $\beta_{\text{уч}} = 0,9$. Тогда участковая скорость

$$v_{\text{уч}} = \beta_{\text{уч}} v_T = 0,9 \cdot 50 = 45 \text{ км/ч},$$

а время работы электровоза на участках при следовании с поездами

$$T_{\text{уч}} = \frac{25\,000}{45} = 556 \approx 560 \text{ ч}.$$

Принимаем $T_0 = T_{\text{уч}} = 560$ ч.

Исследования и опыт показывают, что вероятность безотказной работы $P(t)$ описывается экспоненциальной зависимостью $P(t) = e^{-\frac{t}{T_0}}$. В нашем случае

$$P(t) = e^{-\frac{t}{560}} = e^{-0,001786 t}.$$

Следует иметь в виду, что при статистическом определении T_0^* эта величина сама является случайной и требует дополнительных вычислений для определения пределов варьирования. Также необходимо помнить, что календарный срок очередного ремонта при одинаковом количестве часов T_0 зависит от среднесуточного пробега электровоза. Далее рассчитаем вероятность выполнения ремонта электровоза в заданное время $V(\tau)$. При ремонте электроподвижного состава эта зависимость выражается экспонентой

$$V(\tau) = 1 - e^{-\frac{\tau}{T_B}}.$$

Среднее время восстановления $T_{\text{в}}^*$ принимаем по статистическим данным равным 10 ч (с учетом ожидания ремонта). В этом случае вероятность выполнения ремонта

$$V(\tau) = 1 - e^{-\frac{\tau}{10}} = 1 - e^{-0,1\tau}.$$

Вероятность исправного состояния системы P_0 характеризует коэффициент готовности

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_{\text{в}}}.$$

В нашем примере

$$K_r = \frac{560}{560 + 10} = 0,9824.$$

Вероятность неисправного состояния системы к этому же моменту

$$Q_0 = 1 - P_0 = 1 - 0,9824 = 0,0176.$$

Рассчитаем вероятность нормального функционирования электровоза с учетом начального состояния и вероятности восстановления неисправностей

$$P_{\text{нф}}(t) = P_0 P(t) + (1 - P_0) V(\tau) P(t - \tau)$$

для различных периодов t . Время восстановления τ примем равным среднему времени восстановления $T_{\text{в}}^*$. Необходимые величины определим из графиков $P(t)$ и $V(\tau)$, рассчитанных по формулам, приведенным на стр. 94.

а) Время выполнения пробега между МПР при норме $L_{\text{мпр}} = 20\,000 \text{ км}$, $t = 445 \text{ ч}$.

Тогда

$$P(t - \tau) = \frac{P(t)}{K_r} = \frac{0,45}{0,98} = 0,454;$$

$$P_{\text{нф}} = 0,9824 \cdot 0,45 + 0,0176 \cdot 0,632 \cdot 0,454 = 0,447.$$

б) Время выполнения предельного допустимого пробега между МПР ($L_{\text{мпр}} = 24\,000 \text{ км}$) $t = 533 \text{ ч}$

$$P(t - \tau) = \frac{0,388}{0,98} = 0,396;$$

$$P_{\text{нф}} = 0,9824 \cdot 0,388 + 0,0176 \cdot 0,632 \cdot 0,396 = 0,386.$$

в) Время пробега между профилактическими осмотрами ($L_{\text{проф}} = 10\,000 \text{ км}$) $t = 222 \text{ ч}$.

$$P(t - \tau) = \frac{0,672}{0,98} = 0,686;$$

$$P_{\text{нф}} = 0,9824 \cdot 0,672 + 0,0176 \cdot 0,632 \cdot 0,686 = 0,668.$$

г) Время пробега между техническими осмотрами (одни сутки)

$$P(t - \tau) = \frac{0,958}{0,98} = 0,98;$$

$$P_{\text{нф}} = 0,9824 \cdot 0,958 + 0,0176 \cdot 0,632 \cdot 0,98 = 0,955.$$

д) Время пробега между техническими осмотрами (двое суток)

$$P(t - \tau) = \frac{0,918}{0,98} = 0,929; \quad P_{\text{нф}} = 0,9824 \cdot 0,918 + 0,0176 \cdot 0,632 \cdot 0,929 = 0,904.$$

Из полученных данных (пункты а, б и в) видно, что без профилактических мероприятий за время выполнения установленных норм пробега вероятность безотказной работы электровоза оказывается недопустимо низкой. Из этого вытекает необходимость технического обслуживания электроподвижного состава в период между очередными ремонтами. При технических и профилактических осмотрах происходит восстановление надежности. Однако по мере увеличения времени работы возрастает износ деталей и узлов электроподвижного состава, который не может быть восстановлен при технических осмотрах, и в целом вероятность безотказной работы постепенно снижается.

Пути повышения надежности. Меры, обеспечивающие повышение надежности оборудования, следует проводить на следующих трех стадиях: при проектировании; в процессе производства; в эксплуатации.

При проектировании более высокую надежность закладывают за счет: упрощения сложных узлов и схем; резервирования наиболее ответственных элементов; обоснованного расширения допусков; поиска более легких режимов для ответственных элементов; использования в конструкции высококачественных материалов; унификации элементов с целью облегчения их замены в эксплуатации; использования анализа надежности подобных действующих систем; учета психофизических возможностей человека в ситуации управления данной системой; придания конструкции свойств, способствующих удобству ремонта.

В процессе производства надежность повышают за счет: совершенствования технологии производства; строгого выполнения проектных допусков и принятых стандартов на параметры конструктивных элементов; автоматизации производства с целью исключения субъективных ошибок человека; обеспечения надлежащего пооперационного контроля качества продукции; приближения режимов испытаний к действительным условиям эксплуатации — воссоздание подлинных динамических условий для электрических машин и узлов механической части, высоких и переменных температур для изоляционных элементов и сопротивлений, аварийных и переходных процессов в силовых цепях.

В эксплуатации надежность повышают следующими мерами: обеспечением работы электроподвижного состава, как правило, в пределах утвержденных межремонтных пробегов и своевременным осмотром и ремонтом; поддержанием высокого уровня оснащения пунктов технического осмотра, обеспечением их квалифицированными работниками, своевременным снабжением материалами, запасными частями, инструментом, контрольными приборами; усилением контроля за качеством ремонта в депо; проведением регулярной обработки данных об неисправностях, повреждениях, преждевременных износах оборудования подвижного состава, принятием соответствующих решений на месте, постоянной информацией об этом заводов-изготовителей и ремонтных заводов; своевременной подготовкой подвижного состава к работе в неблагоприятных условиях — при пониженной и повышенной температуре, метелях, снегопадах, повышенной влажности; учетом ненормальных режимов в системе энергоснабжения — недопустимого снижения уровня напряжения, коротких замыканий и т. п.; организацией систематической учебы для повышения квалификации локомотивных бригад и ремонтного персонала, обучением их правильным режимам вождения поездов, исключая боксование колес и перегрузки, быстрой ориентировке в применении резервирования в случае аварийных режимов, умению правильно пользоваться рекуперативным торможением, быстро находить и устранять причины отказов; проведением строгого контроля за состоянием закрытых узлов при ремонтах с разборкой, таких как якорные подшипники, пневматические приводы, обмотки трансформаторов, силовые выводы и т. п.; снабжением локомотивных бригад и ремонтного персонала инструкциями по быстрейшему отысканию и устранению типичных отказов оборудования подвижного состава.

§ 26. Организационно-технологические формы ремонтного производства в локомотивном хозяйстве

Особенности ремонтного производства. Основные определения. Вначале рассмотрим отличие производства новой продукции от ремонтного производства. Объектами труда в производстве новой продукции являются первичные материалы или полуфабрикаты, которые в нормальных условиях поступают на ра-

бочие места в одинаковом состоянии, что позволяет иметь одинаковые технологию, оборудование, равную трудоемкость операций.

В ремонтном производстве имеют дело с объектами труда, которые могут находиться в различных состояниях по степени износа или по наличию повреждений, что требует индивидуального подхода к ремонтируемому предмету, т. е. применения различного оборудования, инструмента, разной технологии.

В ремонтном производстве различают систему, организацию и технологию ремонта¹.

Под **системой ремонта** понимают совокупность тех положений и мероприятий, которые определяют порядок поддержания подвижного состава в исправном состоянии. К ним относят: принцип изъятия оборудования из эксплуатации для ремонта; виды ремонта; структуру ремонтного цикла; периодичность ремонта.

Существуют два принципа, которыми руководствуются при постановке подвижного состава в ремонт: планово-предупредительный принцип; принцип ремонта по потребности.

В соответствии с этими принципами в настоящее время находят применение следующие системы ремонта: система планово-предупредительного ремонта; система ремонта по потребности.

В первом случае подвижной состав поступает в ремонт по плану, после определенного числа рабочих циклов или заранее установленного промежутка времени, несмотря на то, что его оборудование могло бы еще выполнять свои функции. При этом в порядке профилактики устраняют и предупреждают причины, могущие повести к недопустимому снижению производительности и нарушению безопасности эксплуатации.

Во втором случае подвижной состав или другое оборудование поступает в ремонт по потребности, в результате потери работоспособности. И та и другая системы имеют своей целью поддержание работоспособности оборудования подвижного состава и его надежности на определенном уровне, но для железнодорожного локомотива это имеет особое значение, так как неисправность локомотива может вызвать нарушение процесса перевозок на большом участке железной дороги. Поэтому на железнодорожном транспорте система планово-предупредительного ремонта подвижного состава может быть безусловно оправдана. Эту систему применяют также в содержании промышленного оборудования, автомобильного парка и т. п.

Систему ремонта по потребности применяют для некоторых видов производственного оборудования, для отдельных электронных устройств, когда, например, работоспособность устройства восстанавливается заменой вышедшей из строя лампы, и для оборудования, находящегося в личном пользовании граждан.

Как сказано выше, потребность в ремонте возникает в результате закономерных износов оборудования электроподвижного состава, случайных отказов, старения электроизоляционных материалов. Очевидно, что система ремонта должна быть построена так, чтобы была возможность своевременно устранять износ оборудования, всеми доступными средствами контроля снижать до минимума вероятность случайных отказов.

Построение системы ремонта следует базировать на научном анализе итогов эксплуатации, изучении интенсивности снашивания и закономерностей случайных отказов оборудования. В системе ремонта могут происходить изменения, вызванные сменой типов подвижного состава, внедрением более совершенных материалов, изменением способов эксплуатации.

На протяжении сорокалетней истории электрической тяги на железных дорогах СССР виды ремонта электроподвижного состава неоднократно изменялись. Однако почти на всех этапах в планово-предупредительную систе-

¹ Ремонт здесь понимают в широком смысле, как комплекс мероприятий по содержанию подвижного состава.

му входили следующие основные профилактические и восстановительные мероприятия:

профилактические осмотры, имеющие своей целью: обеспечение безопасности движения путем устранения видимых дефектов, смазку трущихся частей, регулировку тормозной системы, крепление ослабших деталей, осмотр тяговых электрических машин и аппаратов, поддержание в чистоте их изолирующих частей и контактных поверхностей;

ремонт без выкатки тележек с частичной разборкой оборудования на месте с целью ревизии тех узлов, исправность которых не может быть установлена наружным осмотром, а также для поддержания в пределах норм зазоров в узлах трения;

различные виды ремонта с подъемкой кузова, выкаткой тележек, разборкой всего оборудования, заменой изношенных деталей новыми или восстановленными, пропиткой обмоток электрических машин и восстановлением изолирующих элементов, приведением в надлежащее состояние кузова и несъемного оборудования.

Приказом № 46Ц, определяющим виды и периодичность ремонта, установлены технический и профилактический осмотры.

Этим же приказом установлены также деповской и заводской ремонты. К деповским видам ремонта относят (в порядке возрастания объема ремонта): малый периодический ремонт; большой периодический ремонт; подъемочный ремонт.

Основное назначение деповского ремонта — поддержание электроподвижного состава в технически исправном состоянии, обеспечивающем его бесперебойную работу между более крупными (заводскими) ремонтами, которые считают основой системы оздоровительных мероприятий для подвижного состава.

Малый периодический ремонт электровозов и электропоездов выполняют в основном депо. Этот ремонт назначают для осмотра и ревизии основных узлов, в первую очередь зубчатых передач, буксовых узлов и щеточного аппарата электрических машин.

Большой периодический ремонт электровозов и электропоездов с обточкой бандажей колесных пар без выкатки (при необходимости) выполняют в основном депо. При большом периодическом ремонте проводят также ревизию опор, фрикционных аппаратов автосцепки, сочленения тележек, промывку аккумуляторной батареи, прожировку кожаных манжет пневматических приводов электрических аппаратов, регулировку защитной аппаратуры и другие работы.

Подъемочный ремонт электровозов и электропоездов выполняют в специальных цехах подъемочного ремонта основных депо. Главное назначение подъемочного ремонта — ревизия подшипниковых узлов тяговых двигателей и вспомогательных машин, пропитка или покрытие их обмоток электроизоляционными лаками, обточка и продорожка коллекторов, обточка и освидетельствование колесных пар, ремонт электрического, механического и пневматического оборудования с разборкой.

К заводским видам ремонта относят: ремонт 1-го

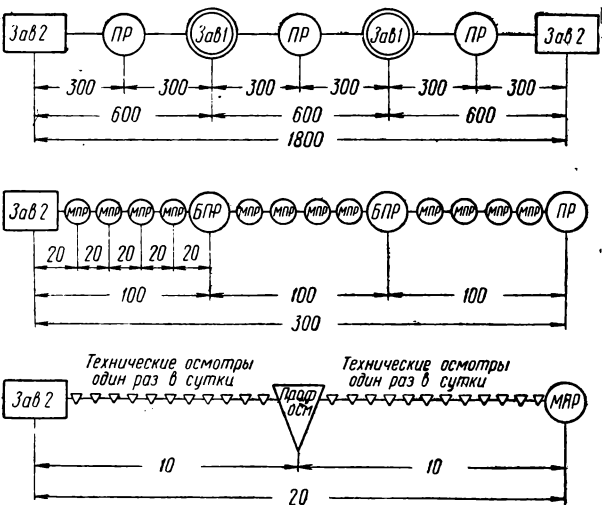


Рис. 34. Схема ремонтного цикла для поездных электровозов (пробеги указаны в тыс. км)

объема; ремонт 2-го объема.

Структура ремонтного цикла устанавливает порядок чередования различных видов ремонта в период между наиболее крупными (заводскими 2-го объема). Существо понятия ремонтного цикла лучше всего уяснить из графического изображения его структуры. На рис. 34 и 35 представлены ремонтные циклы, введенные приказом министра путей сообщения № 46Ц от 7 октября 1961 г. для поездных электровозов и электропоездов.

При определении структуры ремонтного цикла исходят из существующих методов эксплуатации локомотивов, длины тяговых плеч или участков обращения.

Периодичность ремонта, т. е. пробеги или интервалы времени между одноименными ремонтами, определяют исходя из технических и экономических соображений. Для учета экономических факторов при определении периодичности ремонта можно провести следующие рассуждения и расчеты. При малых промежутках времени или незначительных пробегах между ремонтами общие расходы, складывающиеся из затрат на плановые и случайные ремонты¹, возрастают за счет большого числа ремонтов. При больших пробегах затраты увеличиваются за счет значительного объема ремонта, больших расходов на случайные ремонты и убытков, причиненных неисправностями подвижного состава на линии.

Для аналитического решения задачи отыскания наивыгоднейшей периодичности или оптимальных пробегов между ремонтами необходимо знать характер зависимости затрат на плановые ремонты C_1 и затрат на случайные ремонты и покрытие убытков C_2 от пробегов между ремонтами L или промежутков времени между ними, т. е. $C_1(L)$ и $C_2(L)$ (рис. 36). Положим,

$$C_1 = \frac{K_1}{L} \quad \text{и} \quad C_2 = K_2 L^2,$$

где K_1 и K_2 — коэффициенты пропорциональности.

Тогда суммарные расходы

$$C = \frac{K_1}{L} + K_2 L^2.$$

Для определения минимума этой функции найдем сначала значение L , при котором первая производная C' обращается в нуль, а затем знак второй производной C'' при найденном значении L . При $C'' > 0$ функция $C(L)$ будет иметь минимум. Итак,

$$C' = -\frac{K_1}{L^2} + 2K_2 L = 0.$$

Отсюда

$$L = \sqrt[3]{\frac{K_1}{2K_2}}; \quad C'' = \frac{2K_1}{L^3} + 2K_2.$$

¹ Для отдельных депо расходы на случайные ремонты составляют примерно 1,5 ÷ 2,0% от затрат на плановые виды ремонта.

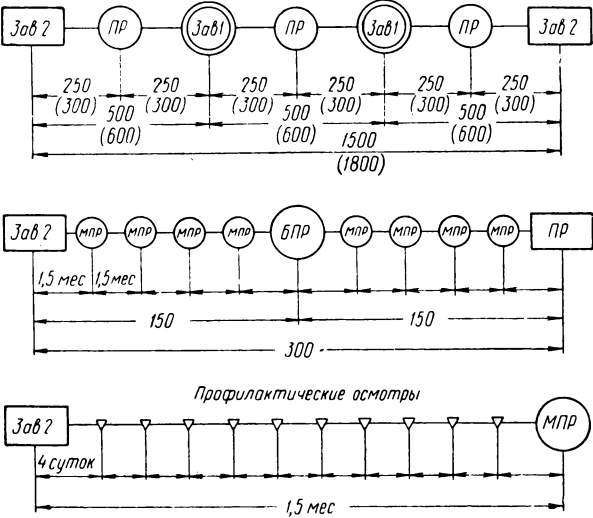


Рис. 35. Схема ремонтного цикла для электропоездов (пробеги указаны в тыс. км; в скобках даны пробеги, существующие в настоящее время)

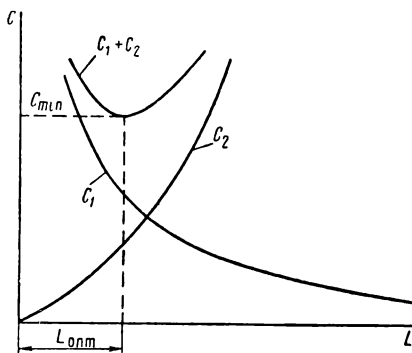


Рис. 36. К аналитическому методу определения наивыгоднейших межремонтных пробегов

При

$$L = \sqrt[3]{\frac{K_1}{2K_2}} \text{ значение } C'' = 6K_2,$$

где K_2 — положительное число.

Таким образом, вторая производная имеет положительный знак, функция $C(L)$ — минимум, а $L = \sqrt[3]{\frac{K_1}{2K_2}}$ является наивыгоднейшим пробегом между ремонтами. Подставив $L = \sqrt[3]{\frac{K_1}{2K_2}}$ в выражение для суммарных расходов C , получим для минимальных суммарных затрат:

$$C_{\min} = K_1 \sqrt[3]{\frac{2K_2}{K_1}} + K_2 \sqrt[3]{\left(\frac{K_1}{2K_2}\right)^2}.$$

Имея большой статистический материал по расходам на ремонт и покрытие затрат от убытков, вызванных порчами электровозов на линии, и не допуская включения в ремонтные расходы других производственных затрат, можно воспользоваться указанным методом для более точного расчета межремонтных пробегов электроподвижного состава. Величины межремонтных пробегов в тыс. км, установленные приказом МПС 46Ц, с последующими изменениями для электропоездов приведены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование ремонта	Пробег электровозов, тыс. км	Пробег электропоездов, тыс. км
Малый периодический ремонт	20	45 суток
Большой периодический ремонт	100	150
Подъемочный ремонт	300	300
Заводской ремонт 1-го объема	600	600
Заводской ремонт 2-го объема	1 800	1 800

Для отдельных дорог в зависимости от состояния парка подвижного состава и условий работы (профиль пути, степень использования мощности локомотива и др.) Министерство путей сообщения устанавливает дифференцированные нормы пробега между ремонтами для электровозов, занятых в различных видах движения, а также для электропоездов.

Министерство путей сообщения разрешило начальникам отделений дорог изменять величину пробегов между деповскими видами ремонта и профилактическими осмотрами в пределах 20% от установленных норм. Данные об интервалах времени или пробегах между ремонтами, нормах простоя в них, ориентировочные сведения о трудоемкости ремонтов представлены в табл. 7 и 8 (соответственно для электровозов постоянного и переменного тока) и в табл. 9 и 10 (соответственно для электропоездов постоянного и переменного тока).

Стоимость заводских ремонтов электроподвижного состава определяется по прейскурантам оптовых цен, утвержденным Министерством путей сообщения. Так, например, по прейскуранту № 26-01-16 стоимость заводского ремонта I объема (без стоимости ремонта электрических машин) электровозов ВЛ19, ВЛ22 и ВЛ22^м, ВЛ23, ЧС1, ЧС3, ВЛ60 соответственно составляет 15 000, 12 400, 14 880, 17 100, 18 380 и 27 900 руб. Стоимость заводского ремонта II объема (без электрических машин) электровозов ВЛ19, ВЛ22 и ВЛ22^м, ВЛ8 составляет соответственно 24 500, 19 600 и 48 200 руб. Стоимость заводского ремонта I объема (без электрических машин) одной секции электропоездов Сд, Ср, С_з составит

Таблица 7

Вид осмотра или ремонта	Интервал времени или норма пробега	Норма простоя	Серия электровоза	Ориентировочная трудоемкость, чел-ч
Технический осмотр	Один раз в сутки	1 ч	ЧС1, ЧС3	5
Профилактический осмотр	10 тыс. км	4—6 ч	ЧС2	8
			ВЛ23	6
			ВЛ8	9
			ВЛ22 ^м	50
			ВЛ23	57
Малый периодический ремонт	20 тыс. км	11 ч	ВЛ8	73
			ЧС1, ЧС3	65
			ЧС2	79
			ВЛ22 ^м	160
			ВЛ23	170
Большой периодический ремонт	100 тыс. км	1,7 суток	ВЛ8	239
			ЧС2	235
			ЧС1, ЧС3	205
			ВЛ22 ^м	320
			ВЛ23	285
Подъемочный ремонт	300 тыс. км	2,5 суток (по типовому графику СПУ)	ВЛ8	380
			ЧС2	515
			ЧС1, ЧС3	415
			ВЛ22 ^м	1 975
			ВЛ23	1 850
Заводской ремонт 1-го объема	600 тыс. км	17 суток	ВЛ8	3 060
			ЧС2	3 030
			ЧС1, ЧС3	2 390
Заводской ремонт 2-го объема	1 800 тыс. км	23 суток	ЧС1, ЧС3	11 800
			ЧС2	18 500
			ВЛ23	6 000
			ВЛ8	8 350
			ВЛ22	12 600
			ВЛ8	33 612

Таблица 8

Вид осмотра или ремонта	Интервал времени или норма пробега	Норма простоя	Серия электровоза	Ориентировочная трудоемкость, чел-ч
Технический осмотр	Один раз в сутки	1 ч	ВЛ60	9,3
Профилактический осмотр	10 тыс. км	4—6 ч	ВЛ60	136
Малый периодический ремонт	20 тыс. км	11 ч	ВЛ80	183
			ВЛ60	265
Большой периодический ремонт	100 тыс. км	1,7 суток	ВЛ80	355
			ВЛ60	775
Подъемочный ремонт	300 тыс. км	3,5 суток	ВЛ80	1 070
			ВЛ60	3 060
Заводской ремонт 1-го объема	600 тыс. км	17 суток	ВЛ80	4 175
Заводской ремонт 2-го объема	1 800 тыс. км	23 суток	ВЛ60	14 797
			—	—

Таблица 9

Вид осмотра или ремонта	Интервал времени или норма пробега	Норма простоя	Серия электропоезда	Ориентировочная трудоемкость, чел-ч
Технический осмотр	Один раз в сутки	1 ч	—	—
Профилактический осмотр	4 суток	2 ч	ЭР1	11
Малый периодический ремонт	1,5 месяца	9 ч	ЭР1	85
Большой периодический ремонт	150 тыс. км	36 ч	ЭР1	355
Подъемочный ремонт	300 тыс. км	9 суток	ЭР1	1 595
Заводской ремонт 1-го объема	600 тыс. км	14 суток	ЭР1	6 200
Заводской ремонт 2-го объема	1 800 тыс. км	20 суток	ЭР1	—

Таблица 10

Вид осмотра или ремонта	Интервал времени или норма пробега	Норма простоя	Серия электропоезда	Ориенти- ровочная тру- доемкость, чел-ч
Технический осмотр	Один раз в сутки	1 ч	ЭР9	—
Профилактический осмотр	4 суток	2 ч	ЭР9	30
Малый периодический ремонт	45 суток	9 ч	ЭР9	150
Большой периодический ре- монт	150 тыс. км	36 ч	ЭР9	500
Подъемочный ремонт	300 тыс. км	9 суток	ЭР9	3 000
Заводской ремонт 1-го объема	600 тыс. км	—	—	—
Заводской ремонт 2-го объема	1 800 тыс. км	—	—	—

12 240 руб. (из них моторный вагон 5 450 руб., прицепной вагон 3 395 руб.); то же для электропоездов ЭР1 и ЭР2 — 12 000 руб. (из них моторный вагон 6 700 руб., головной или прицепной вагон 5 300 руб.). Стоимость заводского ре-монта II объема (без электрических машин) одной секции СР, Сд, С_з равна 20 290 руб. (из них моторный вагон 10 200 руб., прицепной вагон 5 045 руб.).

Прейскурантом № 26-01-16 установлены также оптовые цены на завод-ской ремонт электрических машин электроподвижного состава. Так например, стоимость ремонта в вагонах электрических машин составляет:

Тип машины	Ремонт I объема	Ремонт II объема	Тип машины	Ремонт I объема	Ремонт II объема
ДПЭ-400, НБ-411 . . .	704	2 780	ДК-403	169	406
НБ-406	895	4 197	НБ-430	227	754
АЛ4846ZТ, АЛ4846еТ	1 578	5 845	А2934/4	427	886
ЗАЛ4846еТ	1 556	6 183	2А3432/4	542	1 132
НБ-431	192	540	АП-81-4	257	277
ДК-404, НБ-404 . . .	152	370	ДК-405	59	237
А2629/2×2	214	886	ЗА-1731/4	222	465
А3432/4	572	1 132	НБ-453, НБ-455 . . .	351	603
АС-81-6	148	345	ДК-106, УРТ-110 . .	325	1 589
П-11	34	84	ДК-604, ДК-605 . . .	197	521
НБ-429	569	1 686	ДК-406, ЭК-15 . . .	73	220
ДК-401	557	1 521	ДК-409	64	215

Организация ремонта. В понятие организации ремонта входит следующее: организация и планирование производства в депо и на заводах; структура, специализация и кооперирование ремонтных предприятий; организация ра-бочей силы; концентрация различных видов ремонта в отдельных предприя-тиях; метод ремонта; система контроля за качеством ремонта. Каждый из этих вопросов описан в соответствующих главах учебника.

Технология ремонта. В общем понимании технология представляет собой сочетание способов и средств, применяемых для выполнения какой-либо про-изводственной задачи, в том числе и задачи ремонта. В переносном смысле тех-нологией называют описание этих способов и средств в виде инструкций,

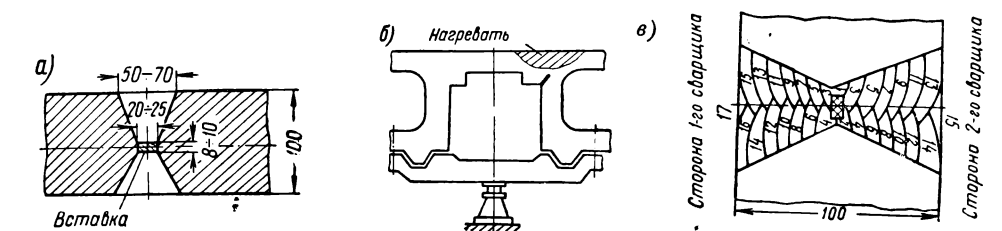


Рис. 37. К определению понятия «технологическая операция»: а—разделка трещин и установка вставки; б—нагрев места заварки; в—порядок наложения сварочных швов

графиков, чертежей, карт. Основной документ, устанавливающий технологию, — технологическая карта, в которой указывают последовательность операций, профессию и разряд рабочего, скоростные и силовые режимы, необходимое оборудование, инструмент, приспособления, контрольно-измерительные средства, нормы времени и допуски. Процесс, непосредственно связанный с изменением состояния предмета производства, называют технологическим процессом.

Технологической операцией называют часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте и предполагающую получение вполне определенного эффекта в качественном изменении объекта труда.

Рассмотрим, например, технологические операции восстановления рамы тележки, имеющей трещину. Первая операция предусматривает разделку трещины в раме тележки пневматическим зубилом (на рис. 37 не показана), вторая — установку вставки (рис. 37, а), третья — нагрев поврежденного и разделанного участка рамы газовой горелкой (рис. 37, б), четвертая — заварку трещины качественными электродами (рис. 37, в). Рис. 38 иллюстрирует одну из операций по сборке сочленения тележек электровоза ВЛ8.

С внедрением нового оборудования технология ремонта претерпевает существенные изменения. Использование, например, станков для обточки бандажей колесных пар без их выкатки при деповском ремонте коренным образом меняет многие стороны технологического процесса. Итак, в производственном процессе технология отвечает на вопросы: «как, чем, в какой последовательности». Объем и порядок организации работ, выполняемых при всех видах ремонта электровозов и электропоездов, технические требования, которым должны удовлетворять все их узлы и детали при выпуске из ремонта и нормы допусков и износа определяются правилами ремонта электровозов, ремонта электропоездов и ремонта электрических машин электроподвижного состава.

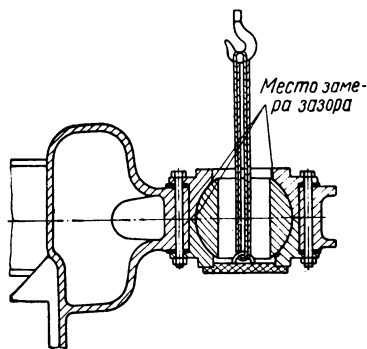


Рис. 38. Установка нижней половины гнезда сочленения с шаром

§ 27. Агрегатный метод ремонта электроподвижного состава

Агрегатный метод. Метод ремонта может быть индивидуальным или агрегатным. Индивидуальный метод, когда оборудование, снятое, например, с электровоза, после ремонта устанавливают на этот же электровоз, может быть оправдан при большой норме простоя в ремонте. При определенном увеличении программы ремонта и сокращении сроков простоя более выгодным становится *агрегатный метод*. При таком методе основные компоненты электрического и механического оборудования электровоза направляют для восстановления в соответствующие цехи, а на их место устанавливают взятые из оборотного фонда заранее отремонтированные или новые подобные же комплекты оборудования.

Необходимо отметить, что применение агрегатного метода возможно лишь при условии взаимозаменяемости указанных элементов конструкции электровоза. Взаимозаменяемость предусматривает определенные допуски на расхождение характеристик и геометрических размеров сменяемого оборудования.

Агрегатом в ремонтном производстве называют комплектную часть ремонтируемого объекта, которую для уменьшения общей продолжительности его простоя в ремонте экономически целесообразно иметь заранее восстановленной, испытанной и подготовленной для замены. Агрегатами при ремонте

электроподвижного состава будут: рамы тележек, колесные пары, тяговые двигатели, колесно-моторные блоки, вспомогательные машины, аппараты, буксовые узлы, комплекты тормозной системы и т. п. Как видно из § 22, чем крупнее агрегаты, тем большее сокращение простоя можно получить от применения агрегатного метода ремонта.

Оборотным фондом агрегатов называют общий размер их запаса, необходимый для заданной программы ремонта и утвержденной нормы простоя в ремонте.оборотный фонд агрегатов создают за счет: приобретения новых агрегатов; комплектования агрегатов из отремонтированных или новых частей.

Технологическим запасом агрегатов называют неснижаемую часть оборотного фонда, определяемую требованиями технологического процесса и программой ремонта.

Методика определения оборотного фонда агрегатов. Настоящая методика разработана ЦНИИ МПС. При переходе ремонтного предприятия на агрегатный метод для определения размера оборотного фонда агрегатов необходимо иметь следующие исходные данные: годовую программу ремонта; установленную норму простоя в ремонте; график технологического процесса; периоды времени от окончания демонтажа до начала монтажа по каждому агрегату в отдельности; продолжительность ремонта агрегатов с учетом времени на транспортировку и межоперационное ожидание.

Необходимо также иметь статистические данные о количестве агрегатов всех видов, которые будут направлены за отчетный период для ремонта вне данного предприятия, а также о среднем количестве агрегатов, которые выбывают за этот же период по причине случайных повреждений — трещин, пробоев изоляции и т. п., с указанием сроков пребывания агрегатов в этих видах ремонта.

При составлении графика технологического процесса ремонта электроподвижного состава и отдельных агрегатов следует предусматривать двухсменную работу на основных участках за исключением тех, где необходима круглосуточная работа по тем или иным условиям. Необходимо также вводить рациональное разделение труда, наиболее совершенную технологию, применять новейшее оборудование.

Для расчета оборотного фонда агрегатов введем следующие обозначения:

- T — отчетный период, на который задана программа ремонта (год, квартал, месяц);
- n — программа ремонта электровозов за период T ;
- t_1 — интервал времени между постановками электровозов в ремонт;
- t_2 — продолжительность простоя электровоза в ремонте по графику технологического процесса;
- t_3 — продолжительность ремонта агрегата в депо с учетом времени на транспортировку и межоперационные ожидания;
- t_4 — продолжительность промежутка времени от момента окончания демонтажа агрегата до начала монтажа по графику технологического процесса;
- q — количество одновременно поступающих на ремонтные позиции электровозов при постоянном значении t_1 ;
- K — технологический запас агрегатов на заданную программу и продолжительность ремонта электровозов;
- σ_1 — запас агрегатов, предназначенный для компенсации агрегатов, направляемых в плановые виды ремонта на другие предприятия;
- σ_2 — запас агрегатов, предназначенный для компенсации агрегатов, выбывающих в ремонт по случайным причинам;
- n_p — количество агрегатов данного вида, подлежащих плановым видам ремонта на других предприятиях;
- t_p — время, необходимое для планового ремонта агрегата вне депо, транспортировки в обе стороны и межоперационные ожидания, сутки;
- $t_{ц}$ — то же для внепланового ремонта агрегата вне депо;
- t_d — время на ремонт агрегата в депо, транспортировку и ожидание;
- $n_{ц}$ — количество агрегатов, подлежащих ремонту вне депо по случайным причинам (ремонт на других предприятиях);
- n_d — количество агрегатов, ремонтируемых в депо;
- M_c — оборотный фонд агрегатов данного вида.

Технологический запас агрегатов K , программа ремонта n , интервал времени между постановками в ремонт t_1 рассчитывают следующим образом:

при $q = 1$

$$K = \frac{t_3 - t_4}{t_1};$$

$$K = \frac{(t_3 - t_4)(n - 1)}{T - t_2};$$

$$n = \frac{K(T - t_2)}{t_3 - t_4} + 1;$$

$$n_{к=1} = \frac{T - t_2}{t_3 - t_4} + 1;$$

$$t_1 = \frac{T - t_2}{n - 1};$$

при $q = 2, 3, 4, \dots$

$$K = \left(\frac{t_3 - t_4}{t_1} \right) q;$$

$$K = \frac{(t_3 - t_4)(n - q)}{T - t_2};$$

$$n = \frac{K(T - t_2)}{(t_3 - t_4)} + q;$$

$$t_1 = \frac{(T - t_2)q}{n - q}.$$

Потребное количество агрегатов для компенсации выбывающих в плановый и случайный ремонты:

$$\sigma_1 = \frac{n_p t_p}{T};$$

$$\sigma_2 = \frac{n_{ц} t_{ц} + n_{д} t_{д}}{T}.$$

Оборотный фонд агрегатов

$$M = K + \sigma_1 + \sigma_2.$$

Основные элементы времени ремонтно-сборочного процесса показаны на рис. 39.

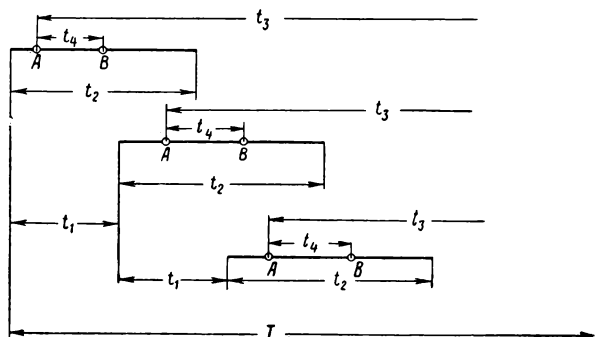
Технико-экономическая эффективность агрегатного метода. Экономическая эффективность перехода от одного метода ремонта к другому может быть оценена суммой единовременных затрат на перестройку производства, вызванную изменением метода, и разности себестоимости ремонта до и после перехода.

Сравнительная эффективность капиталовложений характеризуется сроками окупаемости, показывающими соотношение дополнительных капиталовложений по различным вариантам и экономии на себестоимости продукции. Для железнодорожного транспорта дифференцированные по отраслям хозяйства нормативные сроки окупаемости могут быть приняты равными не более 10 лет.

В ряде случаев проведение тех или иных организационно-технических мероприятий приводит не к увеличению, а к уменьшению капиталовложений. Например, при переходе на агрегатный метод в условиях концентрации ремонта сокращение капиталовложений от уменьшения количества пунктов ре-

Рис. 39. Основные элементы времени ремонтно-сборочного процесса:

t_1 — интервал времени между постановками электровозов в ремонт; t_2 — продолжительность простоя электровоза в ремонте; t_3 — продолжительность ремонта агрегата; t_4 — продолжительность времени от окончания монтажа (точка А) до начала монтажа агрегата (точка В) по графику технологического процесса; T — отчетный период времени (месяц, квартал, год)



монта будет более значительным, чем увеличение затрат на оборотный фонд агрегатов и на оборудование и расширение производственных площадей в пункте концентрации ремонта.

Однако все же при больших расстояниях пересылки электровозов в пункт ремонта эксплуатационные расходы в сравнении с исходным вариантом могут значительно возрасти, что приведет к увеличению себестоимости ремонта. Поэтому целесообразность внедрения новых организационно-технических мер, видимо, следует оценивать сроком, в течение которого сумма дополнительных расходов на ремонт окажется равной сумме ожидаемой экономии на капитальных вложениях. Наименьший срок, в течение которого сумму дополнительных расходов на ремонт сравнивают с суммой экономии на капиталовложениях, должен быть не более 10 лет.

Чтобы более четко определить эффективность предстоящих мер, сравнение изменения капитальных вложений и эксплуатационных расходов необходимо вести относительно единицы ремонта. При этом затраты на ремонт при существующем методе принимают за 100%, а в расчетах учитывают лишь дополнительные затраты, вызванные переходом на новый метод.

Для учета доли стоимости основных средств ремонтного предприятия в себестоимости ремонта электровозов используют следующие данные ЦНИИ МПС: амортизационная квота на электровозы $\delta_z = 9,9\%$, на производственные здания $\delta_c = 3,3\%$, на оборудование $\delta_o = 14,3\%$. Амортизационная квота на агрегаты принята равной амортизационной квоте на электровозы.

Метод ЦНИИ МПС для определения экономической эффективности. Переход на агрегатный метод вызывает увеличение основных фондов ремонтного предприятия, так как при этом приходится создавать оборотный фонд агрегатов. С другой стороны, за счет внедрения агрегатного метода существенно снижается продолжительность простоя электровозов в ремонте, что, в свою очередь, приводит к уменьшению потребного парка электровозов и увеличению пропускной способности ремонтных цехов депо. Поэтому для решения вопроса о целесообразности перехода на агрегатный метод необходимо сопоставлять предполагаемые увеличение и сокращение затрат. Сумма K_y , на которую в расчете на единицу ремонта возрастут капиталовложения и приведенные к ним по сроку окупаемости эксплуатационные расходы от увеличения оборотного фонда агрегатов,

$$K_y = \frac{M_a - M'_a}{n} + \frac{(M_a - M'_a) \delta_a}{100n} r,$$

где M_a — стоимость оборотного фонда агрегатов при агрегатном методе, руб.;

M'_a — стоимость оборотного фонда агрегатов до введения агрегатного метода, руб.;

δ_a — амортизационная квота на агрегаты, %;

n — годовая программа ремонта электровозов;

r — срок окупаемости капитальных вложений в годах.

Сумма K_c , на которую сократятся в расчете на единицу ремонта капиталовложения и приведенные к ним по сроку окупаемости эксплуатационные расходы от снижения продолжительности простоя в ремонте электровозов, складывается из средств, сэкономленных за счет:

уменьшения парка электровозов вследствие снижения продолжительности простоя их в ремонте — K'_c ;

уменьшения производственных площадей и количества единиц оборудования из-за увеличения пропускной способности цехов после перехода на агрегатный метод ремонта — K''_c ;

сокращения расходов по содержанию и ремонту зданий, оборудования, экономии заработной платы цехового персонала за счет увеличения пропускной способности цехов — K'''_c .

Сумма, на которую сократятся капиталовложения и приведенные к ним через срок окупаемости эксплуатационные расходы в результате сокращения потребного парка электровозов,

$$K'_c = \frac{N}{365} (t'_2 - t_2) + \frac{N \delta r}{36500} (t'_2 - t_2).$$

После упрощения получим

$$K'_c = \frac{N}{36500} (t'_2 - t_2) (100 + \delta r),$$

где N — оптовая цена электровоза, руб.;

t_2' — продолжительность простоя электровоза в ремонте до введения агрегатного метода, сутки;

t_2 — то же при агрегатном методе, сутки;

δ_9 — амортизационная квота на электровозы, %.

Экономия K_c'' на производственных площадях и оборудовании определяется частью стоимости реконструкции ремонтно-сборочного и электромашинного цехов, а также частью стоимости дополнительного оборудования. Величину этих частей определяют по соотношению пропускной способности ремонтно-сборочного цеха после и до введения агрегатного метода ремонта:

$$K_c'' = \left(1 - \frac{t_2}{t_2'}\right) \frac{K_c^p + K_o^p}{n_p} + \left(1 - \frac{t_2}{t_2'}\right) \frac{K_c^p \delta_c + K_o^p \delta_o}{100 n_p} r.$$

После упрощения получим

$$K_c'' = \left(1 - \frac{t_2}{t_2'}\right) \frac{100 (K_c^p + K_o^p) + (K_c^p \delta_c + K_o^p \delta_o) r}{100 n_p},$$

где K_c^p — стоимость реконструкции ремонтно-сборочного и электромашинного цехов при переходе с паровой или тепловозной тяги на электрическую, руб.;

K_o^p — стоимость дополнительного оборудования для ремонтно-сборочного и электромашинного цехов при переходе с паровой или тепловозной тяги на электрическую, руб.;

n_p — наибольшая пропускная способность ремонтно-сборочного цеха при агрегатном методе ремонта электровозов;

δ_c — амортизационная квота на производственные здания, %;

δ_o — амортизационная квота на производственное оборудование, %.

Сумма, на которую сократятся расходы на ремонт и содержание зданий, оборудования, а также заработная плата цехового персонала в связи с увеличением пропускной способности ремонтно-сборочного цеха

$$K_c''' = \left(1 - \frac{t_2}{t_2'}\right) \frac{H}{n_p} r,$$

где H — годовые расходы на ремонт и содержание зданий, оборудования и на заработную плату цехового персонала, руб.

Таким образом, сумма K_c , на которую сократятся капиталовложения и приведенные к ним по сроку окупаемости эксплуатационные расходы от сокращения продолжительности простоя электровозов в ремонте,

$$K_c = K_c' + K_c'' + K_c''',$$

или

$$K_c = \frac{N}{36\,500} (t_2' - t_2) (100 + \delta_r) + \\ + \dots + \left(1 - \frac{t_2}{t_2'}\right) \frac{100 (K_c^p + K_o^p) + (K_c^p \delta_c + K_o^p \delta_o) r}{100 n_p} + \left(1 - \frac{t_2}{t_2'}\right) \frac{H}{n_p} r.$$

Упрощая эту формулу, получим

$$K_c = \frac{N}{36\,500} (t_2' - t_2) (100 + \delta_r) + \\ + \left(1 - \frac{t_2}{t_2'}\right) \left[\frac{100 (K_c^p + K_o^p) + (K_c^p \delta_c + K_o^p \delta_o + 100 H) r}{100 n_p} \right].$$

Итак, переход на агрегатный метод ремонта электровозов будет экономически целесообразен, если $K_c \geq K_y$. В этом случае расчетное значение годовой программы данного вида ремонта электровозов, начиная с которого экономически целесообразно применять агрегатный метод ремонта, может быть найдено из следующих неравенств:

$$n \geq \frac{100 (M_a - M_a') + (M_a - M_a') \delta_a r}{\frac{N}{365} (t_2' - t_2) (100 + \delta_r)};$$

— для условий, когда не реализуется пропускная способность ремонтно-сборочного цеха, т. е. когда агрегатный метод ремонта применяют в депо без увеличения программы ремонта;

$$n \geq \frac{100 (M_a - M'_a) + (M_a - M'_a) \delta_a r}{\frac{N}{365} (t'_2 - t_2) (100 + \delta r) + \left(1 - \frac{t_2}{t'_2}\right) \frac{Hr}{n_p}} ;$$

— при использовании пропускной способности ремонтно-сборочного цеха на направлениях с новыми видами тяги;

$$n \geq \frac{100 (M_a - M'_a) + (M_a - M'_a) \delta_a r}{\frac{N}{365} (t'_2 - t_2) (100 + \delta r) + \left(1 - \frac{t_2}{t'_2}\right) \frac{[100 (K_c^p + K_o^p) + (K_c^p \delta_c + K_o^p \delta_o + 100 H)] r}{100 n_p}} ;$$

— при использовании пропускной способности ремонтно-сборочного цеха на направлениях, переводимых с паровой или тепловозной тяги на электрическую.

Таким образом, расчетное значение годовой программы n ремонта электровозов, выше которого экономически целесообразно применять агрегатный метод ремонта, определяется отношением суммы дополнительных капиталовложений в оборотный фонд агрегатов и приведенных к ним через срок окупаемости эксплуатационных расходов к сумме снижения капиталовложений в парк электровозов и приведенных к ним по сроку окупаемости эксплуатационных расходов и расходов от увеличения пропускной способности ремонтно-сборочного цеха.

Рассматривая описанные неравенства, можно прийти к заключению, что экономический эффект от применения агрегатного метода ремонта с увеличением программы ремонта возрастает и становится наиболее высоким при полном использовании пропускной способности ремонтно-сборочного цеха. Наиболее высокая программа ремонта, а следовательно, и возможность полного использования пропускной способности ремонтно-сборочного цеха может быть достигнута в условиях концентрации ремонта в одном или нескольких предприятиях. Поэтому, решая конкретную задачу об ожидаемой эффективности агрегатного метода, следует иметь в виду, что при концентрации ремонта этот метод будет наиболее экономически целесообразным.

НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА ПРИ РЕМОНТЕ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

§ 28. Научная организация труда на ремонтном заводе и в депо

Задачи научной организации труда. Для обеспечения непрерывного роста производительности труда наряду с внедрением передовой технологии, механизации и автоматизации производства систематически совершенствуют организацию труда.

Научная организация труда представляет собой совокупность организационных, технических, санитарно-гигиенических и социальных мероприятий, обеспечивающих: накопление и использование наиболее эффективных производственных навыков; устранение тяжелого и ручного труда; создание наиболее благоприятных условий на предприятии; наиболее целесообразное использование рабочего времени; развитие творческих способностей каждого члена коллектива и достижение на этой основе высокой производительности и материального благосостояния трудящихся.

Основными задачами научной организации труда являются: всемерное сокращение всех затрат на единицу выпускаемой продукции и достижение на этой основе высшей производительности; установление такой организации, которая способствует росту производительности каждого рабочего, бригады и цеха и обеспечивает возможность всестороннего развития творческой инициативы каждого члена коллектива; коренное улучшение условий труда, позволяющее исключить неблагоприятные воздействия производственной среды на организм работающего; установление форм сочетания моральных и материальных стимулов к улучшению результатов работы, способствующих развитию коммунистического отношения к труду.

Научная организация труда на ремонтном заводе. Для практического осуществления научной организации труда на заводе разрабатывают специальный план, который состоит из трех основных этапов: I — изучение резервов рабочих мест; II — составление плана; III — его внедрение (рис. 40).

В состав творческой группы, разрабатывающей этот план, включают инженеров различных специальностей: технологов, экономистов, конструкторов и др., и возлагают на нее составление программы исследований резервов рабочих мест проведением инженерно-экономического анализа, наблюдений, хронометража и т. д. В изучение этих резервов входит также анализ всех видов планирования, материально-технического снабжения и контроля качества продукции.

При анализе использования оборудования, оснастки и инструмента изучают календарный и режимный фонд рабочего времени и механизмов, технологические возможности оборудования, оснащения рабочего места и применения высокопроизводительного инструмента.

Изучают также устройства рабочего места и условия труда, соблюдение технологических процессов, организацию и приемы труда, нормирование, творческую инициативу самих работающих. При изучении технологических процессов обращают внимание на прогрессивность действующей технологии, рациональность ее построения и возможность улучшения.

Составлению плана мероприятий научной организации труда предшествует анализ состояния условий, определяющих техническую эстетику в цехах, на производственных участках и рабочих местах. К этим вопросам относят: состояние отделки и покраски производственных помещений, состояние и раз-

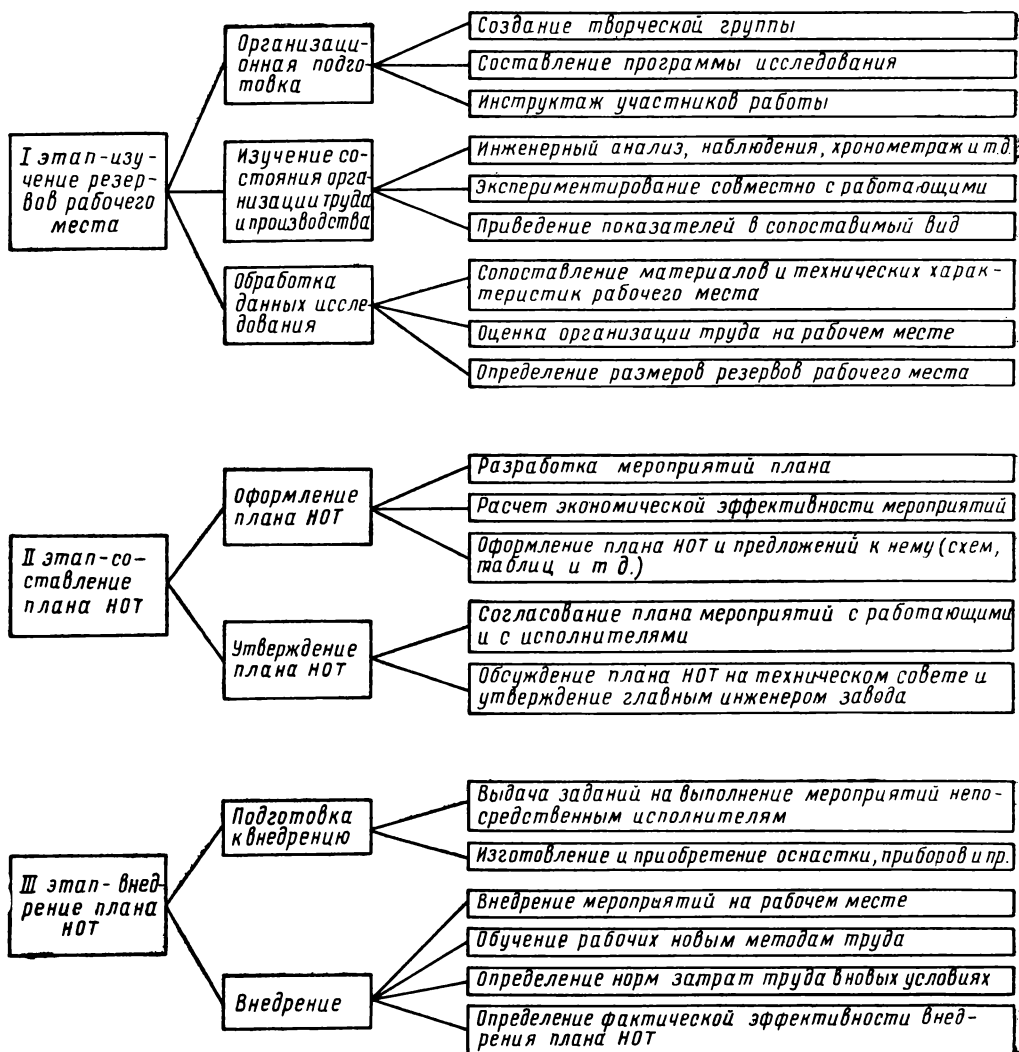


Рис. 40. Этапы разработки и внедрения планов НОТ

мещение оборудования, инвентаря, взаиморасположение коммуникаций, санитарно-технических устройств, общего и местного освещения, устройства отдельных конструктивных элементов здания, полов, стен и т. д.

Подробное изучение всех вопросов производственно-технической эстетики способствует повышению производительности труда, созданию нормальных условий для работающих.

Кроме того, в плане мероприятий НОТ изучают и отражают целый ряд вопросов повышения культуры производства, улучшения всех видов обслуживания трудящихся как на самом заводе, так и вне их, т. е. в быту (жилище, магазины, медицинские и прочие учреждения).

В результате изучения и анализа всех вопросов производства, планирования, экономики, технического нормирования, резервов рабочих мест, технической эстетики и культуры производства составляют план мероприятий НОТ и рассчитывают экономическую эффективность, чтобы их внедрение было технически и экономически оправданным и обеспечивало выполнение основных задач научной организации труда. Ниже приведен план мероприятий НОТ на ремонтном заводе.

Примерный план научной организации труда на заводе

Мероприятия по усовершенствованию организации труда	Цехи	Сроки внедрения, год, месяц	Исполнители	Повышение производительности труда, %	Затраты на внедрение, руб.	Условная годовая экономия, руб.
<i>I. Организационно-технические мероприятия по совершенствованию технологических процессов труда</i>						
Разработка и пересмотр технологии ремонта деталей и узлов ЭПС и изготовление оснастки	Все цехи	В течение года	Отдел главного технолога, технологи цехов	1	15 000	25 000
Внедрение новой технологии окраски кузовов ЭПС с применением бескомпрессорной установки	Главный сборочный	Январь — июнь	Конструкторский отдел завода, отдел главного технолога, цех № 1	20	1 600	3 000
Изготовление стенда регулировки электрических аппаратов	Аппаратный	Май	Аппаратный цех	15	2 000	750
Изготовление кантователя для окраски рам пантографов	Аппаратный	Март	Отдел главного механика	15	450	200
Изготовление установки для окраски переходных рам и резервуаров	Сборочный	Октябрь	То же	10	1 500	800
Монтаж поточной линии для закалки пружин	Кузнечный	Февраль	»	15	2 000	1 000
Внедрение технологии закалки шкворней электровозов на ТВЧ	Механический	Февраль	»	—	1 500	1 000
Изготовление стенда для обкатки редукторов с эластичными муфтами	Тележечный	Август	Ремонтно-механический цех	—	1 500	500
Разработка технологии и оснастки на монтаж ВВК электровоза ВЛ23	Электрозоремонтный	Июль	Отдел главного технолога	10	500	500
Разработка технологии изготовления оснастки для приварки обработанных и закаленных пластин на электровозные буксы	То же	Февраль	То же	10	500	500
<i>II. Мероприятия по устранению потерь рабочего времени</i>						
Изготовление стенда для разборки электровозных тележек	Электрозоремонтный	Декабрь	Отдел главного механика	10	4 500	1 500
Изготовление стенда для разборки электровозных тележек	То же	»	То же	10	4 500	1 500
Изготовление кантователя электровозных тележек	»	»	»	10	5 000	1 800
Установление прессы 100-Т для выпрессовки втулок	Тележечный	Февраль	»	10	400	400
Внедрение опрессовки наконечников диаметром 4 мм ² при ремонте электроаппаратов	Электроаппаратный	»	Электроаппаратный цех	5	300	100

Продолжение

Мероприятия по усовершенствованию организации труда	Цехи	Сроки внедрения, год, месяц	Исполнители	Повышение производительности труда, %	Затраты на внедрение, руб.	Условная годовая экономия, руб.
Изготовление стенда для дефектоскопии колесных пар по чертежам НЭВЗ	Колесный	Апрель	Колесный цех	2	400	150
Изготовление установки для резки и снятия изоляции с силовых кабелей	Сборочный	Октябрь	Сборочный цех	5	500	200
Изготовление прессы Барковского для выпрессовки втулок из букс электровоза ВЛ8	Колесный	Март	Ремонтно-механический цех	5	400	200
<i>III. Мероприятия по ликвидации и сокращению доли ручного труда</i>						
Изготовление окрасочной и сушильной камер	Сборочный	В течение года	Отдел главного механика	20	10 000	4 000
Изготовление стале-струйной камеры	»	Ноябрь	То же	30	20 000	8 000
Изготовление консольного крана для постановки деталей на конвейер	»	Май	Механический цех	10	600	200
Изготовление автоматической установки для наплавки букс по внутреннему диаметру	Электро-зоре-монтный	Апрель	Отдел главного механика	20	1 500	1 000
Изготовление эстакады и внедрение технологии хранения тяговых двигателей и вспомогательных машин	То же	Июнь	То же	15	4 000	2 000
Оснащение участка демонтажа колесно-моторных блоков средствами механизации	»	Август	»	10	1 500	750
Изготовление электрической лебедки для транспортировки электровозных тележек	»	»	Ремонтно-механический цех	5	400	200
<i>IV. Техническая эстетика и культура производства</i>						
Окраска цехов согласно рекомендаций СКБ по эстетике	Колесный	Год	Ремонтно-строительный цех	5	1 000	750
	Электро-зоре-монтный	»	То же	5	2 000	1 000
	Сборочный	»	»	5	3 000	1 000
Окраска оборудования согласно рекомендации СКБ по эстетике	Колесный	»	»	5	500	300
	Электро-зоре-монтный	»	»	5	400	200
Укладка полов плитками из мраморной крошки	Колесный	»	»	5	5 000	1 850
	Электро-зоре-монтный	»	»	5	5 000	1 850
	Сборочный	»	»	5	5 000	1 850

Мероприятия по усовершенствованию организации труда	Цехи	Сроки внедре- ния, год, месяц	Исполнители	Повышение производи- тельности труда, %	Затраты на внедрение, руб.	Условная го- довая эконо- мия, руб.
Протирка стекол во всех световых фонарях зда- ния	Все цеха за- вода	Год	Все цеха	0,05	1 500	1 500
<i>V. Программа обучения рабочих передовым и безопасным приемам труда</i>						
Обучение вторым про- фессиям без отрыва от производства (80 чел.)	Все цеха за- вода	Год	Отдел кадров	2	400	600
Повышение квалифика- ции рабочих без отры- ва от производства (670 чел.)	То же	»	То же	1	1 000	2 500
Лекции, семинары по вопросам экономики, организации труда, механизации произ- водственных процес- сов, охраны труда и трудового законода- тельства для рабочих и ИТР завода	По цехам	»	»	0,01	700	3 000

Научная организация труда в депо. Научную организацию труда в депо внедряет специально созданный для этого совет НОТ. В этот совет входят представители всех подразделений депо, работники, занимающиеся вопросами организации и нормирования труда, новаторы производства.

В цехах депо создают творческие бригады, которые работают под руководством совета НОТ депо. Работу по научной организации труда начинают с изучения действительного положения дел на предприятии, принимая во внимание все передовое, что достигнуто в других депо.

Затем устанавливают главное направление в мероприятиях на каждом рабочем месте, в каждом цехе и по депо в целом. После этого рассчитывают технико-экономическую эффективность мероприятий НОТ, устанавливают сроки, исполнителей, источники финансирования и формы контроля за выполнением, обсуждают мероприятия в коллективе и утверждают их на совете НОТ.

Рассмотрим более подробно перечисленные основные этапы составления планов НОТ. Изучают и анализируют состояние организации труда творческие группы, которые составляют план своей работы, устанавливают методы анализа и распределяют обязанности между своими членами. Ниже приведен примерный план работы творческой группы по изучению состояния организации труда на рабочем месте:

Направление изучения	Методы изучения	Ответственные	Срок выполнения	
			по плану	факти- чески
Использование фонда рабочего времени ремонтными рабо- чими	Фотография рабо- чего дня	Нормировщик	15/X	—
Пути интенсификации труда рабочих ремонтных цехов	Хронометраж	»	20/X	—
Условия труда и техника бе- зопасности	Внешние наблю- дения, замеры специальными приборами	Главный инженер депо, члены творческой груп- пы	1/XI	—

Использование рабочей силы в депо изучают по следующим категориям: занятость работника выполнением основной функции, разделение и кооперирование труда, потери рабочего времени, степень использования кадров по специальности, квалификации.

Использование рабочей силы во времени изучают путем хронометража, фотографий рабочего дня, методом моментных наблюдений и т. п. При этом важно привлечь самого работника к выявлению потерь и непроизводительной работы. Особое внимание обращают на изучение потерь рабочего времени (отсутствие работы; выполнение работ, не свойственных должности; ожидание указаний руководителя работ, позднее начало и преждевременное окончание работ, отвлечение на другие работы и т. п.).

По данным фотографии определяют использование времени работников депо, в частности долю занятости основной работой. В целях изыскания резервов повышения производительности, совмещения профессий и т. п. изучают также данные о составе работающих по производственным группам, формы разделения труда внутри группы (комплексной бригады).

Методы и приемы труда характеризуются затратами времени на выполнение отдельных элементов работы, количеством и экономичностью движений при выполнении работ. Трудовые приемы и способы их выполнения изучают путем непосредственного наблюдения, опроса, при помощи специальной аппаратуры.

Творческая инициатива трудящихся играет большую роль в НОТ и характеризуется количеством работников, включившихся в социалистическое соревнование, содержанием и выполнением социалистических обязательств, участием в общественной жизни, числом работников, получивших звание ударников коммунистического труда, числом рационализаторов и изобретателей.

Условия труда в депо имеют важнейшее значение. Они определяются наличием источников повышенной опасности, частотой и тяжестью травм, температурой воздуха, шумом, освещенностью, концентрацией в воздухе вредных примесей, количеством и продолжительностью заболеваний, связанных с производством, режимом труда и отдыха, долей ручных работ в общей трудоемкости.

Для изучения условий труда приглашают инженеров по технике безопасности, специалистов по производственной эстетике, врачей, работников санитарно-эпидемиологических станций. При этом учитывают опыт других депо.

При разработке мероприятий все предложения по совершенствованию организации труда сосредоточивают в одном месте, например, у главного инженера или экономиста (нормировщика) депо. В мероприятия следует включать и те предложения, которые могут быть осуществлены не сразу, а в более отдаленный срок. При расчете ожидаемой эффективности сначала определяют затраты на внедрение намеченных мероприятий и находят источники получения средств. По значительным капиталовложениям составляют калькуляции или сметы. Расчеты экономической эффективности ведут по методикам и инструкциям.

Сроки внедрения мероприятий устанавливают в зависимости от значимости мероприятий и возможностей депо. Наиболее важные мероприятия выполняют в первую очередь. Все сроки согласовывают с исполнителями и увязывают с наличием денежных средств в депо. Планы НОТ вместе с мероприятиями по совершенствованию техники и технологии должны способствовать выполнению профинплана депо. Утвержденный план НОТ депо считают одним из разделов профинплана и представляют в отделение дороги.

Важно своевременно довести до исполнителей содержание и объем намеченных мероприятий, указать сроки выполнения работ, источники финансирования. Проверку выполнения плана НОТ осуществляют творческие группы, которые занимались изучением, анализом и составлением планов НОТ. За хорошее выполнение плановых мероприятий по НОТ необходимо материально поощрять исполнителей (прямых и косвенных) за счет фонда материального поощрения работников депо и других источников. Ниже приведен примерный план НОТ в депо.

Примерный план научной организации труда в депо

Наименование разделов и мероприятий	Сроки внедрения, квартал	Ответственный исполнитель	Повышение производи- тельности труда, %	Затраты на внедрение, тыс. руб.	Условная годовая экономика, тыс. руб.
I. Переустройства и техническое оснащение. Реконструкция цеха подъемного ремонта	I	Дорстрой	20	328	58,5
II. Технические переустройства и модернизация за счет ссуд Госбанка, средств капитального ремонта и фонда развития производства:					
Изменение системы отопления в стойлах	II	Зам. ТЧ	5	31,4	15,2
Внедрение системы единого информационного вычислительного пункта	III	ШЧ-1	7	9,4	18,3
Внедрение приборов Аверкиева при работах, связанных с запыленностью и загрязнением на электро- возах и в цехах депо	IV	Зам. ТЧ	—	1,0	—
III. Совершенствование технологии и внедрение передовых приемов труда:					
Внедрение графиков технологического процесса, разработанных по методу СПУ	I	Зам. ТЧ, техотдел	15	—	37,5
Пересмотр норм времени на все виды ремонта электровозов	II	Нормировщик, мастера	7	—	19,0
Упорядочение расценочных ведомостей на слесарные работы в заготовительном цехе	II	Нормировщик, начальник цеха	—	—	—
Обобщение опыта работы лучших машинистов и обсуждение его в школе передового опыта	III	Инженер по труду, машинист- инструктор	—	—	—
IV. Использование технических средств:					
Выполнение тяговых расчетов для грузовых поездов с целью определения времени на разгон и замедление	I	Зам. ТЧ, машинист- инструктор	—	—	—
Внедрение мероприятий по повышению пробегов между техническими осмотрами электровозов	II	Зам. ТЧ, инженер	3	4	8,7
Внедрение именного графика работы локомотивных бригад грузового движения	III	Зам. ТЧ, инженер	2	—	5,0
V. Совершенствование производственной культуры и эстетики:					
Назначение подменной бригады для электровозов, находящихся в осмотре	I	ТЧ	—	—	—
Изготовление слесарных верстаков для слесарей линейного пункта . .	II	Зам. ТЧ	3	0,2	8,0
Окраска помещения ремонтных цехов в светлые тона	II	Зам. ТЧ	8	1,3	20,0
Асфальтирование дорожек на территории депо	III	ТЧ	—	1,0	—

Наименование разделов и мероприятий	Сроки внедрения, квартал	Ответственный и исполнитель	Повышение производи- тельности труда, %	Затраты на внедрение, тыс. руб.	Условная годовая экономика, тыс. руб.
VI. Повышение культурно-технического уровня работников:					
Организация семинара по изучению основ поточного ремонта локомотивов	I	Зам. ТЧ	—	—	—
Организация цикла лекций по конкретнй экономике депо	III	Инженер-экономист	—	—	—
Создание школы передового опыта вождения локомотивов	III	Зам. ТЧ	—	—	—

§ 29. Сетевое планирование и управление

Сущность сетевого планирования и управление (СПУ). Система планирования и управления при помощи сетевых графиков является одним из методов научной организации труда. Сетевой график — это документ, отражающий порядок выполнения и взаимозависимость всех работ.

Широко распространенные линейные графики технологических процессов, строительства и т. д. указывают последовательность работ, продолжительность и возможность их совместного выполнения. Однако эти графики не позволяют установить зависимость между окончанием одной группы работ (работы) и возможностью начала следующей, а также влияние отклонений фактической продолжительности отдельных операций (работ) на общий ход процесса.

Посредством сетевых графиков можно представить в наглядной форме течение любого процесса. Это облегчает оценку ситуации и позволяет выполнить более подробный и обоснованный анализ рассматриваемого процесса.

СПУ основано на графическом изображении определенного комплекса работ, отражающем их логическую последовательность, взаимосвязь и длительность, с последующей оптимизацией разработанного графика при помощи прикладной математики и вычислительной техники и использовании его для руководства запланированными работами.

Комплекс работ изображают в виде ориентированного графа, называемого сетевым графиком или просто сетью. На график наносят работы и события. Работой является трудовой процесс, а событием — момент завершения работы, после которого должна начинаться последующая работа.

События обозначают кружками с указанием в них последовательных номеров. Работу обозначают стрелкой. Как правило, номер у конца стрелки должен быть больше номера, стоящего у начала. Длина стрелки не говорит о длительности работы — число часов, дней, месяцев надписывается над стрелкой.

Фиктивную или условную связь между событиями, не требующую затрат времени, изображают пунктирной линией. Если между двумя событиями есть параллельные работы, то они не могут иметь одинаковой последовательности номеров, например 1—3. В этом случае в график должны быть введены дополнительные события и фиктивные работы. Введем дополнительное событие 2 и фиктивную работу 2—3. Тогда одна из параллельных работ будет иметь обозначение 1—3, а другая 1—2 и 2—3.

Полным путем в сетевом графике называют любую непрерывную последовательность работ и событий, ведущую от исходного события к завершающему. Тот из полных путей, в котором включены работы, требующие наибольшей затраты времени, называют критическим путем.

В сетевых графиках используют или три или две оценки времени, которые должны быть определены ответственными исполнителями. Три оценки: 1) оптимистическая t_o , предполагающая минимальное время выполнения данной работы; 2) пессимистическая t_p , учитывающая возможные срывы, непредвиденные задержки, т. е. наиболее длительная; 3) наиболее вероятная $t_{нв}$ — возможное время выполнения работы без возникновения особых трудностей. Две оценки: 1) минимальное время; 2) максимальное время.

Для объективной оценки ожидаемого времени выполнения каждой работы полученные оценки подвергают статистической обработке в соответствии с законом бета-распределения, определенного на интервале от оптимистической до пессимистической оценки. Среднее квадратичное отклонение бета-распределения принимают равным $1/6$ размаха, т. е.

$$\sigma_{t_{ож}} = \frac{t_p - t_o}{6}.$$

Дисперсия, или квадрат $\sigma_{t_{ож}}$, будет являться мерой разброса ожидаемого времени

$$\sigma_{t_{ож}}^2 = \left(\frac{t_p - t_o}{6} \right)^2.$$

Согласно бета-распределению ожидаемое время

$$t_{ож} = \frac{t_o + 4t_{нв} + t_p}{6}.$$

С меньшей точностью расчет можно выполнять по двум оценкам $t_{мин}$ и $t_{макс}$:

$$t_{ож} = \frac{3t_{мин} + 2t_{макс}}{5};$$

$$\sigma_{t_{ож}}^2 = 0,04 (t_{макс} - t_{мин})^2.$$

Расчет по двум оценкам применяют чаще. Решение двух уравнений для каждой работы дает значение ожидаемого (среднего) времени и возможные отклонения от него.

Для ускорения и совершенствования процесса необходимо в первую очередь провести анализ всех работ, лежащих на критическом пути. Сокращение общего времени может быть достигнуто путем привлечения дополнительных ресурсов, развитием или реконструкцией лимитирующих устройств или другим способом форсирования таких работ. Структура сетевого графика при этом остается прежней. При изменении технологии, расчленении операций или порядка их выполнения (например, параллельное выполнение двух каких-либо операций вместо последовательного) конфигурация сети изменяется.

При сокращении критического пути может быть два случая: либо он сложится из тех же работ, что и в первоначальном варианте, либо на нем окажутся другие работы и события. И в том и в другом случаях разница между путями графика станет меньше; такое выравнивание называют оптимизацией графика. Максимальная оптимизация будет иметь место при полном совпадении длин путей графика или при их разнице, входящей в пределы, которые достаточно малы при данной постановке задачи.

Оптимизацию можно выполнять по времени, когда добиваются выравнивания длительности работ, лежащих на различных путях графика, и по ресурсам. В этом случае задачей будет обеспечение непрерывности и равномерности загрузки работников, увязка сроков поставки материалов и выполнения комплекса работ в пределах установленного срока с наименьшими затратами.

Применение сетевых графиков облегчает организацию контроля, позволяя сосредоточить основное внимание на работах, лежащих на критическом пути. В результате этого сокращается объем информации, подлежащей подготовке, передаче и обработке, высвобождается время работников. В то же время бла-

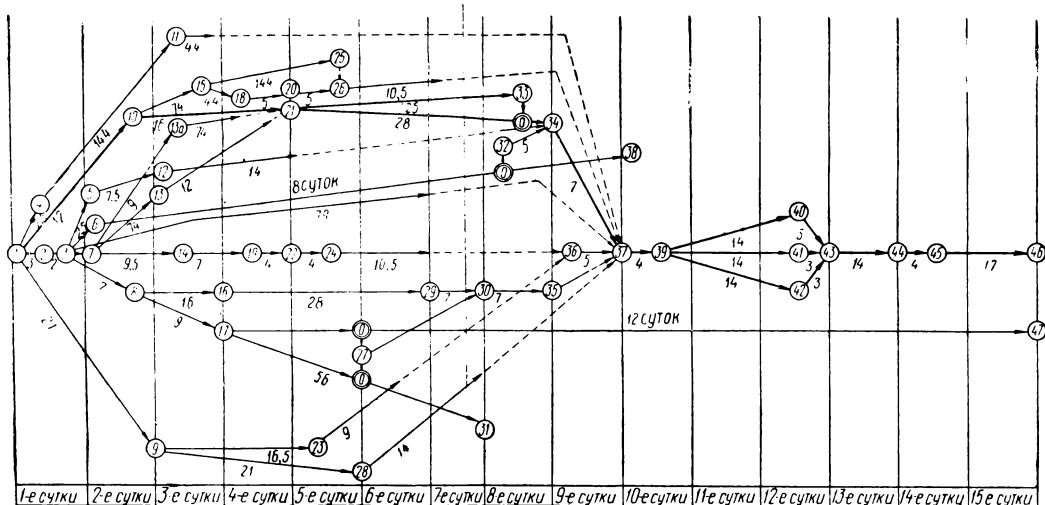


Рис. 41. Сетевой график заводского ремонта электровоза ВЛ8:

1—работы 1—4, 4—11, 11—37, 10—15, 15—25—26, 15—18, 19—20, 20—26 и 26—37—ремонт кабин машиниста; 2—работы 1—10, 10—21, 21—23, 33—0, 21—34, 7—13 и 13—21—ремонт и монтаж электрических аппаратов; 3—работы 3—5, 5—12, 12—34 и 34—37—ремонт крыши; 4—работы 3—6, 6—0—38 и 32—34—ремонт вспомогательных машин; 5—работа 3—37—окраска электровоза; 6—работы 1—2, 2—3, 3—7, 7—14, 14—19, 19—22, 22—24, 26—36, 36—37 и 37—39—подъемка кузова, ремонт и опускание на тележки; 7—работы 39—40, 40—43, 39—41, 41—43, 39—42, 42—43, 43—44, 44—45 и 45—46—окончание сборки, монтажа, испытаний и сдача электровоза после ремонта; 8—работы 3—8, 8—16, 16—29, 29—30, 30—35, 35—37—ремонт и сборка тележек электровоза; 9—работы 8—17, 17—47, 17—31, 27—30, 1—9, 9—23, 23—36, 9—28 и 28—37—разборка колесно-моторных блоков, ремонт тяговых двигателей, колесных пар, воздухопроводов и пневматической аппаратуры

года, твердо установленному сроку выполнения всех работ легко можно обнаружить любое отклонение от графика, а следовательно, и принять своевременные меры для восстановления нормального хода процесса.

Эффективность применения сетевых графиков возрастает с увеличением сложности производственных процессов и количества исполнителей (подразделений, организаций). При ремонте электроподвижного состава сетевые графики целесообразно составлять для большого периодического и более сложных видов ремонта.

Основными исходными данными для составления сетевого графика служат утвержденные правила ремонта, типовый график соответствующего вида ремонта, пооперационные технологические карты и нормы времени на выполнение работ.

Сетевой график заводского ремонта электровоза. Сетевой график заводского ремонта 1-го объема электровоза серии ВЛ8 в масштабе времени при условии, что все события совершаются при раннем окончании работ, приведен на рис. 41. Данный график выполнен исходя из следующих основных условий:

простой электровоза ВЛ8 в заводском ремонте 1-го объема принят равным 15 рабочим суткам;

выполнение всех основных работ осуществляют в одну смену и только частично в две;

электрические аппараты из ремонта выдают в следующем порядке: первый комплект на пятые сутки со дня отправки в ремонт, а четвертый (последний) — на восьмые сутки;

тяговые двигатели отправляют в ремонт на четвертые сутки, а их выдачу для сборки колесно-моторных блоков из технологического запаса — на шестые сутки. Это вызвано тем, что при общей продолжительности ремонта тяговых двигателей, равной 12 суткам, тяговые двигатели с данного электровоза к раннему началу монтажа колесно-моторных блоков не могут быть выданы;

вспомогательные машины отправляют в ремонт на вторые сутки, а выдают на монтаж из технологического запаса на восьмые сутки по тем же причинам, что и тяговые двигатели;

колесные пары вместе с зубчатыми колесами и буксами данного электровагона отправляют в ремонт на четвертые сутки, а выдают их из технологического запаса — на шестые сутки.

Следовательно, технологический запас оборудования и узлов электровагона является необходимым условием эффективной организации всего производственного процесса.

Действующий на заводе технологический процесс допустимо подвергать каким-либо изменениям лишь в том случае, когда это связано с необходимостью сокращения простоя и рационального использования всех выявленных резервов.

Для построения сетевого графика составляют перечень работ, которые должны быть выполнены на заданном объекте в технологической последовательности по форме, приведенной в табл. 11.

Таблица 11

Наименование работ	Конечный результат работы	№ события		Продолжительность работы в цехах, ч
		предшествующего	последующего	
Подготовка кузова к подъёмке	Кузов подготовлен к подъёмке	1	2	3
Демонтаж оборудования	Оборудование демонтировано	1	4	2,5
Отделочные работы и сдача ОТК	Выполнены отделочные работы, электровагон сдан ОТК	45	46	17,0

Далее рассчитывают сетевой график при помощи алгоритма по форме табл. 12.

Выполненным расчетом выявляют критический путь, который в нашем примере определился по работам: 1—10, 10—21, 21—34, 34—37, 37—39, 39—41, 41—43, 43—44, 44—45, 45—46 (см. рис. 41). На графике критический путь показан утолщенной линией, он составил общую продолжительность работ 105 ч, т. е. простой равен 15 рабочим суткам при односменной работе. Проекция

Таблица 12

Предшествующие события	Код работы	Продолжительность работы t_{i-j}	Раннее начало работы $t_{i-рн}$	Раннее окончание работы $t_{i-ро}$	Позднее начало работы $t_{i-пн}$	Позднее окончание работы $t_{i-по}$	Общий запас времени R	Частный запас времени r
1	1—2	3,0	0	3,0	0	3,0	0	0
...
1	1—10	12,0	0	12,0	0	12,0	0	0
...

этих работ при двухсменной работе могут не соответствовать масштабу времени рис. 41. Проекция каждой работы сетевого графика заводского ремонта электровагона ВЛ8 на ось времени определяет продолжительность работы в часах в принятом масштабе.

После окончательной разработки и расчетов сетевой график служит основным документом для оперативного планирования и составления диспетчерского графика. Если на данном заводе согласно специализации выполняют ремонт не одной серии электровагонов, а нескольких, то в таком случае составляют сетевые графики на все серии.

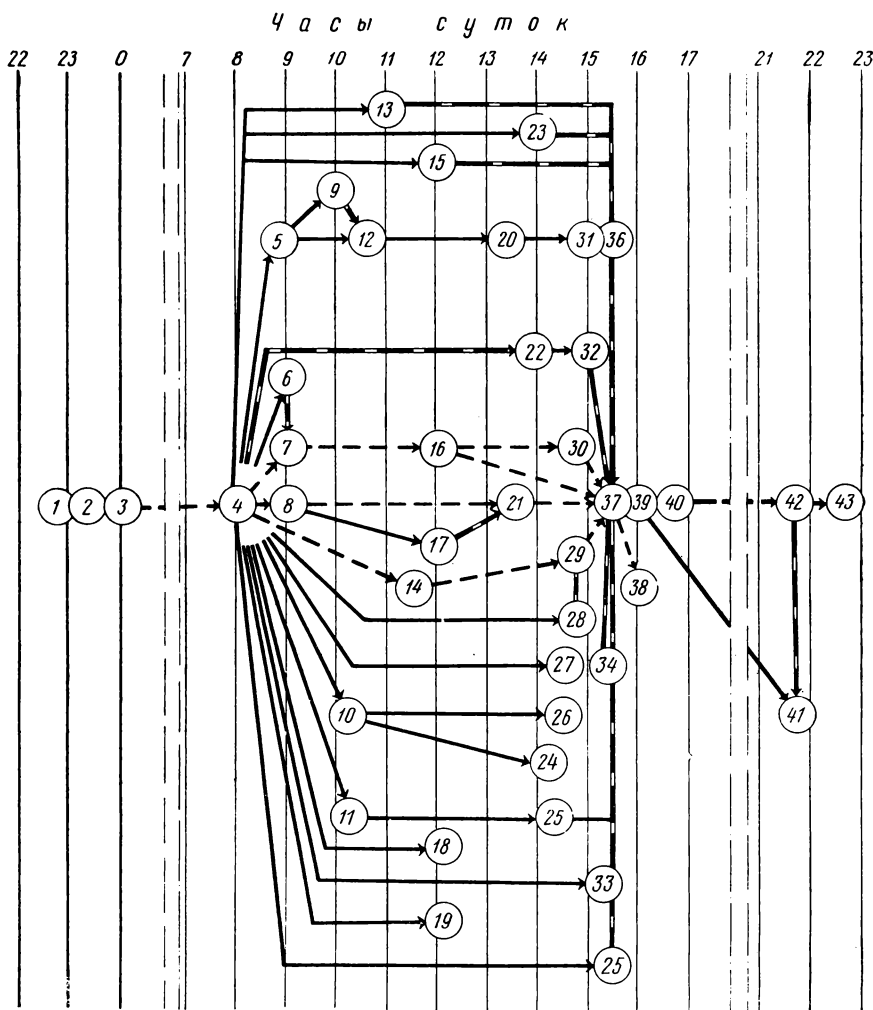


Рис. 42. Сетевой график большого периодического ремонта электровоза ВЛ23:

1, 2—опробование электровоза под напряжением, $1 \times 0,5$ чел-ч (1 чел. 0,5 ч); 2, 3—очистка и обдувка электровоза, $2 \times 0,75$ чел-ч; 3, 4—обточка колесных пар без выкатки, $2 \times 7,0$ чел-ч; 4, 5—снятие кожухов зубчатых передач одной тележки; 4, 6—ревизия подвески тяговых двигателей одной тележки, $2 \times 1,0$ чел-ч; 4, 7—осмотр ходовых частей, $2 \times 1,0$ чел-ч; 4, 8—демонтаж высоковольтной аппаратуры, $3 \times 1,0$ чел-ч; 4, 10—осмотр тяговых двигателей, $2 \times 2,1$ чел-ч; 4, 11—осмотр пантографов и крышевого оборудования, $2 \times 2,5$ чел-ч; 4, 13—смена аккумуляторной батареи, $2 \times 3,0$ чел-ч; 4, 14—ревизия вспомогательных машин, $1 \times 3,5$ чел-ч; 4, 15—ревизия роликовых бус, $1 \times 4,0$ чел-ч; 4, 18—кузовные работы, $1 \times 4,0$ чел-ч; 4, 19—осмотр контрольно-измерительных приборов и скоростемеров, $2 \times 4,0$ чел-ч; 4, 23—осмотр АЛС с автостопом и радиостанции, $2 \times 5,0$ чел-ч; 4, 27—осмотр и ревизия выводных проводов тяговых двигателей, $2 \times 5,5$ чел-ч; 4, 28—осмотр низковольтной аппаратуры и электропечей, $1 \times 5,8$ чел-ч; 4, 33—ревизия автотормозного и пневматического оборудования, $3 \times 6,2$ чел-ч; 4, 35—обтирочные работы, $2 \times 6,5$ чел-ч; 5, 9—осмотр кожухов зубчатых передач, $1 \times 1,1$ чел-ч; 5, 12—ревизия зубчатых передач одной тележки, $1 \times 1,17$ чел-ч; 7, 16—устранение разбегов колесных пар, $4 \times 3,0$ чел-ч; 8, 17—ремонт высоковольтной аппаратуры в цехе, $1 \times 3,0$ чел-ч; 8, 21—ремонт высоковольтной аппаратуры на электровозе, $3 \times 3,6$ чел-ч; 10, 24—ремонт коллекторов тяговых двигателей, $1 \times 3,1$ чел-ч; 10, 26—смена щеткодержателей тяговых двигателей, $1 \times 3,4$ чел-ч; 11, 25—ревизия одного пантографа, $1 \times 3,15$ чел-ч; 12, 20—постановка кожухов зубчатых передач, $2 \times 1,75$ чел-ч; 14, 29—осмотр пусковых сопротивлений, $1 \times 2,3$ чел-ч; 16, 30—ремонт рессорного подвешивания, $2 \times 1,75$ чел-ч; 16, 37—ревизия ударно-сцепных устройств, $2 \times 2,5$ чел-ч; 20, 31—ревизия тормозной передачи, $2 \times 1,6$ чел-ч; 21, 37—монтаж высоковольтной аппаратуры, $3 \times 1,9$ чел-ч; 22, 32—ревизия моторно-осевых подшипников одной тележки, $1 \times 1,15$ чел-ч; 27, 34—ревизия выводных проводов тяговых двигателей (окончание), $4 \times 0,75$ чел-ч; 29, 37—осмотр защитных блокировок, $1 \times 0,7$ чел-ч; 30, 37—запрессовка смазки в якорные подшипники, $2 \times 0,75$ чел-ч; 31, 36—смена тормозных колодок, $2 \times 0,3$ чел-ч; 37, 38—испытание и регулировка тормозов, $1 \times 0,5$ чел-ч; 37, 39—проверка работы электрических цепей, $3 \times 0,5$ чел-ч; 39, 40—ревизия сочленения тележек, $2 \times 0,75$ чел-ч; 39, 41—обтирочные работы, $1 \times 5,75$ чел-ч; 40, 42—ревизия опор с подъемной кузова, $2 \times 5,0$ чел-ч; 42, 43—испытание и приемка электровоза под напряжением, $1 \times 1,0$ чел-ч

В настоящее время и в депо широко применяют метод сетевого планирования и управления — СПУ. На рис. 42 показан сетевой график большого периодического ремонта электровоза, позволивший сократить простой в этом ремонте с 36 до 24 ч.

§ 30. Поточное производство при ремонте электроподвижного состава

Сущность поточного производства. Одной из наиболее эффективных форм организации ремонта, обеспечивающей успешное выполнение поставленных перед предприятием задач, является поточное производство. Сущность поточного производства характеризует то, что движение предметов труда осуществляется по твердому и четко установленному маршруту в соответствии с технологической последовательностью операций в заранее рассчитанных темпах.

В поточном производстве с наибольшей полнотой осуществляется пропорциональность, ритмичность, параллельность в процессах и их непрерывность. Поточное производство основано на широком использовании передовой техники, комплексной механизации, прогрессивных форм организации труда и имеет высокую экономическую эффективность.

Труд, орудия и предметы труда в поточном производстве сочетаются так, что обеспечивают наилучшие экономические результаты. Поток становится важнейшим этапом на пути перехода к автоматизации. Высокие организационные свойства и экономическая эффективность поточного производства способствуют его внедрению в практику промышленных предприятий и он становится основной формой организации производственного процесса.

Поточное производство на ремонтном заводе. Внедрение поточного производства на ремонтных заводах — важный источник мобилизации резервов производства, которые могут быть использованы для увеличения плана ремонта локомотивов и изготовления запасных частей.

Поточный метод характеризуют следующие признаки:

разделение производственного процесса на составные, одинаковые или кратные друг другу по трудоемкости операции и установление рациональной их последовательности;

закрепление операций за определенными рабочими местами и последовательное расположение рабочих мест и оборудования по ходу технологического процесса;

количество рабочих мест на каждой операции, обеспечивающее поддержание установленного ритма работы поточной линии;

выполнение всех операций с возможно меньшими перерывами, практически почти непрерывно, с единым для всей производственной цепи ритмом;

межоперационная передача обрабатываемых деталей или собираемых узлов или изделий в целом, поштучно или небольшими партиями (группами);

работа на поточной линии одновременно на всех рабочих местах, т. е. в каждый данный момент на линии находится в процессе производства несколько экземпляров данного наименования узлов на разных стадиях технологического процесса;

высокая степень механизации и автоматизации технологического оборудования, оснастки и транспортных устройств на отдельных операциях и во всем процессе.

Несоблюдение какого-либо из этих условий не исключает возможности организации поточного производства, однако оно примет при этом менее совершенные и менее экономичные формы.

Поточное производство требует четкого обслуживания всех включенных в поток рабочих мест, бесперебойного питания их материалами и заготовками, строгого соблюдения технологической дисциплины. Для предотвращения или скорейшей ликвидации нарушений в работе поточной линии применяют заделы или устанавливают резервное оборудование.

Поточный метод, как наиболее совершенная форма организации ремонта электроподвижного состава, состоит в том, что электровоз или электропоезд, их узлы перемещаются в процессе ремонта в строго определенной технологической последовательности с соблюдением установленных простоев на каждой позиции потока.

Технологическая последовательность определяется специализацией и количеством ремонтных позиций, объемами работ, способами и средствами механизации и транспортировки, правильной организацией рабочих мест, размещением участков и бригад по линиям потока, организацией снабжения позиций потока материалами, запасными частями, отремонтированными и скомплектованными узлами.

Время простоя частей и узлов на позициях потока рассчитывают исходя из установленных общих простоев в зависимости от вида ремонта, типа и серии электровоза, электропоезда. Если обозначить общий простой в ремонте единицы подвижного состава постоянного и переменного тока $T_{\text{общ}}$ и все составляющие этот простой t_1, t_2, \dots, t_n , то

$$T_{\text{общ}} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n.$$

Понятие поточного метода ремонта не ограничено только рассмотрением главных линий потока, так как каждая составляющая общего простоя в свою очередь представляет собой сумму времени, затрачиваемого на ремонт узлов деталей, подготовку материалов и запасных частей.

Понятие ритмичности поточной линии. Ритмичность в производстве характеризуется равномерным выпуском продукции предприятием по заданному графику и в установленной номенклатуре. Ритм поточной линии характеризуют те же признаки. При непрерывном поточном производстве с поштучной передачей изделий выпуск (запуск) каждого предмета осуществляют через один и тот же интервал времени, называемый тактом линии r . Этот такт строго согласовывают с производственной программой и рассчитывают следующим образом:

$$r = \frac{T}{N},$$

где T — фонд рабочего времени за принятый период;

N — программа за тот же период, шт.

При наличии перерывов в течение смены в числитель вводят коэффициент использования рабочего времени κ , тогда

$$r = \frac{\kappa T}{N}.$$

Ритмичность в производстве обеспечивает равномерный ход производства на заводе. Ритмичности работы завода, цеха, поточной линии достигают созданием достаточных запасов материалов, узлов и деталей, инструмента и оснастки, своевременным обеспечением объектов производства (электровозов и электропоездов), систематическим контролем и обеспечением выполнения диспетчерского графика выпуска продукции цехами и заводом в целом.

Общим показателем ритма поточной линии для ремонтных заводов может служить выпуск по декадам в зависимости от количества рабочих дней в каждой декаде:

$$n = \frac{\Pi K_I}{K_m},$$

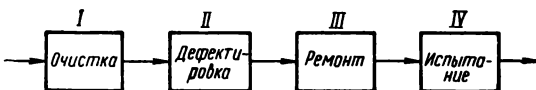
где n — выпуск продукции за декаду;

Π — выпуск продукции за месяц (в единицах или в руб.);

K_m — количество рабочих дней в месяце;

K_I, K_{II}, K_{III} — в первой, второй, третьей декаде.

Рис. 43. Схема потока при депо-ском ремонте электроподвижного состава



Поточное производство при ремонте подвижного состава в депо. Схема потока при депо-ском ремонте электроподвижного состава изображена на рис. 43. Основной рабочей позицией такой поточной линии служит специализированное стойло.

Первая позиция включает в себя механизированную очистку, обмывку и продувку электроподвижного состава, поступающего в ремонт. В настоящее

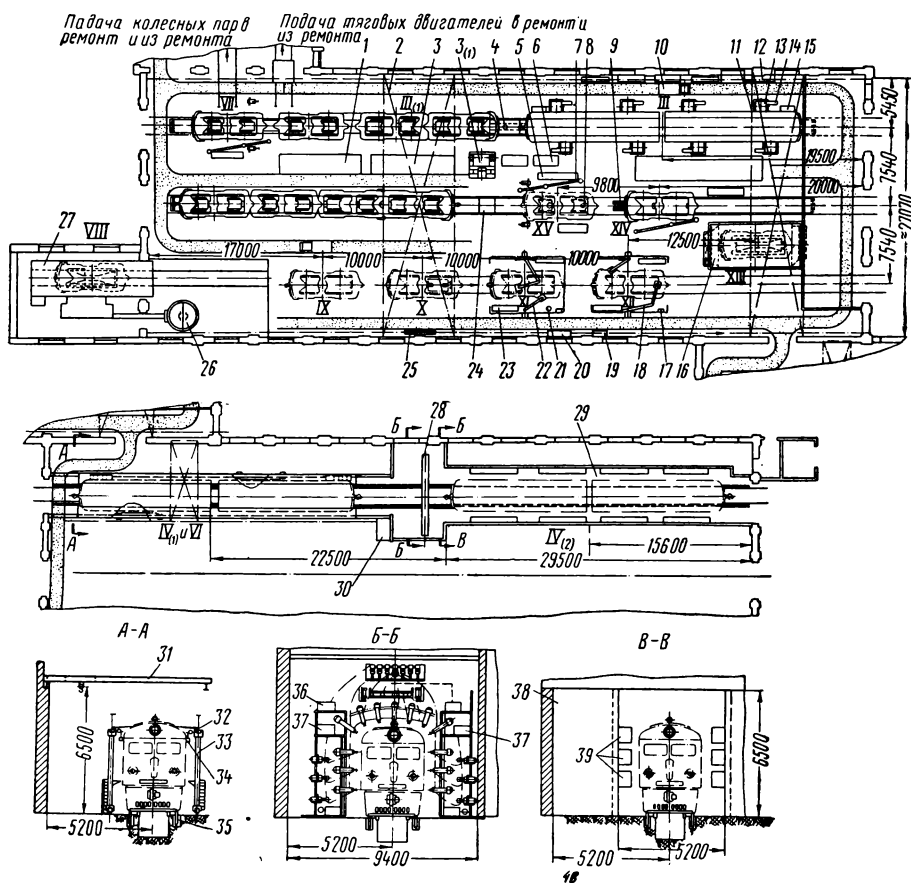


Рис. 44. Поточная линия подъемочного ремонта электровозов ВЛ8 в депо (римскими цифрами обозначены позиции поточных линий, арабскими—оборудование):

I—опробование электровоза до ремонта (на тракционных путях); II—обмывочно-обдувочная камера (на тракционных путях); III—ремонт электровоза; III₍₁₎—выкатка тележек; IV₍₁₎—подготовка к окраске; IV₍₂₎—окраска и сушка; V—опробование после ремонта (на тракционных путях); VI—приемка; VII—разборка тележек; VIII—обмывка; IX—ремонт тележки; X—проверка и дефектировка; XI и XII—ремонт рамы; XIII—окраска и сушка рамы; XIV—сборка рамы; XV—сборка тележки; I—площадка для разборки колесно-моторных блоков; 2—мостовой кран 10-T; 3—площадка сборки колесно-моторных блоков; 3₍₁₎—стенд для обкатки колесно-моторных блоков; 4—передвижная тележка для окраски рамы кузова; 5—стеллаж для запасных частей; 6—контейнер для аппаратов; 7—локтевая балка для подвески гайковерта и угловой гайковерт; 8—стенд для разборки и сборки тележек; 9—электрифицированная лебедка; 10—электрокара; 11—мостовой кран 15/3 T; 12—стеллаж для чалочных средств; 13—подставка для разгрузки домкрата; 14—домкрат 25-T; 15—трап; 16—камера для окраски тележек; 17—сварочный пост; 18—двойная псворотная вытяжная вентиляция; 19—многопостовой сварочный агрегат; 20—верстак с тисками; 21—пост бензорезчика; 22—поворотная вытяжная вентиляция; 23—стеллажи на площадке, огражденной шторами; 24—переходной мостик; 25—шкаф для мерительного инструмента; 26—выварочная ванна; 27—моечная машина; 28—установка для окраски кузовов электровозов в электростатическом поле; 29—камера для сушки кузовов; 30—пулт управления установки по окраске; 31—тельфер 0,5-T; 32—ограждение крыши; 33—тележка-помост велосипедного типа; 34—пневматическая шлифовально-полировальная машина на балансирной подвеске; 35—конвейер; 36—краска для крыши; 37—краска для кузова; 38—высковольтная камера; 39—калориферы для сушки

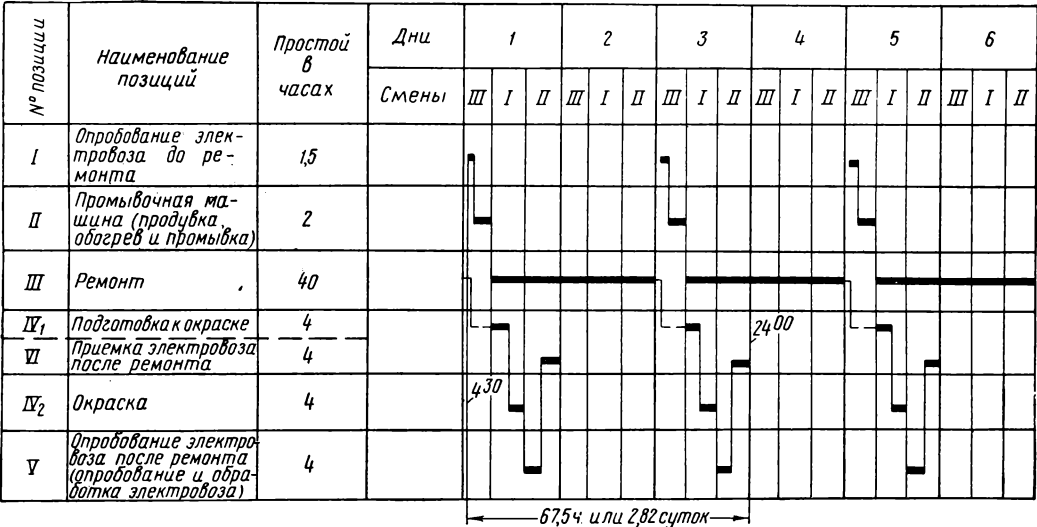


Рис. 45. График прохождения электровозов ВЛ8 по поточной линии подъемочного ремонта

время в депо создают специальные обмывочно-продувочные камеры, оборудованные устройствами для продувки тяговых двигателей и электроаппаратуры, обмывки ходовых частей и кузовов и натирки последних полировочными пастами, а также суши электрооборудования локомотивов.

Камеру оборудуют в отдельном помещении, имеющем двухэтажную пристройку для насосной, вентиляторной и пульта управления. Камера разделена на три отсека, в которых размещены устройства для предварительной обдувки с отсосом, разбрызгивающая сопловая система и щетки для нанесения моечной эмульсии. Основная часть камеры имеет продольные балконы на уровне кузова. Рельсы для передвижения локомотивов проложены на стойках. В верхней части камеры установлены передвижные порталные моечные и натирочные машины. В нижней части между рельсами и сбоку от них размещены три передвижные тележки для обмывки ходовых частей, имеющие вращающиеся сопла. Для продувки двигателей, высоковольтных камер и отсоса пыли, а также суши изоляции установлена специальная вентиляционная система. Обмывку выполняют горячей водой, нагретой до 80° С под давлением 8—12 ат. Температура воздуха, нагнетаемого для продувки, 50—70° С.

Вторая позиция предназначена для проверки и определения технического состояния узлов и деталей электровозов и электропоездов. Здесь предусмотрены специальные стойла-стенды, оборудованные стационарными контрольными и измерительными устройствами автоматического действия. Как известно, в этой области начаты научные разработки.

Третья позиция включает в себя все виды ремонтных работ, выполняемых в депо, и поэтому может состоять из ряда специализированных стойл и позиций. В настоящее время при ремонте электроподвижного состава широко применяют подъемно-транспортное и технологическое оборудование, различные стенды, приспособления и инструменты. На этой базе создания специализированных ремонтных стойл достигают комплексной механизации работ на поточных автоматических линиях.

Четвертая позиция включает в себя проверку и испытание электровозов и электропоездов после ремонта обычным порядком. Эти работы также максимально механизированы и автоматизированы. В качестве примера на рис. 44. показана действующая поточная линия подъемочного ремонта электровозов ВЛ8, состоящая из шести позиций, последовательность прохождения которых электровозами указана на графике рис. 45. График технологического процесса

ремонта электровозов на такой поточной линии (рис. 46*) дает перечень работ выполняемых на каждой позиции, их трудоемкость и продолжительность а также состав бригад слесарей. Ремонт тележек, тяговых двигателей и ряда других узлов в депо предусмотрен также на соответствующих поточных линиях.

Общая продолжительность подъемочного ремонта электровозов ВЛ8 на потоке сокращена с 6,0 до 2,82 суток.

Трудоемкость ремонта:

непосредственно на электровозе	661 чел-ч
тележек на поточной линии (в том числе сборка колесно-моторных блоков 112 чел-ч)	214 »
электрических машин (в том числе тяговых двигателей на поточной линии)	392 »
электрической аппаратуры	290 »
измерительных приборов, АЛС, скоростемеров и радиосвязи	147 »
автотормозного оборудования	163 »
колесных пар и букс	100 »
механической обработки	300 »
обтирочных работ	71 »
<hr/>	
Итого	2 338 чел-ч

Поточная линия рассчитана на годовую программу 150 подъемочных ремонтов при выпуске через день одного электровоза.

ДЕПОВСКОЙ РЕМОНТ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

§ 31. Порядок постановки электроподвижного состава в ремонт и приемки из ремонта. Графики ремонта

Подготовка к постановке в ремонт. Перед постановкой электровоза на ремонтное стойло при снятом напряжении в контактном проводе экипажную часть и крышу очищают от грязи, а зимой от снега и льда, тяговые двигатели и сетки жалюзи продувают сжатым воздухом. Продувку тяговых двигателей и высоковольтной камеры большей частью выполняют после постановки электровоза на стойло. Проверяют нагрев роликовых подшипников тяговых двигателей и букс колесных пар.

Опробование электровоза проводят под напряжением. Включают компрессоры, проверяют их производительность и плотность напорной магистрали, а также правильность регулировки регулятора давления и предохранительных клапанов. Проверяют на слух работу подшипников мотор-компрессоров, мотор-вентиляторов, фазорасщепителей и других машин. При необходимости выполняют регулировку регуляторов напряжения. Из обеих кабин управления проверяют действие песочниц и автотормозов, после чего электровоз устанавливают на стойло периодического ремонта. До постановки на стойло электровозов переменного тока с игнитронами расхоложивают выпрямительные установки в течение 1,5—2 ч. При этом отключают обогреватель и при работающем большом насосе прогоняют антифриз через радиаторы.

При продувке двигателей и аппаратуры высоковольтной камеры устанавливают рукава и зонты для отсоса пыли и включают вытяжную установку. Схема такой установки, созданной в депо Дёма, приведена на рис. 47. Установка состоит из вентилятора Ц-472 с асинхронным электродвигателем мощностью 28 *квт* при 1 450 *об/мин*, бочкообразного циклона, служащего для сбора пыли, и вентиляционного воздухопровода.

С целью механизации и совершенствования процесса очистки электроподвижного состава в настоящее время сооружают специальные моечные машины и обмывочные камеры, через которые пропускают электровозы и электропоезда перед постановкой в стойла депо. Обмывочные камеры оборудуют мощными моечными, обдувочными и вытяжными устройствами. Передвигаются электровозы своим ходом от мотор-генератора 250 *в* или маневровым локомотивом.

Для обмывки электровозов применяют также упрощенные моечные устройства. Для обмывки кузовов электровозов в ряде депо применяют самоходные моечные машины, изготовленные заводом «Красный путь». В качестве ходовой части для этой машины использован типовой автопогрузчик на 3 *т*. Навесная моющая часть имеет щетки, перемещаемые гидравлическим приводом.

Рабочая скорость такой машины 3,2 *км/ч*; высота с поднятой щеткой 4 300 *мм*, с опущенной — 3 580 *мм*. На 1 *м*² обмываемой поверхности расходуются 0,1 *л* эмульсии и 0,6—0,7 *л* воды, при емкости баков 1 050 *л* — для воды и 175 *л* — для эмульсии. Полный вес машины 7 850 *кг*.

После обмывки электровоза, перед началом ремонта, при последовательном соединении всех пусковых сопротивлений мостиком замеряют их величину. Мегомметром 2 500 *в* замеряют сопротивление изоляции вспомогательных машин и электрических печей, а также по отдельности сопротивление изоляции обмоток возбуждения и якорей каждой пары тяговых двигателей. Сопротивление изоляции всех высоковольтных цепей как силовых, так и вспомогательных должно быть не менее 1,5 *Мом*.

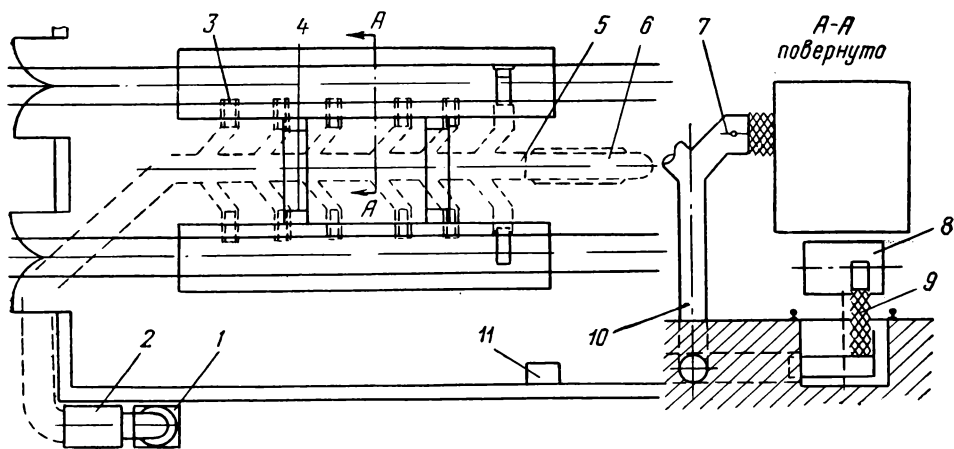


Рис. 47. Схема вентиляционной установки на стойлах обдувки электровозов:

1 — циклон; 2 — вентилятор; 3 — металлический выдвижной патрубок; 4 — брезентовые патрубки; 5 — шибер; 6 — вытяжной шкаф; 7 — шибер-заслонка; 8 — тяговый электродвигатель; 9 — вертикальный брезентовый патрубок; 10 — вертикальная вытяжка; 11 — пульт управления

На электросекциях выполняют проверку отопления и вентиляции (калориферной установки), ламп главного и дежурного освещения. Ходовые части, крыши вагонов также очищают от снега и грязи, кузова обмывают водой, тяговые двигатели, мотор-компрессоры, динамоторы, а также ящики подвагонной аппаратуры и ящики сопротивлений продувают сухим сжатым воздухом. Мегомметром 2 500 в замеряют сопротивления изоляции электрических машин, пантографа и высоковольтных цепей.

Стационарные моечные машины для электропоездов сооружают в депо на открытых площадках (см. рис. 22). На этих моечных машинах боковые стены кузовов вагонов опрыскивают эмульсией, затем моют вращающимися цилиндрическими щетками, на которые подают воду. Крышу обмывают струями воды от душирующего устройства, а торцовые стенки моют вручную из шлангов.

В качестве эмульсии применяют раствор щавелевой кислоты с керосином или раствор кальцинированной соды с мылом.

При постановке электроподвижного состава в подъемочный ремонт, как и перед периодическим ремонтом, должно быть проверено действие тормозов и песочниц. Ходовые части и крыши должны быть очищены снаружи, удален песок из песочниц. Высоковольтная камера, реостаты, машинные помещения, фильтры и сетки жалюзи, а также вентиляционные каналы продувают сжатым воздухом. На электросекциях продувают все электрические аппараты под вагонами и внутри вагонов; кузова вагонов промывают раствором соды с мылом снаружи и внутри.

Ввод электроподвижного состава на стойла депо осуществляют своим ходом или же маневровым локомотивом. В свою очередь ввод своим ходом можно выполнять или под рабочим напряжением, или от генератора пониженного напряжения.

При вводе под рабочим напряжением необходима подвеска контактного провода над стойлами в депо. Это сопряжено со значительными затруднениями в обеспечении техники безопасности и поэтому такую подвеску допускают, как исключение, лишь при постоянном токе в электродепо в цехах профилактического осмотра и периодического ремонта, куда электропоезда заходят на короткий срок. При этом следует строго соблюдать особые требования к устройству, сигнализации и порядку пользования такой подвеской.

Дополнительные работы, не входящие в характеристику данного вида ремонта, вписывают в книгу ремонта, заведенную на каждый электровоз и электропоезд. Окончательный объем ремонта определяют после разборки элект-

ровоза или электропоезда по фактическому их состоянию с учетом допусков и требований, установленных правилами ремонта.

Графики ремонта. Технологический процесс ремонта и осмотра электроподвижного состава строят на основе графиков. Подъемочный, большой и малый периодический ремонты и профилактический осмотр электровозов и электропоездов выполняют по графикам технологического процесса, разработанным на основе типовых графиков. Типовыми графиками предусмотрены:

организация ремонта на основе предварительной заготовки узлов и деталей с применением принципа взаимозаменяемости;

применение средств механизации трудоемких производственных процессов;

выполнение работ по видам оборудования, осуществляемых на электровозе или электропоезде комплексными и специализированными бригадами, а по ремонту и восстановлению деталей и узлов в отделениях заготовительного и специализированных цехов.

Графики технологического процесса предусматривают время простоя электровозов и электропоездов на стойлах подготовки к ремонту и на ремонтных стойлах. Согласно графикам, все работы по подготовке электровозов и электропоездов к ремонту заканчивают к началу рабочей смены слесарей комплексной бригады. В графиках также предусмотрено время на работы по проверке и испытаниям электровоза и электропоезда после ремонта. Типовыми графиками предусмотрен общий расчетный простой электроподвижного состава в ремонте или осмотре.

Приемка электроподвижного состава из ремонта. Мастера цехов подъемочного и периодического ремонтов и специализированных цехов и отделений принимают от бригадиров все работы, выполненные комплексными и специализированными бригадами. Эти мастера и их освобожденные бригадиры лично присутствуют и контролируют такие работы, как подъемка и опускание кузова, выкатка и подкатка тележек, проверка зацепления и ревизия зубчатых передач, ревизия опор кузова, проверка последовательности включения и выключения аппаратов, опробование электровозов и электропоездов под рабочим напряжением и др.

Приемщики локомотивов контролируют качество работ, выполняемых в депо при всех видах ремонта электроподвижного состава, соблюдение установленной технологии, правил ремонта и инструкций, а также принимают в процессе сборки и выпуска из ремонта в целом электровозы и электропоезда и их ответственные узлы. Готовность электровозов и электросекций после профилактического осмотра и периодического ремонта оформляют мастер и приемщик локомотивов соответствующей записью в журнале готовности локомотивов.

Испытание электровозов и электропоездов, вышедших из подъемочного ремонта, выполняют начальник депо или его заместитель и приемщик локомотивов посредством обкатки резервом или двойной тягой с поездом на расстояние не менее одного-двух перегонов в один конец. Пробную поездку с поездом можно осуществлять без предварительной обкатки. Окончание ремонта оформляют актом.

§ 32. Профилактический осмотр

Механическое оборудование. При профилактическом осмотре выполняют осмотр всей механической части, при этом особое внимание обращают на состояние колесных пар, тормозной рычажной передачи и песочных труб. Температуру роликовых букс проверяют на ощупь. На электропоездах проверяют также нагрев корпуса редуктора и кулачковой муфты. Редукторам и муфтам, имеющим повышенный нагрев, проводят ревизию. Бандажи колесных пар осматривают и обстукивают молотком для выявления ослабших или имеющих трещины.

В тормозной рычажной передаче проверяют наличие шайб и шплинтов во всех шарнирных соединениях и надежность крепления предохранительных скоб и тросов. Колодки с трещинами и изношенные более нормы заменяют. Проверяют выход штоков тормозных цилиндров и регулируют тормозную передачу. При осмотре рессорного подвешивания проверяют состояние листовых рессор, пружин, балансиров, подвесок.

Осматривают и проверяют состояние и крепление кожухов зубчатой передачи, шапок моторно-осевых подшипников, подвески двигателей, а на электросекциях также кулачковых муфт и наличие нормального их наклона на 8—10 мм в сторону редуктора.

Проверяют исправность ударно-тяговых устройств и амортизаторов. На электропоездах состояние автосцепок проверяют без расцепки вагонов. Осматривают песочницы, проверяют установку песочных труб и регулировку подачи песка. Концы труб должны отстоять от рельсов на 30—50 мм.

Тяговые машины и электрооборудование. Для осмотра тяговых двигателей предварительно очищают их остовы около коллекторных люков, проверяют уплотнения и состояние крышек и замков, а также вентиляционных патрубков. Выполняют внешний осмотр коллекторов, кронштейнов щеткодержателей и подводных кабелей. Проверяют состояние щеток и их шунтов, а также пальцев и пружинных механизмов щеткодержателей. Фарфоровые изоляторы протирают и промывают бензином. Коллекторы очищают от угольной пыли, устраняют следы перебросов. При необходимости миканитовый конус очищают и покрывают эмалью ГФ-92-ХК. На тяговых двигателях электропоездов и вспомогательных машинах проверяют крепление вентиляторов. Проверяют состояние и крепление главных и дополнительных полюсов, перемычек, выводных проводов, щитов и пробок. У двигателей электровозов переменного тока обязательно проверяют заземление.

Выполняют осмотр контроллеров машиниста с проверкой крепления контакторных элементов, проводов, наконечников, исправности механических блокировок и замков рукояток. Осматривают выключатели управления, кнопки и пакетные выключатели, регулятор напряжения и реле обратного тока и другие низковольтные реле.

Осматривают быстродействующий выключатель, групповой переключатель, реверсоры, переключатель вентиляторов и контакторы со снятием камер и зачисткой контактов. Осматривают также отключатели двигателей и реле перегрузки. На электровозах ЧС проверяют развертку главного контроллера.

Аппараты протирают и устраняют утечки воздуха в пневматической сети и приводах. Проверяют работу всех электрических блокировок, нажатие их пальцев, крепление наконечников проводов, катушек, электромагнитных вентилей. Осматривают аппараты защиты от перенапряжений. Осматривают пусковые сопротивления с открытием щитов.

На электровозах и электропоездах переменного тока выполняют внешний осмотр главного трансформатора. Предварительно по характеру гудения включенного трансформатора определяют его общее состояние. Наружную поверхность трансформатора и его арматуры протирают. Осматривают и проверяют состояние выводов и крепления всей ошиновки. Проверяют по указателю уровень масла и отсутствие его утечки; при необходимости масло добавляют. Осматривают маслоструйное реле; проверяют состояние фильтра воздухоочистителя и цвет силикагеля.

Главный выключатель ВОВ-25-4 осматривают и удаляют при этом конденсат. Особое внимание обращают на надежность крепления электрических проводов и состояние пневматической части, низковольтных и силовых электрических контактов. Фарфоровые изоляторы выключателя, имеющие повреждение глазури или сколы до 15% длины, покрывают эмалью 1201 или ГФ92-ХК с предварительной зачисткой мелкой стеклянной шкуркой и протиркой салфеткой, смоченной бензином. При больших повреждениях их заменяют. Затягивать болты, крепящие изоляторы, разрешается только моментным ключом с моментом 2 кГм, не допуская поворота ключа за один прием более чем на 60°.

Снижение давления воздуха в резервуаре при закрытом разобщительном кране не должно превышать 1 ат за 1 ч при начальном давлении 2 ат. Необходимо также убедиться в отсутствии заеданий выхлопного клапана.

Выпрямительную установку тщательно осматривают. На электропоездах ЭР9 и др. открывают шкафы с кассетами или подвагонные ящики с блоками. Установку очищают от пыли, грязи (зимой от снега) и продувают сухим сжатым воздухом. При необходимости протирают корпуса вентиля чистыми салфетками. В случае неисправной работы полупроводниковых выпрямителей проверяют целостность вентиля и шунтирующих сопротивлений. Обнаруженные пробитые вентили, конденсаторы или неисправные сопротивления заменяют. Для замены вентиля пользуются моментным ключом с усилием 0,8—0,9 кгм. Вентили должны плотно прилегать к радиаторам.

Работу аппаратуры защиты контролируют от кнопки сигнального табло на нулевой позиции. При этом проверяют четкость срабатывания быстродействующих контакторов и разъединителей и их восстановление, а также правильность горения сигнальных ламп.

Быстродействующие разъединители и контакторы осматривают, проверяют их контакты и при необходимости зачищают. Изоляторы высоковольтных конденсаторов протирают после предварительной их разрядки.

Групповой переключатель ЭКГ-60/20 проворачивают для выявления дефектов и отсутствия заеданий. Детально проверяют состояние силовых контактных элементов переключателя ступеней и переключателя обмоток. Измеряют растров, провал, прилегание и нажатие контактов. Проверяют механическую блокировку. Дугогасительные камеры очищают. Проверяют привод переключателя обмоток трансформатора на отсутствие утечек и четкость фиксации позиций.

Осматривают сглаживающий реактор, его крепления. Проверяют степень затяжки болтов обмотки и магнитопровода. На электропоездах очищают его кожух. Фильтры сглаживающего реактора и фазорасщепителя вынимают из камер, очищают и заново промасливают.

Выполняют внешний осмотр селенового выпрямителя, стабилизатора напряжения и разъединительного трансформатора, их баков и креплений. Проверяют уровень масла.

Пантографы очищают, протирают изоляторы и рукава; проверяют их работу на подъем и опускание. Контролируют состояние полозов и контактных накладок, шарнирных соединений, шунтов и проводов, их крепления и целостность изоляторов. Полозы с изношенными накладками заменяют, добавляют смазку. Смазывают все шарнирные соединения. Проверяют нажатие полозов пантографов и при необходимости регулируют. Разницу в характеристике более 3 кг не допускают. Пневматический привод проверяют на отсутствие утечки воздуха.

Проверяют выборочно плотность электролита элементов аккумуляторной батареи и напряжение под нагрузкой при помощи аккумуляторного пробника (нагузочной вилки). Электролит доливают до нормального уровня. Проверяют крепление перемычек и смазывают их техническим вазелином.

Автотормозное и пневматическое оборудование. Проверяют работу кранов машиниста при различных положениях рукоятки, а также работу вспомогательного крана на время заполнения и выпуска воздуха из тормозных цилиндров и величину давления по ступеням. Устраняют утечки воздуха в тормозной и напорной магистралях. Проверяют производительность компрессоров, измеряют уровень смазки в них и при необходимости добавляют.

Проверяют работу стеклоочистителей, вентиля электрических песочниц, промежуточных клапанов, разобщительных и спускных кранов, пневматических блокировок дверей и лестниц, клапанов пантографов, вентиля и клапанов звуковых сигналов. Проверяют также манометры и наличие пломб на предохранительных клапанах. На электровозах ЧС проверяют по манометру работу вентиля распределения нагрузки. На электровозах К проверяют и при необходимости очищают масляные фильтры.

На электропоезде проверяют, кроме того, состояние подвески и крепления подвагонного электрооборудования и вспомогательных машин. Ящики аппаратов очищают внутри и продувают сухим сжатым воздухом давлением 2,5—3 ат, контролируют состояние уплотнений и замков. Устраняют перекосы подвески пневматических дверей. Проверяют состояние оконных рам.

§ 33. Малый периодический ремонт

Механическое оборудование. При малом периодическом ремонте электроподвижного состава осматривают и проверяют состояние тележек, колесных пар, буксовых узлов, подвески двигателей, рессорного подвешивания, рычажной тормозной передачи, автосцепки, песочниц, опор и рамы кузова и других частей и деталей механического оборудования. Исправляют поврежденные сварочные швы. Разбеги колесных пар доводят до установленной нормы; проводят ревизию зубчатых передач и моторно-осевых подшипников.

До начала ремонта комплектом шаблонов, утвержденных МПС образцов, обмеряют бандажи колесных пар для определения величины проката, толщины бандажей и толщины гребней, а также наличия подреза гребней или острокопечного их наката. Конусным (клинообразным) щупом замеряют зазоры между подбуксовой стрункой и каблучком рамы (при их наличии).

При осмотре рам тележек тщательно проверяют состояние боковин, поперечных балок и их соединений, а при челюстных буксовых узлах и подбуксовых струнок. При осмотре брусковых, литых, а также сварных рам тележек обращают внимание на отсутствие трещин, особенно в углах рамы и в местах приварки кронштейнов буксовых поводков и подвески тяговых двигателей, тормозных и рессорных кронштейнов. Трещины в рамах заваривают после соответствующей подготовки квалифицированным сварщиком.

Состояние межтележечного сочленения, крепления шкворня определяют внешним осмотром и проверкой видимых размеров. Проверяют исправность путеочистителей и их крепление. Высота нижней кромки путеочистителя от головки рельса должна составлять 100—150 мм.

От состояния буксового узла и величины поперечных и продольных разбегов колесных пар в тележке во многом зависит вписывание электровоза в кривые и величина горизонтальных колебаний тележек при движении. Поэтому при периодическом ремонте зазоры в буксовом узле приводят в норму, определяемую правилами ремонта. Нормальные зазоры при челюстных буксовых узлах устанавливают путем смены наличников на буксовых направляющих и буксах в зависимости от их износа.

На электровозах с бесчелюстными буксовыми узлами (рис. 48) осматривают и проверяют состояние узлов соединения букс с рамой тележки. При этом обращают особое внимание на крепление и плотность прилегания трапецидальных поверхностей валика и буксы. Резино-металлические блоки поводков при наличии на них смазки насухо протирают.

При периодическом ремонте шаблонами и измерительными инструментами контролируют правильное расположение колесных пар в тележке — параллельность осей колесных пар, перпендикулярность их продольной оси тележки, симметричность расположения бандажей относительно продольной оси тележки. Это имеет особо существенное значение для электровозов с челюстными буксовыми узлами. Буксы роликовых подшипников подвергают текущему осмотру, а после пробега 100—150 тыс. км — промежуточной ревизии со съемом смотровых крышек.

Нагрев букс на электровозе определяют на ощупь, непосредственно по прибытии в ремонт, как указывалось выше. Нормальная температура буксы должна быть не более 70° С. Буксы, имеющие более высокую температуру, отмечают для тщательной проверки при снятой крышке. Если при проверке смазки обнаружат металлическую пыль или кусочки металла, то буксу разбирают. Свежую консистентную смазку УТВ (1—13) добавляют в случае необходимо-

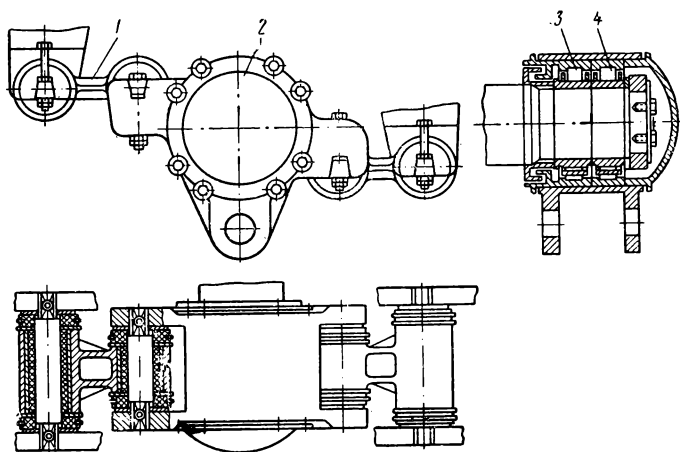


Рис. 48. Бесчелюстная поводковая буска электровоза ВЛ60:

1 — обрезиненный поводок с упругими торцовыми шайбами; 2 — корпус буски с крышками; 3 и 4 — цилиндрические роликовые подшипники

сти в количестве, достаточном для заполнения $\frac{1}{3}$ свободного пространства передней полости буски. При ревизии выполняют внутренний осмотр буски, деталей переднего подшипника и стопорных устройств на шейке оси.

При осмотре колесных пар проверяют отсутствие трещин, выбоин, раковин бандажей и ослабления их на ободе, а также отсутствие трещин в спицах и ступицах колесных центров и на открытых частях оси.

Колесные пары должны полностью удовлетворять требованиям Правил технической эксплуатации. При их осмотре руководствуются Инструкцией по освидетельствованию, формированию и ремонту колесных пар, а также нормами допусков и износов.

Кожуха зубчатой передачи осматривают, проверяют наличие вмятин, повреждений и течи смазки. Для осмотра зубчатой передачи кожуха снимают, тяговый двигатель вместе с колесной парой вывешивают гидравлическим домкратом, после чего под буски подставляют опорные тумбы и поворачивают колесную пару. При ревизии зубчатой передачи обращают внимание на наличие трещин, изломов, выщербин, вмятин и выкрашивания. Общая площадь повреждений допускается не более 25% поверхности зуба венца или 15% зуба шестерни. Проверяют, нет ли ослабления шестерни на валу тягового двигателя и проворачивания центра зубчатого колеса относительно колесного центра.

В сомнительных случаях наличие трещин проверяют специальным дефектоскопом для зубчатых передач. Износ зубьев проверяют зубомером; пластинчатыми и специальными щупами проверяют боковые и радиальные зазоры в передаче.

При ревизии моторно-осевых подшипников щупом замеряют радиальные зазоры между осью и подшипником, которые не должны превышать 2,5 мм, а разность их у подшипников одного двигателя — 1 мм. Пластинчатыми щупами замеряют продольный разбег тягового двигателя на оси. При выпуске из периодического ремонта этот разбег должен быть не более 8 мм. В случае необходимости смены моторно-осевых вкладышей под тяговый двигатель для разгрузки подшипников подводят специальный гидравлический домкрат, установленный на тележке. (Этим домкратом также снимают и устанавливают шапки моторно-осевых подшипников, шкворень сочленения, фрикционный аппарат.) Передвижение домкрата осуществляют по металлическим угольникам, уложенным вдоль внутренних бортов смотровой канавы.

При осмотре рессорного подвешивания обращают внимание на то, чтобы в хомуте и листах листовых рессор не было трещин и изломов, сдвига листов или ослабления хомута, а также не было трещин и изломов в пружинах, в рессорных подвесках и балансирах. При наличии разницы зазоров между верхом буск и боковиной рамы, а также при перекосе рессорного подвешивания его регулируют.

Осматривают подвеску тормозных башмаков, рычагов, тяг и предохранительных скоб. При обнаружении в шарнире зазора более 3 мм валики и втулки заменяют. Рычажную передачу регулируют так, чтобы выход штоков тормозных цилиндров был в норме.

Осматривают и ремонтируют автосцепку в соответствии с инструкцией МПС. Клин при наличии изгиба более 3 мм или при износе более нормы заменяют. Все детали автосцепки, не удовлетворяющие требованиям инструкции, подлежат замене. Высота головки автосцепки от рабочей поверхности рельса должна быть в пределах 980—1 070 мм.

На электровозах ВЛ60 осматривают центральные опоры, тяговые упоры и проверяют, нет ли трещин в сварочных швах. Проверяют зазор между кронштейном и опорой и при необходимости регулируют.

Осматривают возвращающее устройство опор и в случае ослабления стопорных гаек заменяют. Проверяют крепление возвращающих устройств к раме кузова и опоре. Осматривают боковые опоры кузова. Пружины и стержни, имеющие трещины, заменяют.

На электровозах ВЛ8, ВЛ23 и др. проверяют крепление пят и состояние подпятников подвижной и неподвижной опор. У амортизаторов дополнительных опор электровоза проверяют крепление их к раме кузова и тележек, а также состояние резиновых прокладок.

Если обнаружат трещины в швеллерах и листах рамы кузова, то их заваривают электросваркой после соответствующей подготовки и разделки краев трещины для обеспечения провара на всю толщину листа или полки швеллера.

При малом периодическом ремонте электропоездов осматривают раму кузова, поперечные и продольные балки, подвеску электрической аппаратуры и вспомогательных машин. В буксовом узле замеряют поперечный и продольный зазоры между корпусом буксы и буксовыми наличниками. При осмотре люлочного подвешивания проверяют соответствие нормам величины зазоров между роликовыми скользунами верхнего люлочного бруса и скользунами кузова, а также расстояния между нижней точкой люлочного подвешивания и головкой рельса. Обращают внимание на состояние люлочных брусьев, рессор, болтов, подвесок и предохранительных скоб.

На электропоездах ЭР1 обращают особое внимание на поперечные балки моторных тележек в местах установки двигателя и кронштейна подвески редуктора, на косынки соединения буксовых направляющих с продольной балкой. У тележек Рижского завода проверяют положение хомутов листовых эллиптических рессор, а у тележек Калининского завода — состояние комплекта пружин центрального подвешивания и кронштейнов для подвески гидравлических амортизаторов. Устанавливают правильность положения кулачковой муфты, ее перемещение вдоль оси, отсутствие выброса смазки из муфты. Проверяют затяжку болтов, скрепляющих полумуфты, крепление полуколец к станкам и пробок для заправки масла. Муфта должна иметь наклон 8—10 мм в сторону редуктора и свободное перемещение вдоль оси на 7—9 мм.

Осматривают щетки в корпусе заземления и крепление обратного провода к коробке корпуса. Через контрольное отверстие проверяют наличие смазки в редукторе. Проверяют шарнирные соединения серьги с редуктором и подвесным болтом. Зазор между серьгой и редуктором должен быть в средней части не менее 8 мм, зазор между вилкой серьги и предохранительной скобой — в пределах 6—8 мм. Проверяют крепление подвесного болта и состояние стопорящих устройств. Определяют места утечек воздуха из цилиндров управления дверями, электропневматических вентилях, соединений воздухопровода.

Перекося кузовов вагонов должен быть в пределах 50 мм. При большем перекосе регулируют люлочное и рессорное подвешивания. Проверяют состояние и крепление упругих переходных площадок. Осматривают состояние внутреннего оборудования вагонов.

Горячей водой с мылом промывают стены, диваны и полы. Моют или протирают кузова снаружи. Дезинфекцию и дезинсекцию вагонов приурочивают к периодическому ремонту или проводят их по специальному графику.

Тормозное и пневматическое оборудование. При периодическом ремонте проводят ревизию компрессоров. Перед осмотром компрессора необходимо спустить масло из картера, отвернуть болты и снять крышку. Внутреннюю поверхность картера протирают смоченными в керосине концями. Осматривают видимую часть стенок цилиндров и состояние шатунных подшипников. Проверяют величину зазора между шатунным подшипником и шейкой коленчатого вала, покачивая шатуны и проверяя индикаторным прибором.

При ревизии клапанов компрессора снимают крышки и вынимают все всасывающие и нагнетательные клапаны, после чего их очищают от нагара и промывают керосином. Седла также очищают, и для устранения пропуска воздуха клапаны притирают к ним. Негодные пружины и пластины клапанов заменяют новыми.

Воздушные фильтры разбирают, промывают сетки керосином и продувают сжатым воздухом. Фильтрующую набивку промывают в керосине, просушивают на воздухе, а перед закладкой в фильтр слегка смачивают в машинном масле. Проверяют крепление компрессора к фундаментной плите, а при необходимости и соосность компрессора с двигателем.

Проверяют состояние крепления и соединений воздухопроводов и резиновых рукавов, а также действие предохранительных, обратных и других клапанов. Устраняют утечки воздуха. Осматривают воздушные резервуары.

Проводят ревизию кранов машиниста и вспомогательного тормоза. Проверяют действие воздухораспределителей. Проверяют плотность тормозных цилиндров и при необходимости их разбирают.

Манометры проверяют через каждые три месяца и каждый раз при неправильном их показании. Один раз в год их предъявляют Госповерителю.

При испытании тормозов проверяют: производительность компрессоров; плотность напорной и тормозной магистралей; чувствительность приборов.

Тяговые машины и электрооборудование. При периодическом ремонте электровоза или электропоезда все доступные узлы и детали двигателей подвергают тщательному осмотру и проверке. Предварительно продувают двигатель сжатым воздухом, а затем протирают его техническими салфетками. Проверяют состояние замков и уплотнений крышек коллекторных люков. У двигателей, имевших при предварительном замере пониженную изоляцию, измеряют сопротивление изоляции в целом и отдельно взятых его элементов, которое должно быть не менее 1,5 Мом.

При меньшем сопротивлении необходимо просушить двигатель током низкого напряжения от специального агрегата или подогретым воздухом. Изоляцию в цепи обмоток якоря двигателя, катушек полюсов и кронштейнов щеткодержателей измеряют по схеме, показанной на рис. 49. При замере сопротивления изоляции мегомметром все работы на электровозе и моторном вагоне электропоезда должны быть прекращены.

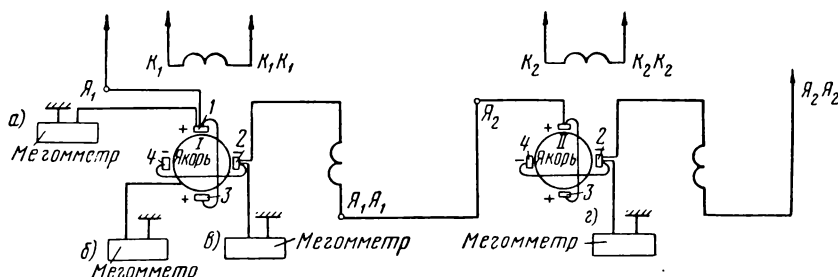


Рис. 49. Схема измерения сопротивления изоляции отдельных участков цепи двух последовательно соединенных тяговых двигателей:

а — замер сопротивления изоляции кронштейнов 1 и 3 первого тягового двигателя; б — замер сопротивления изоляции якоря; в — замер сопротивления изоляции обмотки дополнительных полюсов и кронштейнов 2 и 4 первого тягового двигателя и кронштейнов 1 и 3 второго тягового двигателя; г — замер сопротивления изоляции обмотки дополнительных полюсов и кронштейнов 2 и 4 второго тягового двигателя

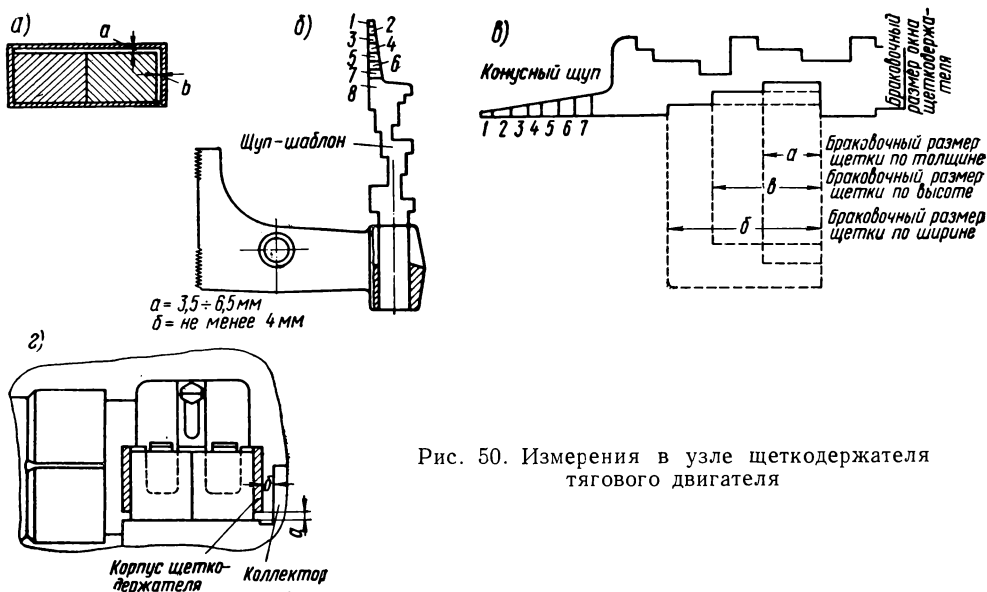


Рис. 50. Измерения в узле щеткодержателя тягового двигателя

Проводят осмотр и ревизию щеткодержателей. Кронштейны с изоляторами, имеющими повреждения глазури более 20% их длины или трещины, а также с ослабшими изоляторами заменяют.

Определяют нажатие пальцев щеткодержателей на щетки и состояние гибких шунтов. Нажатие на щетку должно быть в пределах нормы, примерно 4 кг. Замеряют щупом зазор между щеткой и корпусом щеткодержателя по толщине a и по ширине щетки b (рис. 50, а). При наличии зазора между щеткой и щеткодержателем более допустимого отдельно щупом-шаблоном проверяют размер окна под щетку (рис. 50, б) и размер щетки (рис. 50, в). Конусной частью щупа-шаблона проверяют зазоры между корпусом щеткодержателя и рабочей поверхностью коллектора a и между корпусом и петушками коллектора b (рис. 50, г). При осмотре межкатушечных соединений, перемычек между щеткодержателями и выводных проводов обращают внимание на прочность их крепления, чтобы была исключена возможность вибрации, истирания и других повреждений изоляции.

Осматривают по всей окружности коллектор, петушки коллектора, киперный бандаж конуса коллектора, лобовые металлические бандажи, видимую часть клинового крепления обмотки якоря. Дорожки между коллекторными пластинами просматривают и при надобности прочищают. Наличие выработки на рабочей части коллектора глубиной более 0,2 мм недопустимо. Подгоревшие места изоляции конуса коллектора зачищают. С коллектора и конуса удаляют металлическую и угольную пыль. Зачищенные места конуса коллектора покрывают эмалью 1201 или ГФ92-ХК. Обстукиванием болтов проверяют крепление главных и дополнительных полюсов, подшипниковых щитов, кронштейнов, выводных коробок и клин.

Вспомогательные машины очищают и осматривают так же, как тяговые двигатели. Проверяют крепление машин на фундаментах, прочность крепления остова генератора управления к мотор-вентилятору, состояние роторов вентиляторов и их кожухов.

При периодическом ремонте аппараты очищают от пыли, нагаров и оплавлений, проверяют прочность закрепления аппаратов и их деталей, а также состояние пайки наконечников, бандажировки проводов и отсутствие повреждения изоляции. При обрыве более 20% жил наконечники перепаяивают. Проверяют правильность работы электрических цепей и четкость срабатывания аппаратуры. В цилиндры пневматических приводов добавляют масло МВП или смазку ЦИАТИМ-201.

Перед осмотром пантографа (рис. 51) все детали протирают концами, смоченными в керосине, а затем сухими салфетками. Рукав, подводящий к пантографу сжатый воздух, протирают сухой чистой салфеткой.

Осматривают гибкие шунты и их крепления. Проверяют состояние проводов или медной трубки (шины), соединяющей пантографы, а на двухсекционных электровозах также соединения между кузовами. Контролируют толщину и крепление медных накладок полоза, зашлифовывают места поджогов и подплавов на накладках. Накладки заменяют при износе до толщины 2,5—3 мм. Проверяют отсутствие заедания в шарнирах пантографа. Установку полозов по уровню проверяют линейкой длиной 1 м. Конец линейки при горизонтальном ее положении не должен отстоять от полоза более чем на 20 мм. Отклонение по уровню одного полоза по отношению к другому не должно превышать 2 мм. На высоте 1 900 мм смещение центра полоза относительно центра основания пантографа должно быть не более 30 мм.

Далее проверяют нажатие полоза пантографа в пределах его рабочей высоты (400—1 900 мм). Для проверки используют динамометр до 20 кгГ. Нажатие пантографа типа П-1В на контактный провод должно быть при подъеме не менее 7—9 кгГ, а при опускании 9—11 кгГ. Разность между наибольшим и наименьшим давлением в каждой точке не должна превышать 2—3 кгГ. В случае, если не удастся обеспечить нужное нажатие регулировкой пружин, следует провести ревизию шарниров. Пантограф должен свободно подниматься при давлении воздуха в цилиндрах 3,5 ат. Необходимо помнить, что даже незначительная неисправность пантографа может привести к тяжелой аварии контактной сети с длительной задержкой движения поездов.

Для смазки полозов пантографов в настоящее время применяют сухую графитовую смазку (взамен солидолографитовой). Эта смазка снижает износ медных накладок полоза и увеличивает их пробег. Смазка состоит из двух компонентов — графита и кумароновой смолы. Графит является смазывающим и токопроводящим веществом, обеспечивающим хорошую полировку поверхностей контактных пластин и провода и уменьшение трения между ними. Кумароновая смола служит связующим веществом. При нормальной температуре смазка находится в твердом состоянии. Приготовление смазки состоит в перемешивании графита, размельченного до крупности мелкого порошка, с расплав-

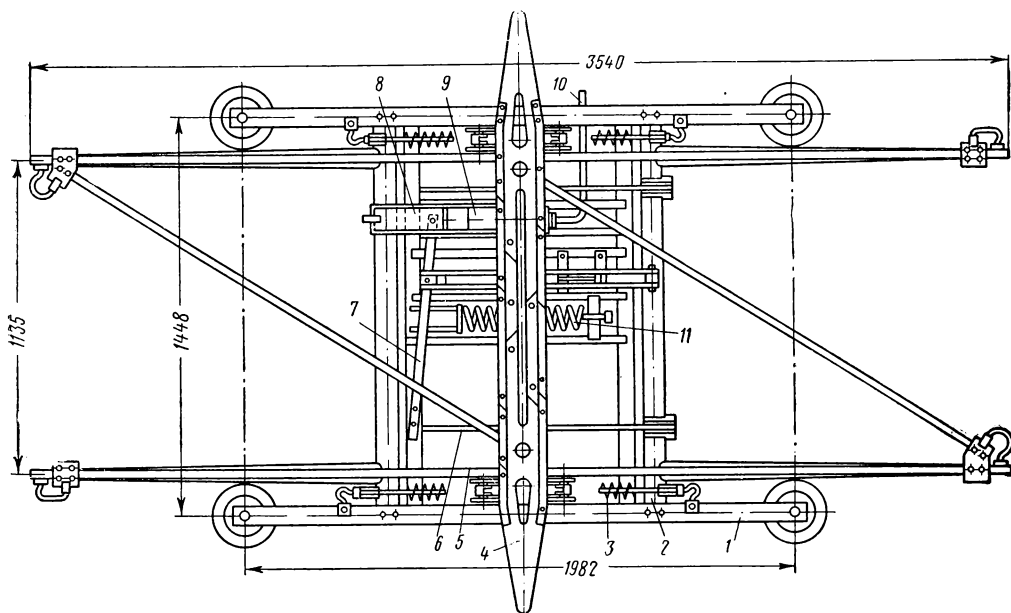


Рис. 51. Пантограф П-1В:

1—основание; 2—нижняя рама; 3—пружина подъемника; 4—полоз; 5—верхняя рама; 6—тяга; 7—рычаг; 8—кожух; 9—цилиндр; 10—труба для подвода воздуха; 11—пружина спускная

ленной смолой. Полученную массу при температуре 170—180°С наносят подогретой специальной лопаткой на нагретый до температуры 150—170°С полз пантографа.

После остывания ползца и смазки его поверхность зачищают напильником так, чтобы смазка не выступала выше уровня пластин.

В процессе эксплуатации при осмотрах в депо по мере надобности наносят на ползцы жидкую графитовую смазку (при задирах, трещинах, выкрашивании сухой смазки). Эту смазку готовят на дихлорэтане и она имеет следующий состав (в частях):

Графитовый порошок	25
Кумароновая смола	12
Дихлорэтан	63

Жидкую смазку хранят в плотно закрытых сосудах.

Быстродействующий выключатель снимают с электровоза для ремонта, если при осмотре обнаружено отсутствие пломб на регулировочных винтах и пружинах, а также в случае его неправильного срабатывания и износа контактов сверх установленной нормы. При осмотре снимают дугогасительную камеру, отвертывают ее стенку и удаляют копоть, нагар и оплавления со стенок, лучей, элементов деионной решетки, дугогасительных рогов и полюсов.

Вольтметром 0—75 в проверяют напряжение на зажимах удерживающей катушки. Для проверки площади касания силовых контактов между ними закладывают лист копировальной бумаги, вложенный между двумя чистыми белыми листами, после чего контакты замыкают и по отпечатку, полученному на одном из листов, судят о площади соприкосновения подвижного и неподвижного контактов. Эта площадь должна быть не менее 85% теоретически возможной площади касания. Пневматический привод должен включать автомат при давлении 3,5 ат и не иметь утечек.

При осмотре проверяют, что гибкий шланг пневматического привода чистый, сухой и не приближается к деталям автомата на расстояние менее 5 мм. Проверяют действие механизма низковольтных блокировок. При включенном автомате блокировки должны иметь свободный ход. Блокировочные контакты зачищают мелкой стеклянной бумагой. Все шарниры автомата смазывают маслом МВП. При установке дугогасительной камеры следят за тем, чтобы камера не имела перекосов. Зазоры между контактами и стенками камеры должны быть не менее 1 мм, а зазор между краем камеры и пластинами контактного рычага — не менее 7 мм. Динамометром на 25 кг замерыют давление силовых контактов. Это давление должно быть не менее 21 кг, а на электровозах ЧС — 40 ± 3 кг.

При осмотре электропневматических, групповых и электромагнитных контактов литые детали (держатели подвижного и неподвижного контактов), имеющие трещины, заменяют. Осматривают контакты, изоляционные стойки, рычаги, тяги, проверяют выводы и пайку концов дугогасительных катушек. При необходимости запиливания контактов следует пользоваться шаблоном для сохранения профиля, соответствующего чертежу. Далее проверяют соответствие нормам величин раствора и провала. Для проверки используют проходной и непроходной шаблоны и конусный (клинообразный) шуп. Раствор *a* (рис. 52) — минимальное расстояние между контактами при отключенном положении контактора. Провал, или притирание, — это максимально возможный ход подвижного контакта при повороте его до упора при отключенном контакторе. На рис. 52 величина провала будет представлять собой разность размеров

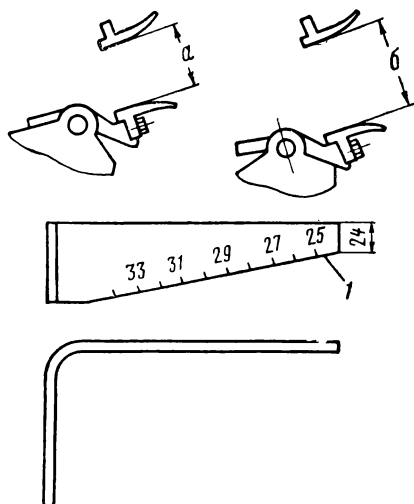


Рис. 52. Измерение раствора и провала (притирания) контактов контактора (провал *б*—*а*):

1 — шаблон для измерения провала контактов

б и а. В табл. 13 приведены значения величин раствора и провала для контакторов различных типов.

Таблица 13

Тип контактора	Величина раствора, мм	Величина провала, мм	Тип контактора	Величина раствора, мм	Величина провала, мм
ПК	24—27	10—12	МК15-01	30—34	5—7
КВЦ-2А	10—13	4— 6	КПМ-220	9—11	5—6
МК-310Б1	30—34	7— 9	КПВ-503	15—18	3,5—4,2

Плотность соприкосновения контактов проверяют закладыванием между ними белой и копировальной бумаги, как это было уже описано. Затем контролируют величину нажатия контактов, как показано на рис. 53. Между контактами закладывают лист бумаги, после чего контактор включают. Оттягивая подвижной контакт динамометром, фиксируют показание последнего в момент освобождения бумаги. В табл. 14 приведены величины начального и конечного нажатия контактов для контакторов различных типов.

Таблица 14

Тип контактора	Контактное нажатие, кг		Тип контактора	Контактное нажатие, кг	
	начальное	конечное		начальное	конечное
ПК	3,5—5	Не менее 27	МК	0,8—1,3	1,8—2,7
ПКГ	4—5	16—20	КПВ-503	—	5—7
КВЦ-2А	3—3,5	6,5—7,0	КТПВ-521	—	0,8—1,0

При осмотре контакторов всех типов обращают внимание на состояние поверхностей, покрытых электроизоляционной эмалью. Покраска может быть восстановлена после зачистки поврежденного места.

Для проверки действия привода ПКГ нажимают ручную кнопку вентиля группового переключателя и по секундомеру наблюдают за временем полного поворота вала. При нормальном давлении воздуха поворот вала происходит за 2,1—3,5 сек. В случае замены одного или нескольких контакторов группового переключателя проверяют принудительное отключение контакторов и диаграмму включения.

Для смазки аппаратов употребляют масло вазелиновое приборное (МВП), смазку УТВ и графитовую смазку. Масло МВП при периодическом ремонте вводят в цилиндры пневматических приводов индивидуальных контакторов в количестве 1—3 см³, в цилиндры ПКГ — в количестве 3—5 см³. Смазку УТВ запрессовывают в шариковые подшипники валов, графитовой смазкой смазывают шестерни и рейки ПКГ.

При осмотре пусковых, стабилизирующих и переходных сопротивлений очищают и проверяют подвесные, опорные и ребристые изоляторы. Изоляторы, имеющие трещины, сколы или повреждения глазури свыше 20% длины возможного перекрытия дугой, заменяют исправными. Нельзя зачищать фарфоровые изоляторы наждачной или стеклянной бумагой. Осматривают фехралевые ленты или элементы сопротивлений, перемычки, зажимы выводов, шайбы и трубки. Проверяют надежность соединений,

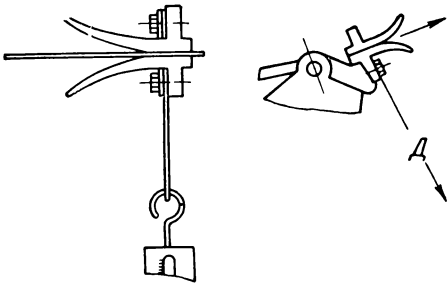


Рис. 53. Проверка величины нажатия контактов:
Д — усилие динамометра

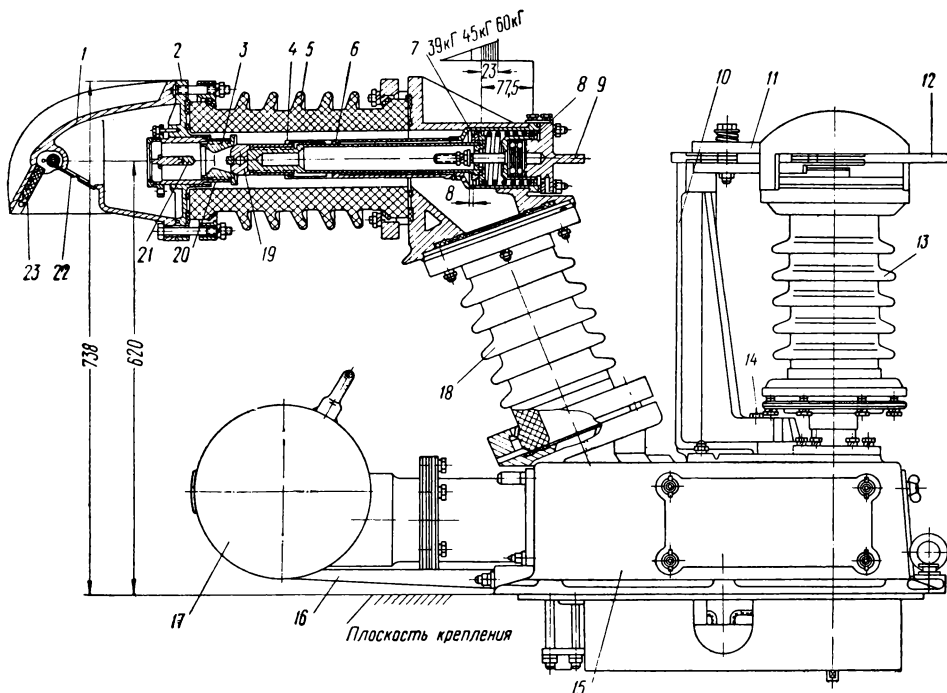


Рис. 54. Общий вид выключателя BOB-25-4:

1 — головка; 2 — фланец дугогасительной камеры; 3 — контакт неподвижный; 4 — токосъемные ламели; 5 — изолятор дугогасительной камеры; 6 — направляющий цилиндр; 7 — поршень; 8 — буферное устройство; 9 — неподвижный контакт разъединителя; 10 — заземляющая стойка; 11 — ножи разъединителя; 12 — высоковольтный вывод; 13 — изолятор поворотный; 14 — болт заземления; 15 — рама силовая; 16 — труба; 17 — резервуар для сжатого воздуха; 18 — изолятор наклонный; 19 — контакт подвижной; 20 — втулка; 21 — ограничитель; 22 — выхлопной клапан; 23 — амортизатор

крепление и целостность рам, изолированных шпилек, крепят опорные и стяжные болты.

Измеряют мегомметром сопротивление изоляции ящиков сопротивлений (оно должно быть не менее $1,5 \text{ Мом}$). В случае заниженного сопротивления изоляции ее проверяют по отдельным участкам: элемент — шпилька; шпилька — рама; рама — земля. Проверяют соответствие величины пусковых сопротивлений установленным нормам.

Недопустимо наличие элементов сопротивлений типа КФ с разрушенными ребристыми изоляторами или перегоревшей спиралью и касание витков ленты между собой.

На электровозах и электропоездах переменного тока при малом периодическом ремонте, кроме работ, предусмотренных для электровозов постоянного тока, выполняют следующие основные работы. Главный выключатель BOB-25-4 (рис. 54) подвергают ревизии. При этом снимают колпак, вскрывают дугогасительную камеру, проверяют откидные крышки, снимают корпус и зачищают контакты. Внутреннюю поверхность изолятора дугогасительной камеры и опорного изолятора протирают чистой салфеткой, смоченной в бензине.

Контакты зачищают стальной хромированной пластинкой, не допуская излишнего съема их посеребренной поверхности. При сборке дугогасительной камеры добиваются, чтобы подвижной контакт вжимался в неподвижный на глубину 8 мм, которую регулируют вращением втулки неподвижного контакта.

Для осмотра подвижных ножей снимают колпак поворотного изолятора. Проверяют состояние и крепление ножей, кронштейна заземления, а также подшипников, нижнего фланца и других частей.

После регулировки проверяют работу выключателя при действии всех электромагнитов, реле и автомата минимального давления. Проверку выполняют при помощи переносного пульта, электрическая схема которого показана на рис. 55.

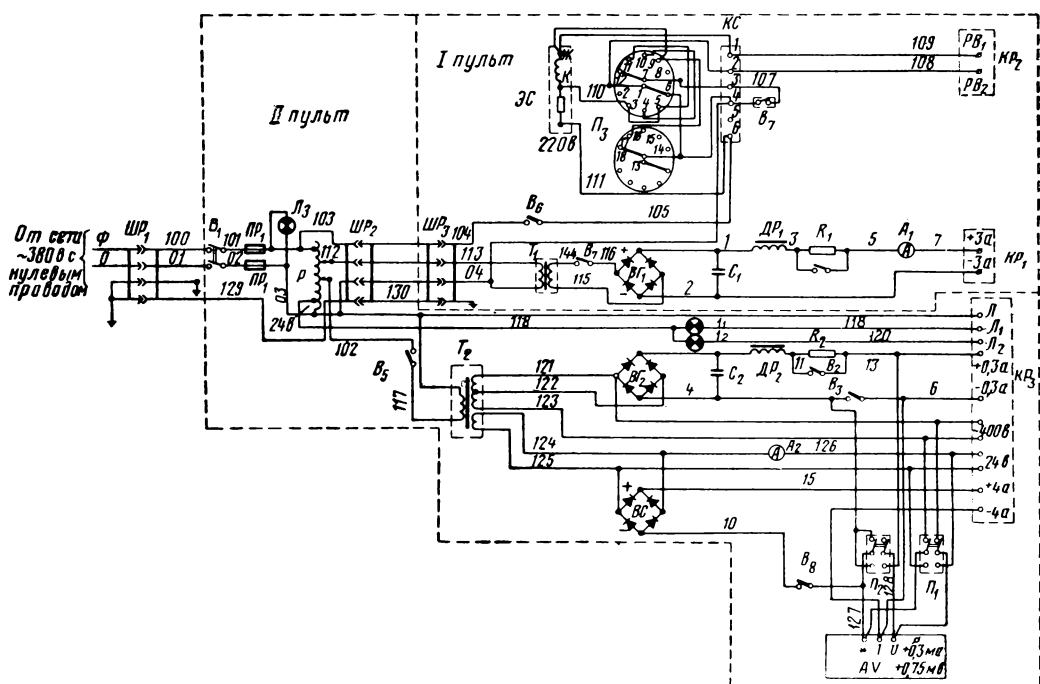


Рис. 55. Принципиальная электрическая схема переносных пультов для проверки аппаратов электровоза ВЛ60 и электропоезда ЭР9:

ШР₁, ШР₂, ШР₃ — штепсельные разъемы 500 в, 5 а; Л₁, Л₂ — сигнальные лампы матовые; Л₃ — красная лампа; Р — регулятор напряжения 0—250 в, 0,5 а; Т₁ — трансформатор 220/127—5 в; Т₂ — трансформатор 220/400—24 в; ДР₁ — дроссель 3,5 а, 0,02 гн; ДР₂ — дроссель 0,5 а, 0,33 гн; ВГ₁, ВГ₂ — диоды германиевые ($U_{обр. тах} = 120$ и 220 в); ВС — селеновый выпрямитель $U_{обр} = 18$ в; $i_{вып} = 4$ а; с₁, с₂ — конденсаторы 150—300 в, 50 мкф; ЭС — электросекундомер ПВ 531Ц; В — выключатели «Тумблер» 220 в, 5 а; П₁ — переключатель пакетный; П₂ — переключатель двухполюсный с фиксацией в трех положениях; П₃ — переключатель пакетный (чертеж УСЗ. 600.409)

Выключатель опробуют от электромагнитов оперативного управления при давлении 9 ат и напряжении 32,5 в постоянного тока. Электромагниты обеспечивают открытие соответствующих клапанов. Включающий электромагнит должен втягивать якорь, а удерживающий — удерживать его во втянутом положении. Прямодействующий магнит должен обеспечивать отключение выключателя при токе в его катушке 10—11 а для электровозов и 15 а для электропоездов.

Автомат регулируют на замыкание контактов при увеличении давления в баке до 5,8_{—0,2} ат и размыкание их при снижении давления до 4,8_{—0,2} ат. Ток установки регулируют изменением положения регулировочных гаек.

У главного трансформатора электровозов до постановки в ремонт так же, как и при осмотре, проверяют его исправность по гудению во включенном состоянии. То же относится и к трансформаторам, установленным на электропоездах (рис. 56). Трансформатор и его арматуру протирают, а радиатор продувают сухим сжатым воздухом. Изоляторы, имеющие повреждение глазури не более 15% длины, очищают и протирают насухо. Места поврежденной глазури покрывают эмалью 1201 или ГФ92-ХК.

Проверяют отсутствие течи масла у трансформатора в местах уплотнений крышек и изоляторов, в соединениях маслопровода, в сварных швах бака, так как попадание масла на провода и кабели портит их изоляцию.

Сопротивление изоляции обмоток трансформатора между собой и относительно корпуса проверяют мегомметром на 2 500 в. При выпуске из периодического ремонта сопротивление изоляции обмоток должно быть не менее 50 Мом. В случае заниженного сопротивления проводят анализ масла и при необходи-

мости сливают его и заменяют другим. Трансформаторное масло не должно иметь примесей воды. При необходимости масло сушат при помощи центрифуги и фильтрпресса.

Воздухоочиститель осматривают и, если необходимо, снимают для замены осушителя — силикагеля. Контролируют состояние осушителя через смотровое окно по силикагелю, пропитанному хлористым кальцием и хлористым кобальтом, что придает ему голубую окраску. Появление желто-розовой окраски силикагеля свидетельствует о поглощении им влаги. Восстанавливают силикагель нагреванием его до 400—500° С.

Проверяют также состояние и прочность крепления выводных проводов трансформатора, его ошиновку и заземление.

Выпрямительную установку и электронную защиту так же, как и на профилактическом осмотре, тщательно осматривают, очищают и продувают. Для отсоса пыли при продувке выпрямительной установки электропоезда ЭР9 применяют специальное передвижное устройство. Вентили протирают технической салфеткой, а при сильном загрязнении салфетку смачивают бензином.

Переносным универсальным прибором проверяют каждый блок вентиля и шунтирующих цепочек (рис. 57). В установке УВП-1 провода от прибора присоединяют к радиатору и шунту каждого вентиля. Отклонение стрелки миллиамперметра в одном из двух положений тумблера указывает на неисправность вентиля или цепочки сопротивления $R_{ш}$, а отклонение в обоих положениях — на неисправность цепочки сопротивления R_p и конденсаторов C . Сопротивление изоляции радиаторов должно быть не менее 10 *Мом*, а выводных проводов — 1,5 *Мом*.

При проверке быстродействующих разъединителей РБ-101Б с блоком датчиков пробоя вентиля и быстродействующих контакторов КМБ-ЗД их также продувают, осматривают силовые и блокировочные контакты, проверяют выключающие пружины, защелки, регулируют раствор, провал и нажатие контактов.

Для осмотра и проверки блока защиты его разряжают и также продувают. Электрическая схема блока защиты приведена на рис. 58. При осмотре блока проверяют качество пайки соединений, состояние предохранителей, искровых и сигнальных реле. Осматривают сигнальное табло и панели управления. При проверке блоков защиты измеряют величину напряжения на выводах. Про-

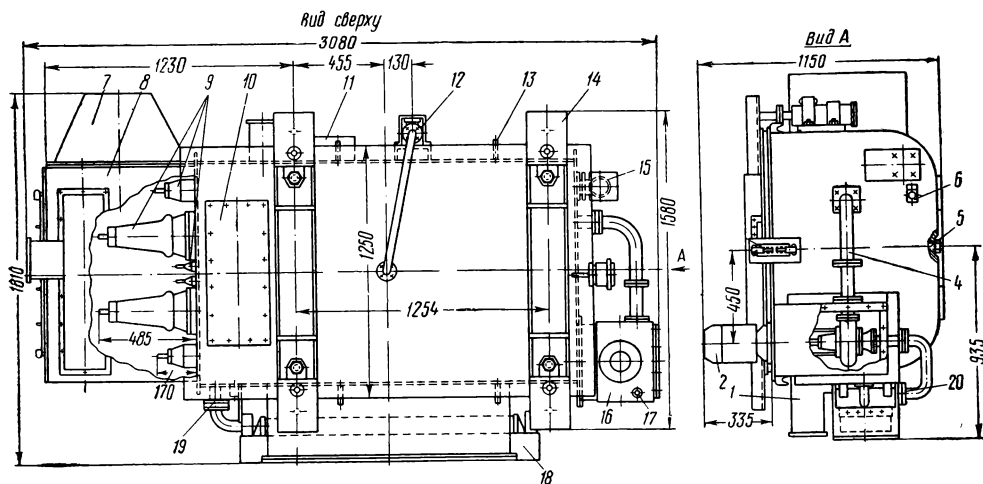


Рис. 56. Общий вид трансформатора ОЦР-1000/25 электропоезда ЭР9:

1—воздуховодный патрубок; 2—привод масляного насоса; 3—маслоуказатель; 4—патрубок маслопровода; 5—пробка отверстия для спуска масла; 6—пробка отверстия для взятия пробы масла; 7—фланец крепления высоковольтного кабеля; 8—коробка с выводами; 9—изоляторы выводов; 10—крышка люка для соединения отводов; 11—термометрический сигнализатор; 12—воздухоосушитель; 13—крюк для подъема трансформатора; 14—балка подвески трансформатора к кузову; 15—кран-вентиль для слива масла; 16—камера масляного насоса; 17—пробка отверстия для долива масла; 18—охлаждители (радиаторы); 19, 20—краны трубопроводов охладителей

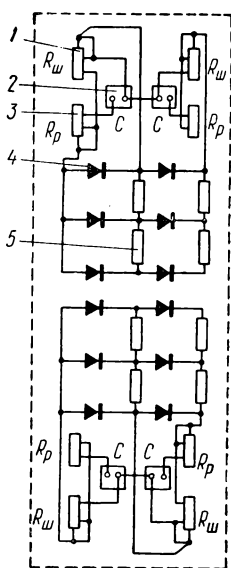


Рис. 57

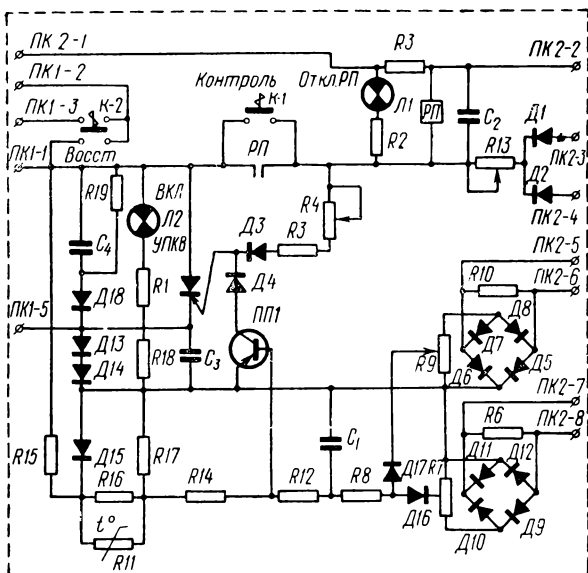


Рис. 58

Рис. 57. Схема соединения вентилей в блоке выпрямительной установки УВП-1:
1 — шунтирующее сопротивление $R_{ш}$; 2 — разрядный конденсатор C ; 3 — сопротивление разрядного контура R_p ; 4 — вентиль полупроводниковый; 5 — сопротивление связи

Рис. 58. Принципиальная электрическая схема блока защиты выпрямительной установки:
 $D1 \div D12$, $D18$ — диоды германиевые Д7Г; $D13$, $D14$ — стабилитроны Д-809; $D15$, $D16$, $D17$ — диоды кремниевые Д-103; УПКВ — вентиль управляемый УПКВ-50-15; ПП1 — триод германиевый П-25

ряют срабатывание быстродействующих контакторов или разъединителей от кнопки контроля, а также действие сигнальных ламп. Установку электронной защиты проверяют на пробой вентилей. Проверяют групповой переключатель ЭКГ-60/20, плавность работы его редуктора, уровень масла и отсутствие утечек. Вскрывают и смазывают цилиндры привода. Регулируют предохранительную муфту сервомотора. Проверяют развертку главного кулачкового вала. Осматривают и ремонтируют также реакторы, панели и блоки аппаратов, электропечи.

Контроллеры машиниста проверяют по таблице включения контактов. Устраняют ненормальные разрывы между контактами и свободный ход барабанов. Проверяют исправность механических блокировок. Проверяют регулятор напряжения и реле обратного тока. Контролируют срабатывание автоматического выключателя управления, регулятора давления.

Осматривают и протирают банки аккумуляторной батареи, перемишки и пробки. На электропоездах все элементы вынимают из ящиков. Проверяют уровень и плотность электролита и при необходимости доливают банки дистиллированной водой или электролитом. Замеряют напряжение каждого элемента и при его величине менее 0,9 в элемент заменяют. Выполняют ускоренную подзарядку аккумуляторной батареи.

При малом периодическом ремонте электросекций и электропоездов ящики электрической аппаратуры очищают и продувают внутри сухим сжатым воздухом. Ящики, их крышки уплотнения и замки тщательно осматривают и ремонтируют.

Мегомметром на 2 500 в измеряют сопротивление изоляции ящиков аппаратов, тяговых двигателей, вспомогательных машин и проводов электрических цепей по отношению к кузову вагона. Проверяют целостность проводов и отсутствие замыкания между ними. Кроме того, измеряют величину пусковых сопротивлений.

Сопротивление изоляции низковольтных цепей измеряют мегомметром на 500 в при установленных сигнальных лампах, лампах освещения и всех низковольтных предохранителях, включенных кнопках выключателей и включенном разъединителе цепи управления. Полупроводниковые вентили (диоды) необходимо шунтировать или отсоединять. Целость низковольтных проводов проверяют прозвоночной лампой 12 в или специальным прибором. Проверяют реле перегрузки, дифференциальное, боксования и другие, действие якорей и механизмов восстановления, регулируют раствор и провал контактов.

У электропоездов ЭР1 корпуса индуктивного и конденсаторного фильтров протирают, проверяют их исправность и крепление к крыше. Тщательно проверяют механизм безопасности контроллера. При отпуске главной рукоятки в одном из ее рабочих положений пневматический клапан безопасности должен быстро сработать, а при закрытом его положении — не должно быть утечки сжатого воздуха.

§ 34. Большой периодический ремонт

При большом периодическом ремонте электроподвижного состава, кроме работ по перечню малого периодического ремонта, выполняют следующие дополнительные работы.

Обточка бандажей колесных пар без выкатки. Станки, применяемые для обточки бандажей колесных пар электроподвижного состава, различают по способам приведения во вращение колесной пары и по режущему инструменту. Сравнительно несложны станки для обточки бандажей движущих колесных пар электровозов и моторных вагонов электропоездов такого типа, при котором колесная пара получает вращение от соединенного с ней тягового двигателя, питаемого от специального мотор-генератора пониженным напряжением постоянного тока, а резание осуществляется резцами. Станки этого типа, устанавливаемые на одном из стоек большого периодического ремонта, имеют два суппорта для одновременной обточки правой и левой стороны колесной пары и устройство для ее вывешивания.

Для обточки электровоза устанавливают так, чтобы колесная пара, подлежащая обточке, опиралась на раздвижные рельсовые вставки. Домкратами поднимают двигатель или непосредственно колесную пару, чтобы бандажи поднялись над рельсовыми вставками на 5—10 мм, после чего вставки по особым полозкам отодвигают в сторону. Регулируя возбуждение генератора, устанавливают необходимое напряжение и начинают обточку. Мощность генератора составляет 40—60 квт, напряжение до 250 в. Для ускорения процесса обточки одновременно работают два токаря — каждый своим суппортом.

В большинстве случаев при станках такого типа ось колесной пары в центрах не зажимают, так как усилия на резцах не в состоянии изменить положение в пространстве колесной пары, которая прижата к подшипникам давлением 23—25 Т. Допуск на биение осевых шеек (0,7 мм) значительно меньше допуска на биение окружности бандажа (1,3 мм). Взаимное расположение суппортов станка и бандажей обрабатываемой колесной пары показано на рис. 59.

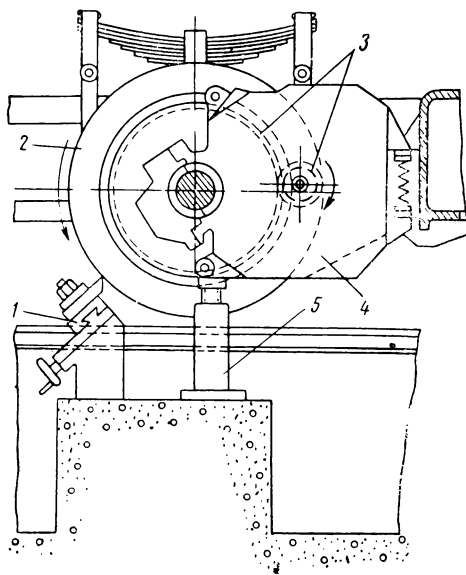


Рис. 59. Схема обточки бандажей колесной пары без выкатки:

1 — суппорты; 2 — колесная пара; 3 — зубчатая передача; 4 — тяговый двигатель; 5 — домкрат

В настоящее время для обточки бандажей колесных пар без выкатки из-под кузова в депо устанавливают станки нового типа, в которых вращение колесной пары происходит от опорно-приводных роликов, а резание осуществляют профильными фрезами, имеющими собственный привод. Общий вид такого станка типа КЖ-20, выпущенного Краматорским заводом, показан на рис. 60.

На раме этого станка с обеих сторон установлены фрезерные головки, опорно-приводные ролики и бабки с центрами для зажимания оси обрабатываемой колесной пары. Гребнями бандажей колесную пару устанавливают в V-образный паз опорно-приводных роликов, которые через редуктор соединены с двигателем мощностью 1,75 квт. После установки колесной пары подвижную часть станка гидравлическим приводом поднимают в рабочее положение, рельсовые вставки убирают, а центры бабок вводят в центры оси. На станке можно обтачивать колесные пары вагонов без выкатки из-под кузова, а также отдельные выкатенные колесные пары, так как конструкция станка позволяет увеличивать за счет давления силу трения между гребнями бандажа и опорно-приводными роликами при помощи специальных натяжных устройств.

Фреза (рис. 61) имеет 10 спиральных граней, на которых в шахматном порядке расположены 110 цилиндрических твердосплавных резцов, образующих профиль бандажа. Скорость вращения фрезы — 93; 123; 175 об/мин, мощность

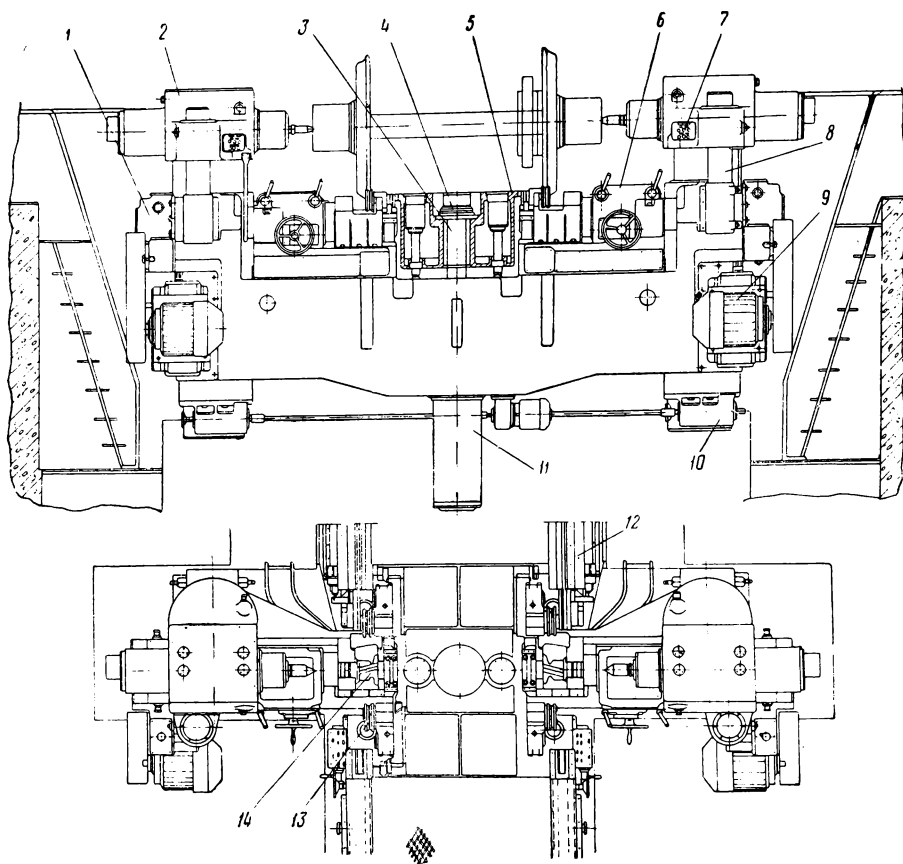


Рис. 60. Общий вид фрезерного станка типа КЖ-20 для обточки бандажей колесных пар без выкатки:

1—С-образная рама станка; 2—центровая бабка; 3—шток гидравлического цилиндра опоры рамы; 4—сферическая опора штока; 5—станина; 6—фрезерная бабка; 7—пульт управления; 8—цилиндрические направляющие центровых бабок; 9—электродвигатель привода; 10—механизм передвижения центровых бабок; 11—гидравлический цилиндр; 12—убирающаяся рельсовая вставка; 13—ведущие ролики; 14—фреза

ее двигателя 20 *квт*. Бандаж обрабатывают за один оборот колесной пары при скорости вращения 60—400 *мм/мин*.

Толщина снимаемого слоя металла 6—11 *мм*. Время обработки одной колесной пары вместе с установкой составляет 40—45 *мин*, что позволяет обточить все колесные пары шестисоснового электровоза за 5—5,5 *ч*. Общая мощность приводов составляет около 40 *квт*, вес станка 37 *т*.

При обточке колесных пар без выкатки из-под кузова диаметр бандажа измеряют специальной угловой скобой или же определяют по линейке на станке КЖ-20.

Ревизия опор кузова. При ревизии осматривают шкворневые балки кузова и тележек, проверяют состояние опор и их крепление, а также измеряют зазоры в центральных и скользящих опорах, а у подвижного подпятника — его зазоры в шкворневой балке тележки. В случае обнаружения трещин в опоре или шкворневой балке, поврежденных болтов, а также при наличии предельных зазоров в элементах опор, исправление которых невозможно без разборки узла, поднимают кузов.

При подъеме кузовов электровозов ВЛ8 их расцепляют, для чего отсоединяют гибкие шунты на крыше между кузовами, а также межкузовные провода высокого напряжения и розетки низковольтной цепи, также выпрессовывают шкворень между второй и третьей тележками.

При ревизии дополнительных опор осматривают крепление их основания к раме кузова. В случае необходимости (при трещинах по сварочным швам) срубают старые швы и восстанавливают их электросваркой. Осматривают состояние резиновых прокладок, негодные (выдавленные и разорванные) заменяют.

На электровозах ВЛ60 осматривают боковые и вертикальные ограничители и проверяют зазоры между упорами и наделками на раме тележки. У боковых ограничителей этот зазор должен быть в пределах $20 \div 45$ *мм* с каждой стороны. Разница толщины прокладок с правой и левой сторон кузова допускается не более 10 *мм*. Зазор в вертикальном ограничителе должен быть не менее 4 *мм*.

После подъема кузова электровоза ВЛ60 осматривают центральные и боковые опоры. При наличии суммарного зазора между стойкой центральной опоры и тяговыми упорами (рис. 62) более 1,5 *мм* регулируют зазор до 0,2—0,6 *мм* путем постановки прокладок под марганцовистые наделки или наплавкой их поверхности. Особое внимание обращают на состояние верхних и нижних резиновых конусов. Порванные и раздавленные конусы заменяют.

Ревизия сочленения. При этой ревизии так же, как и на малом периодическом ремонте, сначала проверяют видимые зазоры между шкворнем и втулками и вертикальные зазоры между приливами и тележек. Затем вынимают шкворень и измеряют зазор между шаром и его гнездом. В случае наличия предельных зазоров и потребности ремонта сочленения с разборкой поднимают кузов и выкатывают тележки. Суммарный зазор между приливами тележек № 1 и 2, 3 и 4 электровоза ВЛ8 должен быть в пределах 11—30 *мм*, а между тележками 2 и 3—70—90 *мм*. Зазор между шкворнем и втулкой, а также между шкворнем и шаром должен быть не более 2 *мм*. Шупом замеряют зазор между шаром и гнездом.

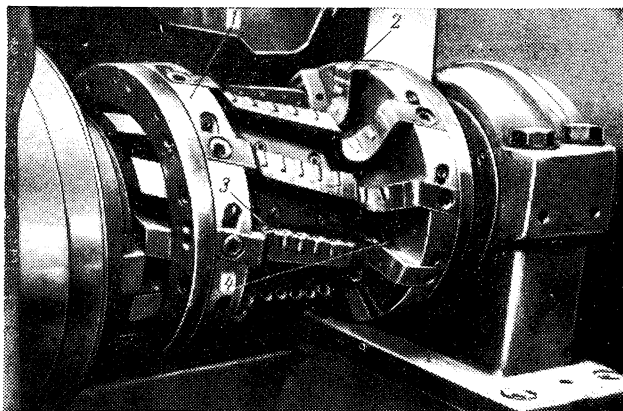


Рис. 61. Общий вид фрезы:

1 — корпус; 2 — пластина; 3 — резец; 4 — крепежный винт реза

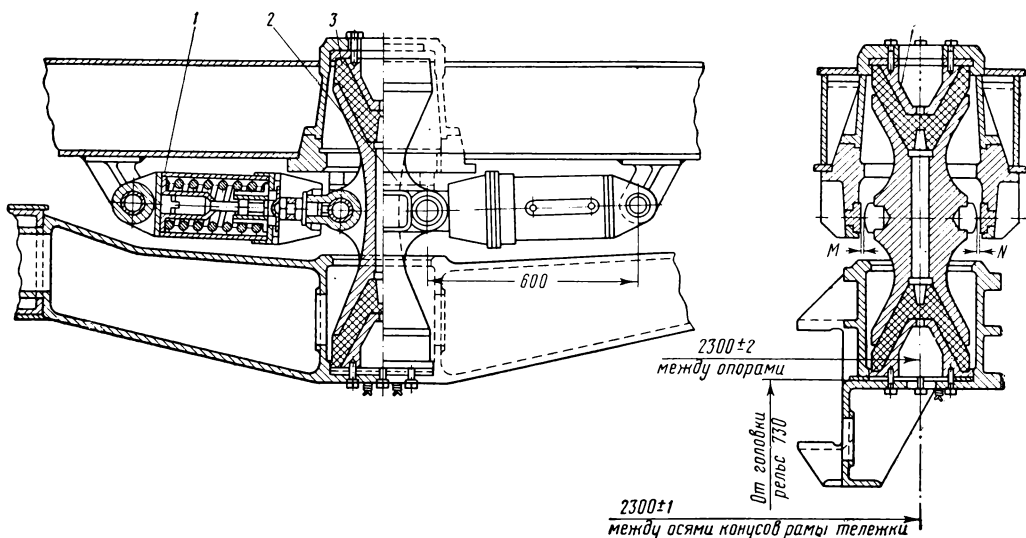


Рис. 62. Центральная опора кузова электровоза ВЛ60:

1 — возвращающее устройство; 2 — маятниковая опора; 3 — резиновый конус (амортизатор); 4 — опорный конус; М и N — зазоры между марганцовистыми накладками кронштейна и опоры

Он не должен превышать 1,0 мм. При большем зазоре разбирают гнездо шара для удаления прокладок.

Осмотр привода электровоза ЧС2. Привод тягового двигателя электровозов ЧС2 и ЧС3 очищают снаружи и обдувают сжатым воздухом. Осматривают и проверяют посадки поводков на карданном валу и на торце шестерни легким обстукиванием их молотком. При ослаблении поводков отсоединяют наружную крестовину с подшипниками от поводка на шестерне, сдвигают карданный вал до упора в сторону тягового двигателя и тщательно осматривают крепление поводков.

В случае ослабления поводка шестерни выкатывают колесную пару с редуктором. При ослаблении поводка вала выкатывают тележку и снимают тяговый двигатель. Ослабшие поводки заменяют или ремонтируют в объеме подъемного ремонта.

При осмотре проверяют затяжку и фиксацию к поводкам наружной крестовины болтов корпуса игольчатых подшипников. Ослабшие болты подтягивают и фиксируют стопорными шайбами. Далее проверяют крепление и плотность пробки и масленки на наружной крестовине. Негодные уплотнения заменяют. При отсутствии шарика заменяют масленку.

Заправляют консистентной смазкой масленку наружной крестовины и добавляют при необходимости индустриальное масло № 20 или 50 во внутреннюю полость якоря через специальный болт на подшипниковом щите со стороны коллектора.

Ревизия главного выключателя ВОВ-25-4. При большом периодическом ремонте электровозов и электропоездов переменного тока главный выключатель ВОВ-25-4 снимают, продувают, разбирают узлы и протирают их. При разборке высоковольтной части снимают колпак поворотного изолятора, разбирают ножи, проверяют состояние подшипников, шпильки фланца изолятора и ножа заземления. Далее снимают подвижной нож и разбирают дугогасительную камеру. Снимают воздушный резервуар.

Поворачивают выключатель на кантователе и разбирают механизм нижней части; отсоединяют провода от рейки зажимов; снимают блокировочно-сигнальный аппарат. Осматривают и протирают главный вал и пружины. Изоляторы очищают и при необходимости заменяют. Проверяют и зачищают контактные поверхности подвижного и неподвижного контактов, зачищают контактные ножи, износы их восстанавливают наплавкой. Площадь касания

контактов, а также ножей должна быть не менее 80% их рабочей поверхности. Проверяют также буферные устройства и другие узлы. Все трущиеся части смазывают смазкой ЦИАТИМ-201.

Проверяют, регулируют и испытывают выключатель на стенде для проверки аппаратов переменного тока, как и при малом периодическом ремонте. Замеряют также расстояние между разомкнутыми ножами, которое должно быть не менее 230 ± 5 мм. Угол поворота главного вала должен составлять $58-63^\circ$.

Собственное время отключения автомата при прекращении питания удерживающих катушек должно быть не более 0,04 сек, время запаздывания 0,03—0,035 сек, собственное время выключения от выключающего магнита не более 0,14 сек.

Испытывают также электрическую прочность изоляции высоковольтной цепи выключателя напряжением 80 кВ переменного тока 50 Гц, а цепи управления — напряжением 2 кВ.

Ревизия главного трансформатора. К неблагоприятным условиям работы трансформаторов на электроподвижном составе следует отнести значительную неравномерность нагрузки и динамические усилия при трогании, движении и торможении поезда. Поэтому трансформаторы подвергают ревизии, частота которой зависит от работы оборудования силовой цепи и количества коротких замыканий главным образом на секциях тяговых обмоток.

При большом периодическом ремонте электровозов выполняют ревизию трансформаторов с выемкой керна (активной части). На электропоездах для ревизии необходимо снимать трансформатор. При ревизии устраняют обнаруженные дефекты трансформатора. Из бака сливают грязное масло и после сборки заливают сухим маслом. Берут пробу и испытывают масло на пробу, температуру вспышки и влажность.

Ревизию трансформатора и его испытания выполняют также при подъемочном ремонте электроподвижного состава.

Эксплуатация трансформаторного масла. Для трансформатора масло играет весьма ответственную роль: оно служит основной охлаждающей средой, а также диэлектриком, повышающим электрическую прочность всего аппарата. Масло заполняет воздушные полости и поры и затрудняет попадание туда воздуха и влаги.

При работе трансформатора в масле происходят изменения, снижающие его качество. Под влиянием высокой температуры и взаимодействия с кислородом воздуха масло окисляется, а из него выделяются осадки и вода. Осадки отлагаются на поверхности катушек, забивают поры и ухудшают тем самым теплоотдачу обмоток. Образующиеся при старении масла кислоты разрушают изоляцию обмоток, вызывают коррозию стальных стенок бака трансформатора и ухудшают диэлектрические свойства масла. Эти свойства масла ухудшаются также в результате поглощения воды из воздуха. Зависимость пробивного напряжения трансформаторного масла от содержания воды в процентах представлена на рис. 63.

Удельный вес трансформаторного масла колеблется в пределах 0,84—0,9, поэтому вода может быть отделена от масла или отстоем, или центрифугированием, которое служит наиболее эффективным способом сушки масла, так как при этом вода и осадки отделяются от масла в течение долей секунды, в то время как при отстое для этого необходимы месяцы.

Центрифуга, применяемая для очистки трансформаторного масла (рис. 64), состоит из: маслоочистительного барабана, в котором расположено на расстоянии 0,3—0,4 мм друг от друга до 50 конических тарелок; сборника масла, внутри которого со скоростью 4 000—7 000 об/мин вращается

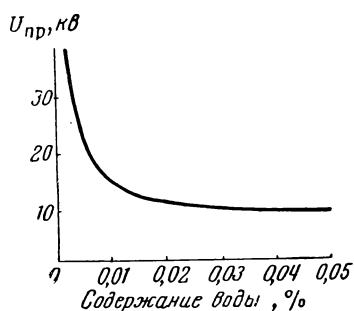


Рис. 63. Зависимость пробивного напряжения трансформаторного масла от содержания воды

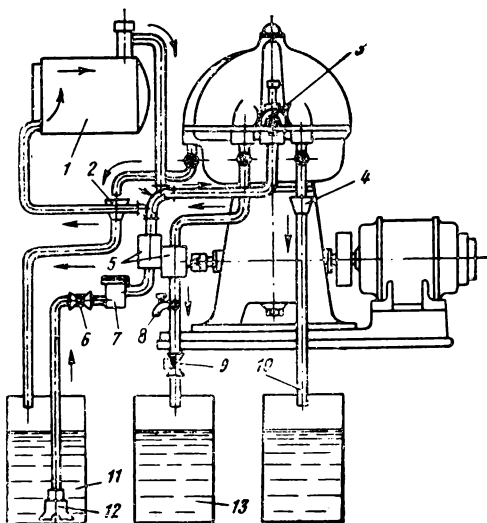


Рис. 64. Центрифуга НСМ-3 для очистки трансформаторного масла:

1 — электроподогреватель; 2 — воронка для наблюдения; 3 — кран для отбора проб грязного масла; 4 — воронка для наблюдения; 5 — насосы; 6 — кран проходной прямой; 7 — фильтр; 8 — кран для отбора проб чистого масла; 9 — трехходовой кран для определения производительности; 10 — сток отходов (воды) при пурификации; 11 — бак грязного масла; 12 — всасывающий невозвратный клапан; 13 — бак чистого масла

маслоочистительный барабан; приводного механизма; двигателя с реостатом; всасывающего и нагнетающего насосов; электроподогревателя.

В зависимости от степени загрязнения масла центрифугу собирают различно и работает она соответственно в двух режимах — при сильном обводнении (до 3% воды) в режиме очистки (пурификации) и при содержании воды до 0,3—0,4% в режиме осветления (кларификация). Трансформаторное масло очищают главным образом по циклу осветления. Повышенная вязкость масла при низких температурах затрудняет отделение воды и других загрязнений, поэтому масло в центрифуге следует подогревать до 45—55° С. Производительность центрифуги 1 500 л/ч.

Для окончательного удаления шлама и воды после центрифуги масло пропускают через фильтр-пресс (рис. 65), где масло под давлением до 4—5 ат прогоняют через картон. Производительность фильтр-пресса должна быть примерно равной производительности центрифуги.

Далее определяют температуру вспышки масла, т. е. температуру, при которой пары масла в смеси с воздухом воспламеняются при поднесении открытого пламени. Само масло при этой температуре воспламениться не должно.

Аппарат для определения температуры вспышки (рис. 66) состоит из медного сосуда, в который наливают испытуемое масло. При помощи горелки температуру масла медленно поднимают (со скоростью не более 2° в минуту). За

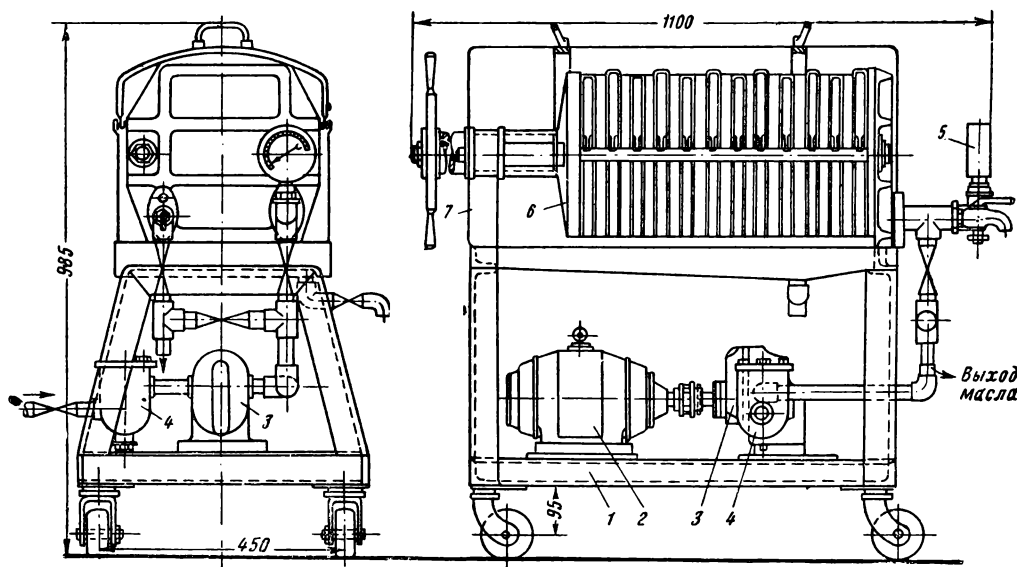


Рис. 65. Фильтр-пресс для очистки масла:

1 — рама фильтр-пресса; 2 — электродвигатель; 3 — шестеренчатый насос; 4 — сетчатый фильтр; 5 — манометр на 10 ат; 6 — рамочный фильтр-пресс; 7 — кожух

10° до предполагаемой температуры вспышки берут первую пробу путем наклона к отверстию в крышке сосуда газовой или спиртовой горелки. Температуру вспышки фиксируют, если по всей поверхности масла образуется синее пламя. Согласно ГОСТ 982—56 температура вспышки трансформаторного масла должна быть не ниже 135° С.

Вязкость масла определяют вискозиметром Энглера. Зависимость вязкости масла в градусах Энглера от температуры следующая:

Температура масла, °С	0	10	20	30	40	50	60
Вязкость, градусы Энглера	15,1	7,78	4,50	3,02	2,18	1,75	1,5

Электрическая прочность (в кв/мм) трансформаторного масла при испытании между плоскими электродами

$$E = \frac{U}{d},$$

где *U* — эффективное значение пробивного напряжения, кв;

d — расстояние между электродами, мм.

Величина пробивного напряжения зависит от следующих факторов: загрязнения масла водой, волокнами, кислотами и другими примесями; характера приложенного напряжения (постоянное, переменное, импульсное); температуры; давления; размеров и формы электродов, а также расстояния между ними.

Масло на пробой испытывают между дисковыми электродами диаметром 25 мм при расстоянии между ними 2,5 мм. Электроды вделывают в стенки фарфорового сосуда (рис. 67) емкостью 500 см³. Схема испытательной установки для определения пробивного напряжения масла представлена на рис. 68.

При испытаниях напряжение повышают со скоростью 2—5 кв/сек до тех пор, пока не произойдет полного пробоя масла сплошной яркой искрой и стрелка вольтметра не упадет до нуля. Потрескивания в масле и колебания стрелки вольтметра не означают пробоя в масле. Как пробивное фиксируют то максимальное напряжение, которое показывал вольтметр в момент, непосредственно предшествующий пробую. Испытание на пробой проводят пять раз, после чего берут среднее значение из пяти последовательных пробоев.

Электрическая прочность трансформаторного масла при расстоянии между электро-

Рис. 68. Электрическая схема для испытания масла на пробой:

1 — сосуд для масла; 2 — высоковольтный трансформатор; 3 — максимальный трансформатор; 4 — красная сигнальная лампа; 5 — регулировочный трансформатор; 6 — синяя сигнальная лампа; 7 — зажимы для включения контрольного вольтметра

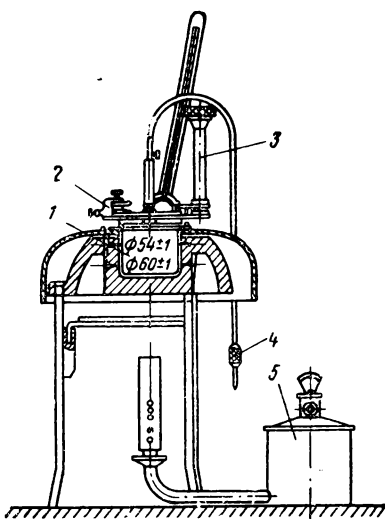


Рис. 66. Аппарат для определения температуры вспышки масла: 1 — медный сосуд для масла; 2 — лампочка для зажигания паров масла; 3 — пружинный рычаг для открывания заслонки; 4 — тростик мешалки; 5 — бензиновая горелка

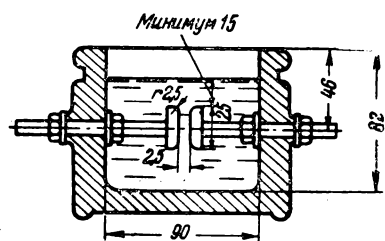
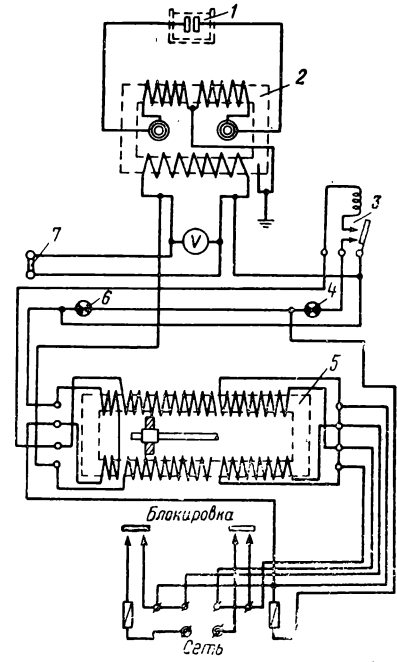


Рис. 67. Сосуд для испытания трансформаторного масла на пробой



дами 2,5 мм должна быть не менее 35 кв, т. е. 14 кв/мм. Пробы для испытания масла силовых трансформаторов отбирают не реже одного раза в три месяца.

Ревизия выпрямительной установки. На большом периодическом ремонте так же, как и на малом, выполняют работы по очистке и проверке выпрямительной установки и, кроме того, разбирают и снимают основные узлы для их ревизии, испытания и регулировки. Такие же работы по выпрямительной установке выполняют и при подъемочном ремонте электроподвижного состава.

На электропоездах ЭР9 при ревизии блоки выпрямительной установки отсоединяют, снимают и передают в цех ремонта. Освободившиеся ящики продувают, осматривают и ремонтируют. Для отсоса пыли применяют тоже передвижное устройство. Блоки выпрямителей устанавливают на специальный кантователь, смонтированный с пультом для их испытаний, протирают и контактными щупами проверяют на целость все вентили и шунтирующие цепочки. О их целости судят по отклонениям стрелки милливольтметра.

Проверяют обратный ток вентилях при номинальном напряжении, устанавливаемом на пульте в зависимости от их класса (400 в — для 4-го класса, 600 в — для 6-го класса). Для вентилях ВКД-2-46 и ВКД-200-66 обратный ток должен быть не более 20 ма.

Замеряют сопротивление изоляции вентилях (отсоединив шунты). Пинцетом проверяют соединения сопротивлений и конденсаторов. Качество их пайки проверяют осциллографом. Сопротивление изоляции силовых проводов установки должно быть, как и при малом периодическом ремонте, не менее 1,5 Мом.

Ремонт, проверку и регулировку аппаратов защиты выполняют с отъемом их. Быстродействующие разъединители типа РБ-101Б и электромагнитные контакторы типа КМБ-ЗД протирают, осматривают силовые контакты, блокировки, зачищают их. Силовые контакты регулируют в соответствии со следующими данными:

Тип аппарата		Раствор, мм	Провал, мм	Нажатие, кг
Быстродействующий	разъединитель			
РБ-101Б		3—4	2	8—12
Быстродействующий	электромагнитный			
контактор КМБ-ЗД		8—15	5—7	4—5

Проверяют работу аппаратов и испытывают их на стенде проверки блоков защиты выпрямительной установки, схема которого приведена на рис. 69. При этом проверяют срабатывание аппарата, у РБ-101Б определяют величину минимального напряжения включающих магнитов, регулируют ход якоря и ток отключающих магнитов, а у КМБ-ЗД — ток удерживающей катушки.

Изоляцию аппаратов испытывают переменным током 50 гц в течение 1 мин, напряжением согласно нормам: для силовых контактов при большом периодическом ремонте 3 000—4 660 в, подъемочном ремонте — 3 500—5 500 в; для цепей управления соответственно 500 и 680 в. После установки аппаратов сопротивление их изоляции относительно земли должно быть при выпуске из БПР не менее 1,5 Мом и из подъемочного ремонта — не менее 3—5 Мом.

Осматривают и регулируют аппаратуру на панели управления контактора. Для осмотра и проверки блока датчиков пробоя вентилях его снимают с вагона. Для проверки блоков защиты электропоезда ЭР9 с датчиков снимают кожуха и блоки устанавливают на стенде. Измеряют сопротивление изоляции высоковольтных цепей блока относительно корпуса. Сопротивление должно быть не менее 15 Мом. Замеряют также сопротивление изоляции цепей управления. Величины омических сопротивлений, включенных в блок, должны соответствовать утвержденным нормам.

Качество соединений диодов и сопротивлений проверяют пинцетом. Проверяют величины напряжения на вторичной обмотке трансформатора и на выходных зажимах датчиков.

Изоляцию высоковольтных датчиков испытывают при большом периодическом ремонте напряжением 6 400 в и при подъемочном — 7 500 в. Изоляцию цепей управления испытывают соответственно на 800 и 1 500 в.

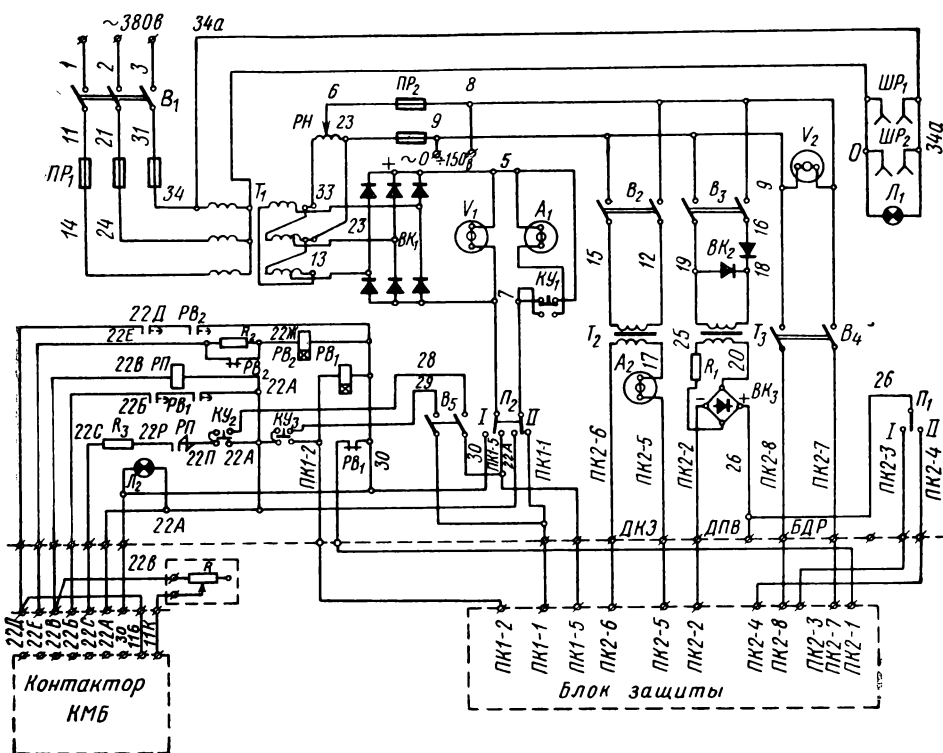


Рис. 69. Принципиальная электрическая схема стенда для проверки блоков защиты выпрямительной установки:

T_1 —трансформатор трехфазный 380/133 в, 1,5 кВа; T_2 —трансформатор однофазный 220/12 в; T_3 —трансформатор однофазный 60/28 в; V_1 и A_1 —вольтметр и амперметр постоянного тока; V_2 и A_2 —вольтметр и амперметр переменного тока; $ВК_1$, $ВК_2$, $ВК_3$ —вентили кремниевые; $РВ_1$ и $РВ_2$ —реле времени; $РП$ —реле промежуточное; $РН$ —регулятор напряжения лабораторный ЛАТР-2М; L_1 —сигнальная лампа красная; L_2 —сигнальная лампа синяя; $КМБ$ —контактор быстродействующий

Для осмотра и проверки блока управления защиты закорачивают его соответствующие зажимы для разрядки конденсаторов и снимают блок с вагона. Установив блок на кантователь стенда для проверки защиты его также протирают и выполняют внешний осмотр. Проверяют качество соединений, состояние плавких вставок, целостность сопротивлений, конденсаторов и диодов. Замеряют омическое сопротивление установки и сопротивление изоляции элементов блока. Проверяют состояние искровых и сигнальных быстродействующих реле. Затем блок управления защиты подключают к стенду и замеряют величину питающего напряжения, работоспособность аппаратуры и срабатывание от кнопок.

Посредством осциллографа проверяют импульс напряжения на коллекторах триодов и на обмотке реле PI . Полученное изображение импульса сравнивают по форме и амплитуде с контрольным. Проверяют действие защиты от датчиков пробоя и короткого замыкания вентилей.

При большом периодическом ремонте электропоездов, кроме работ по перечню малого периодического ремонта, проводят ревизию: роликовых букс колесных пар, гидравлических амортизаторов, редуктора, подвесок, кулачковой муфты, опор кузова, пневматического оборудования, приводов электрических аппаратов, электропневматического тормоза, компрессора, быстродействующего выключателя, пантографа и аккумуляторной батареи. Кроме того, обтачивают колесные пары без выкатки из-под кузовов.

Гидравлический амортизатор для ревизии снимают и полностью разбирают. Вновь собранный амортизатор заливают маслом и проверяют на отсутствие течи. Ревизию редуктора и кулачковой муфты выполняют с выкаткой тележек

моторного вагона. Затем разъединяют муфту и выкатывают колесную пару с редуктором. Снимают серьгу и осматривают детали подвески. Магнитным дефектоскопом проверяют подвесной болт и ось шарнира. Корпус заземления снимают, осматривают щетки и пружины, а также проверяют уплотнения.

Разбирают редуктор, верхний и нижний корпуса осматривают и очищают. Осматривают рабочие поверхности зубьев шестерни и зубчатого колеса, измеряют их толщину. Проверяют состояние подшипников вала шестерни и опорного подшипника редуктора, отсутствие трещин и изломов, а также надежность крепления лабиринтового и дистанционного колец. После сборки редуктора работу зубчатой передачи проверяют проворачиванием колесной пары.

Кулачковую муфту (рис. 70) для ревизии разбирают, тщательно осматривают, определяют состояние упоров полумуфты, стаканов, колпачков и цапф кулачков. Колпачки должны свободно вращаться на игольчатых подшипниках. Допустим износ упоров полумуфты, стаканов и колпачков не более 0,6 мм на сторону. Суммарный зазор между колпачками и упорами полумуфты должен быть не более 1,2 мм. Центрирующий диск при износе по толщине до 9 мм заменяют.

При полной разборке кулачковой муфты отворачивают гайку, снимают вкладыш торца вала и специальным приспособлением спрессовывают кулачок, а затем проверяют их состояние. Проверяют также состояние и крепление резиновых щитов — ослабшие гайки закрепляют, негодные резиновые щиты заменяют.

Обе половины кулачковой муфты заполняют смазкой УТВ (по 0,5 кг в каждую полумуфту). Затем колесную пару устанавливают в тележку, подвеску соединяют с рамой, собирают обе половины кулачковой муфты. Зазоры между серьгой и корпусом редуктора, между серьгой и кронштейном подвесного болта, а также между остовом тягового двигателя и ступицей колесной пары должны быть не менее 8 мм.

Кулачковая муфта должна иметь наклон в сторону редуктора, как показано на рис. 71. Наклон определяют по разности расстояний (a и b), замеренных от фланца муфты до обработанной поверхности крышки редуктора. Эта разность для выкаченной тележки должна составлять 15—17 мм, а для тележки, находящейся под вагоном, 8—10 мм. Регулируют этот размер подвесным винтом с верхней гайкой. Кулачковая муфта допускает параллельное смещение осей валов двигателя и шестерни до 8,5 мм.

Осовой разбег муфты должен быть равен 7—9 мм; его определяют, как $7 + \frac{\Delta}{2}$, где Δ — суммарный зазор между торцовыми наличниками буксы и буксовых направляющих. Осовой разбег муфты регулируют, перемещая тяговый двигатель.

На вагонах, имеющих упругие муфты (рис. 72), после каждой разборки и сборки проверяют размер 172 ± 3 мм и смещение фланцев относительно друг

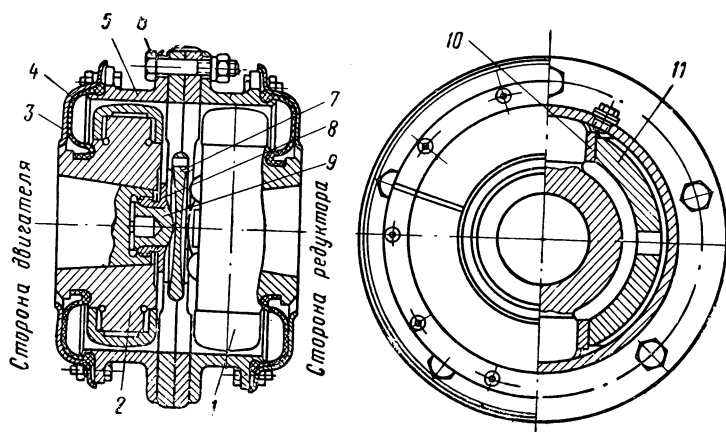


Рис. 70. Кулачковая муфта:

- 1 — кулачок редуктора;
- 2 — кулачок двигателя;
- 3 — защитное полукольцо;
- 4 — резиновый щит;
- 5 — стакан;
- 6 — болт, скрепляющий полумуфты;
- 7 — центрирующий диск;
- 8 — гайка;
- 9 — вкладыш;
- 10 — упоры;
- 11 — корпус

друга (3^{+1} мм). Регулируют эти размеры перемещением двигателя вдоль оси и затяжкой болта подвески редуктора.

Необходимо тщательно проверять затяжку болтов, крепящих оболочку к фланцам, и состояние упругой оболочки. Повреждение нерабочего (декоративного) поверхностного слоя резины срезают ножом, делая плавный переход по краям среза.

Упругая муфта допускает параллельное смещение валов тягового двигателя и шестерни до 15 мм, а продольное — до 30 мм. Категорически запрещено допускать в эксплуатацию неправильно отрегулированные муфты.

Прожировка кожаных манжет. У пневматических приводов электрических аппаратов кожаные манжеты подвергают прожировке для сохранения эластичности, механической прочности и воздухопроницаемости. Для этой цели применяют прожировочный состав № 12, состоящий из 87,5% флорисцина (полимеризованного касторового масла) и 12,5% пчелиного воска. Этим же составом прожировывают манжеты тормозных воздухораспределителей. Масло МВП, которым смазывают цилиндры пневматических приводов, в эксплуатации хорошо смешивается с флорисцином, что повышает надежность работы кожаного уплотнения. Ценное качество состава № 12 — его морозостойкость. Не замерзая при температуре -55°C , этот состав обеспечивает безотказную работу приводов аппаратуры в зимних условиях.

Прожировку выполняют в металлическом баке, имеющем диаметр примерно 350 и высоту 300 мм, плотно закрывающемся крышкой. Чтобы предохранить манжеты от перегрева при соприкосновении с металлическими стенками, стенки бака внутри обкладывают фанерой с отверстиями для лучшей теплопроводности. На расстоянии 20 мм от дна бака устраивают второе решетчатое дно. Этот бак устанавливают в другом, наружном баке, воду в котором нагревают электрическим током.

Перед прожировкой манжеты очищают от грязи, развешивают с зазором между ними и высушивают при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ в течение 24 ч. До пропитки манжеты в течение 30—40 мин нагревают до температуры $62\text{--}65^{\circ}\text{C}$, развесив на деревянных прутках в верхней части внутреннего бака. Затем их погружают в состав на 1 ч и следят за тем, чтобы температура в баке в течение всей пропитки удерживалась в пределах $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$. После прожировки манжеты укладывают на решетку, чтобы с них стекал прожировочный состав. Для окончательного закрепления жиров в коже манжеты выдерживают при комнатной температуре примерно в течение 24 ч, после чего их можно устанавливать на место.

Осмотр и ремонт аккумуляторной батареи. При осмотре щелочной аккумуляторной батареи с элементами НКН-100 проверяют плотность и уровень электролита элементов, а также их напряжение. Это напряжение, измеренное аккумуляторным пробником (нагрузочной вилкой) под нагрузкой 16 а в течение 5 сек, должно составлять 1,9—2,0 в. Напряжение батареи следует поддерживать летом 50 в, зимой 51 в. Если напряжение батареи ниже допускаемого, то ее подзаряжают.

Уровень электролита над пластинами должен быть не менее 5 и не более 12 мм. Плотность и температура электролита батареи должны соответствовать нормам. Плотность электролита измеряют сифонным ареометром. В случае низкого уровня электролита при его плотности $1,28\text{ г/см}^3$ и температуре 18°C добавляют дистиллированную воду. Если при указанной плотности и температуре уровень электролита завышен, его отсасывают и добавляют дистиллированную воду. Для снижения уровня электролита пользуются резиновой грушей.

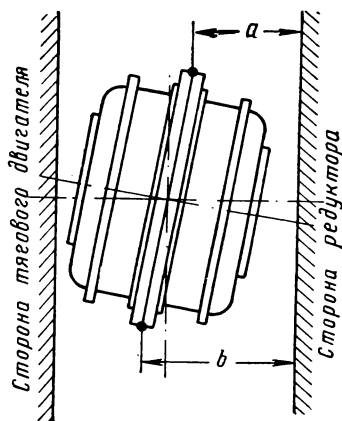


Рис. 71. Схема регулировки кулачковой муфты

Общее напряжение на батарее по показанию вольтметра на щитке при номинальном значении 50 в должно быть в пределах 45 —55 в.

Все открытые элементы батареи очищают от коррозии тряпкой, смоченной в керосине и намотанной на деревянную лопатку. Очищенные места покрывают вазелином. Недопустимо при зачистке ржавчины применять металлические инструменты, наждачную, стеклянную бумагу и смазывать вазелином поверхности, покрытые битумным лаком № 177. Необходимо избегать закорачивания отрицательного полюса на корпус элемента.

Проверяют правильность последовательного соединения аккумуляторов в батарее и надежность контактов. Замеряют напряжение аккумуляторов под нагрузкой и без нагрузки. Напряжение полностью заряженных аккумуляторов должно составлять 1,34—1,36 в. При разряде на нагрузочную вилку током 20 а напряжение на элементе должно быть 1,15—1,20 в.

Для определения степени загрязнения электролита в элементах их встряхивают и берут пробу. В случае обнаружения в пробе осадков промывают всю батарею.

Для щелочных аккумуляторов применяют составной электролит. Летом (при температуре $+15 \div 35^\circ \text{C}$ и кратковременно до $+45^\circ \text{C}$) применяют раствор едкого кали (КОН) по ГОСТ 9285—59 плотностью 1,19—1,21 г/см³ (23—25° по Боме) с добавкой едкого лития 10 ± 1 г на 1 л. При температуре ниже -20°C аккумулятор должен работать на растворе плотностью 1,26—1,28 г/см³ (30—32° по Боме) без добавки едкого лития. Летом и зимой (при температуре не ниже -20°C) можно применять составной электролит плотностью 1,21—1,23 г/см³ из раствора щелочи с добавлением моногидрата лития. Плотность электролита ниже 1,17 г/см³ в аккумуляторах недопустима.

Емкость аккумуляторов при периодическом ремонте восстанавливают без снятия их с электровозов ускоренным подзарядом в соответствии с особой инструкцией. При подъемочном ремонте аккумуляторную батарею снимают с электровоза для промывки элементов, смены электролита и проверки емкости или заменяют другой батареей. Элементы промывают после разряда их нормальным током 8-часового режима до 1 в на элемент в стальной ванне. Перед прополаскиванием аккумуляторов в ванне в них на сутки заливают дистиллированную воду для вымывания карбонатов и проверки банок на отсутствие течи.

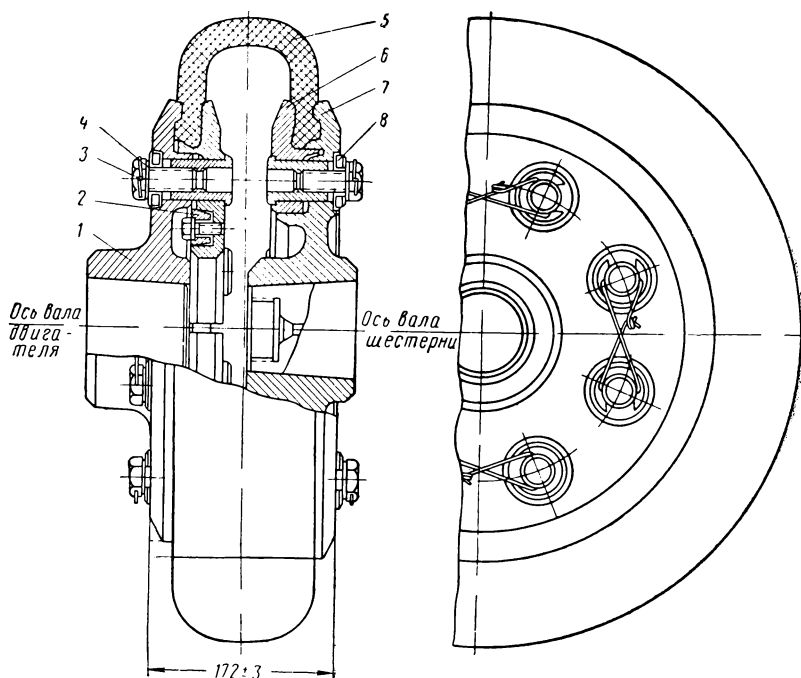


Рис. 72. Упругая муфта:

1—фланец двигателя; 2—кольцо; 3—болт; 4—шайба; 5—оболочка упругая; 6—полукольцо; 7—фланец шестерни; 8—шайба с прорезью

После промывки аккумуляторы заливают свежим электролитом по 1,2 л в элемент.

Для включения на заряд аккумуляторы соединяют последовательно в количестве, определяемом напряжением источника тока из расчета 1,8—1,9 в на один аккумулятор. В случае необходимости допускается ускоренный заряд током 50 а в течение 2,5 ч и 25 а в течение 2 ч. Через каждые 10—12 циклов или при нерегулярной эксплуатации один раз в месяц проводят усиленный заряд в течение 6 ч током 25 а и 6 ч током 12,5 а.

§ 35. Подъемочный ремонт

Подготовка электровоза к постановке в ремонт. В настоящем параграфе приведена главным образом технология разборки и сборки механического оборудования, демонтажа и монтажа электрических машин и аппаратов электроподвижного состава, а также подготовительные работы перед постановкой в ремонт. После прибытия электровоза в ремонт сразу же проверяют нагревание роликовых букс колесных пар, подшипников тяговых двигателей и вспомогательных машин. Далее осмотром всего оборудования определяют объем ремонта, который записывают в соответствующих документах. Очистку и продувку электровоза выполняют так же, как при периодическом ремонте. Перед началом работ замеряют зазоры между скользунами кузова и тележки, вертикальные зазоры в сочленениях тележек, высоту дополнительных опор (амортизаторов). На двухсекционном электровозе разъединяют половины кузова и при наличии сочленения разъединяют.

После подготовки электровоз (или каждую половину) маневровым локомотивом (или при помощи пониженного напряжения) передвигают к месту установки подъемных домкратов. До подъема кузова и выкатки тележек разъединяют кабели тяговых двигателей, пневматические рукава, вентиляционные патрубки и другие связи между тележками и кузовом. Для подъема кузовов устанавливают так, чтобы домкратные опоры кузова (рамы) встали точно против кронштейнов домкратов. Между кронштейнами домкратов и домкратными опорами кузова необходимо закладывать деревянные прокладки. После выкатки тележек кузов опускают на временные (монтажные) тележки или опорные тумбы, чтобы винты домкратов не оставались под нагрузкой.

Выкатка и разборка тележек. Выкатывают тележки своим ходом от мотор-генератора при последовательно соединенных тяговых двигателях. Далее разбирают тормозную рычажную передачу и автосцепное устройство. Фрикционный аппарат перед снятием сжимают специальным гидравлическим домкратом. Подбуксовые струнки перед снятием пронумеровывают, чтобы после ремонта вновь установить на прежние места. Для разборки траверсной подвески тяговых двигателей под двигатель устанавливают домкрат или подкладывают балку, двигатель зацепляют крюками чалочного троса за верхние ушки и краном приподнимают настолько, чтобы сжать пружины траверсы. На балочки подвески надевают хомут для удержания пружин в сжатом состоянии, двигатель опускают так, чтобы можно было вынуть траверсу в сторону между кронштейнами подвески и носиками двигателя. Перед снятием рамы тележек электровозов ВЛ60 измеряют зазоры между валиками поводков и пазами в кронштейнах и буксах.

Раму тележки захватывают специальными чалочными тросами, мостовым краном снимают ее с колесных пар и подают к месту очистки или обмывки, а затем перевозят к месту ремонта и устанавливают на специальные опоры.

При разборке сочленения тележек замеряют суммарный зазор между шаром и его гнездом, который должен быть в пределах 0,2—0,8 мм. При большем зазоре детали подлежат восстановлению. Все детали, снятые с тележек, передают для очистки к моечной машине. Рамы тележки очищают в моечной машине.

Осмотр и ремонт рам тележек. Устанавливают раму тележки на регулируемые опоры и уровнем проверяют горизонтальность положения в продольном и

поперечном направлении, при необходимости регулируя ее установку путем подъема или опускания опор. Уровень располагают на обработанных плоскостях рамы.

На челюстных рамах при помощи оптического прибора или других инструментов определяют взаимное продольное смещение лобовых плоскостей широких наделок в буксовых вырезах правой и левой стороны, а также поперечное смещение узких наделок в каждом буксовом вырезе относительно друг друга и относительно наделок второго буксового выреза.

Продольное смещение лобовых плоскостей широких наделок в буксовых вырезах правой и левой сторон относительно друг друга допустимо не более 0,7 мм. Взаимное поперечное смещение узких наделок в одном буксовом вырезе должно быть не более 0,3 мм, а смещение относительно наделок второго буксового выреза — не более 0,5 мм.

Замеряют диаметр втулок под шкворень в приливах балки сочленения, диаметр отверстия в балке под гнездо шара, расстояние между приливами тележки для втулок под шкворень и высоту прилива балки под гнездо шара. Осматривают раму тележки для обнаружения трещин. На несочлененных тележках электровозов ЧС, ВЛ60 и др. осматривают скользуны горизонтальных и вертикальных ограничителей.

Разборка и сборка колесно-моторных блоков. Для разборки колесно-моторный блок устанавливают на специальный стенд, отвертывают болты крепления кожухов зубчатых передач, а также шاپок моторно-осевых подшипников и снимают их. После этого краном снимают тяговый двигатель с колесной пары и направляют в цех для ремонта. Специальным пневмогидравлическим съемником снимают шестерни с вала тягового двигателя. Сборку колесно-моторных блоков, относящуюся к числу наиболее сложных работ, в целях сокращения простоя электровоза в ремонте выполняют заблаговременно.

Для равномерного распределения нагрузок между тяговыми двигателями перед сборкой колесно-моторных блоков подбирают двигатели по характеристикам, а колесные пары по диаметрам бандажей так, чтобы расхождение характеристик колесно-моторных блоков было возможно меньшим. Характеристикой колесно-моторного блока называют произведение диаметра бандажей колесной пары в метрах на число оборотов двигателя в минуту при часовом токе. Двигатели с повышенной скоростной характеристикой устанавливают на колесные пары с меньшим диаметром бандажей, а двигатели с пониженной характеристикой — на колесные пары с большим диаметром бандажей.

Допустимо устанавливать на один электровоз, выходящий из подъемного ремонта, тяговые двигатели, имеющие расхождения скоростных характеристик не более $\pm 3\%$, и колесные пары с разностью диаметров бандажей не более 8 мм.

При сборке работавших ранее зубчатых передач снятые шестерни ставят на прежние места. При замене колесной пары с новым венцом можно спаривать бывшие в эксплуатации шестерни, если износ их зубьев не превышает 0,3 мм.

Зубчатые колеса и шестерни не должны иметь каких-либо трещин, а также незачищенных вмятин и забоин на рабочей поверхности зуба и задигов на притирочной поверхности конусного отверстия. Допустимо наличие местного выкрашивания закалочного слоя не более 15% рабочей поверхности зубьев. Шестерни с износом зубьев по толщине более 3 мм или с износом до заострения верхней грани зубьев подлежат замене. Разница в толщине зубьев шестерен одного двигателя не должна превышать 0,5 мм. Шестерни должны быть притерты к посадочному конусу вала двигателя с проверкой на краску. Прилегание сопрягаемых конусных поверхностей должно составлять не менее 85% по площади.

Для равномерной нагрузки обеих зубчатых передач зубья шестерен должны одновременно касаться зубьев венцов при вращении в обе стороны. Для этого необходимо, чтобы односторонние боковые зазоры одного направления были по возможности равны. Допустимая разность величин этих зазоров не

более 0,3 мм. Общий зазор между зубьями, находящимися в зацеплении, должен быть не менее 0,2 мм.

При монтаже колесно-моторного блока тяговый двигатель мостовым краном устанавливают на монтажную подставку вверх горловинами моторно-осевых подшипников. Затем подбирают малые шестерни. При косозубой передаче на конус вала якоря тягового двигателя со стороны коллектора подбирают левую шестерню (имеющую левый наклон зубьев), а на конус противоположного конца вала — правую. Такой порядок установлен в целях унификации процесса сборки блоков, поскольку для реверсируемых передач направление нарезки зубьев значения не имеет. Правую шестерню при наличии шпонок сажают на прямую симметричную шпонку.

Перед посадкой шестерни на конус вала измеряют расстояние от наружной торцевой поверхности шестерни до торцевой поверхности вала при посадке холодной шестерни на вал от руки. Это расстояние должно быть в пределах 19,2—21,2 мм. Затем шестерню нагревают индукционным нагревателем до температуры 150—160° С и насаживают в горячем состоянии на соответствующий конец вала также от руки. Нагрев до указанной температуры обеспечивает такое расширение шестерни, при котором она может быть посажена на нужное место без ударов. Контроль правильности посадки осуществляют повторным измерением расстояния от наружной торцевой поверхности шестерни до торца вала, которое должно уменьшиться на 2,2—3,0 мм по сравнению с холодной посадкой. Гайку с пружинной шайбой, удерживающую шестерню, закрепляют до остывания шестерни.

Для определения осевого разбега якоря $l_{як}$ и его среднего положения $a_{ср}$ якорь перемещают до упора в сторону коллектора, после чего измеряют расстояние a_1 от торца крышки подшипникового щита до торца лабиринтового кольца на валу якоря (рис. 73). Затем якорь перемещают до упора в сторону, противоположную коллектору, и вновь измеряют расстояние от торца щита до торца лабиринтового кольца, которое теперь будет иметь значение a_2 .

Если при указанных выше перемещениях якоря размеры a_1 и a_2 будут с одной стороны торца крышки, то осевой разбег якоря будет равен $a_2 - a_1$ (случай I), если же эти размеры относятся к разным сторонам от торца крышки, то осевой разбег будет равен $a_1 + a_2$ (случай II).

Среднее положение якоря $a_{ср}$ между его крайними положениями, измеренное также от торца крышки подшипникового щита, будет равно:

$$a_{ср} = \frac{a_2 - a_1}{2} + a_1 = \frac{a_1 + a_2}{2};$$

в случае II

$$a_{ср} = \frac{a_1 + a_2}{2}, \quad a_1 = \frac{a_2 - a_1}{2}.$$

Осевой разбег якоря должен быть в пределах 6,3—8,0 мм. После насадки второй (холодной) шестерни в горловины двигателя вкладывают моторно-осевые подшипники и тяговый двигатель краном устанавливают на колесную пару в нормальном рабочем положении.

Для определения разбега двигателя вдоль оси колесной пары шупом измеряют зазоры между ступицами колесных центров и торцами буртов моторно-осевых подшипников. Сумма этих зазоров и составит величину разбега двигателя на оси колесной пары $l_{дв}$. Для двигателей НБ-406 и НБ-412 разбег должен быть в пределах 0,5—2,0 мм.

Затем якорь поворачивают в такое положение, при котором у передачи со стороны, противоположной коллектору, один из боковых зазоров $\delta_{прав}$ (рис. 74) будет равен нулю. Поворотом свободно посаженной шестерни со стороны коллектора устанавливают соответственный боковой зазор $\delta_{лев}$ также равным нулю. Шупом измеряют противоположные боковые зазоры в обеих передачах $\delta'_{прав}$ и $\delta'_{лев}$, величина которых для двигателей НБ-406 и НБ-412

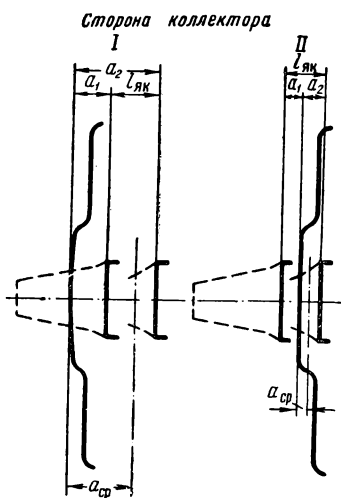


Рис. 73. Определение осевого разбега и среднего положения якоря

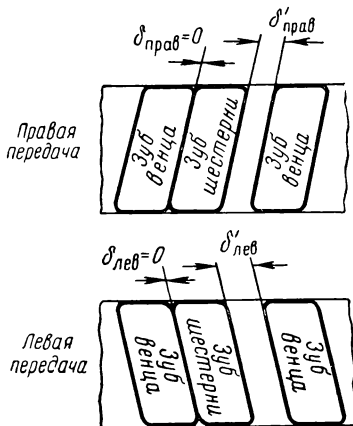


Рис. 74. Разбивка боковых зазоров в зацеплении

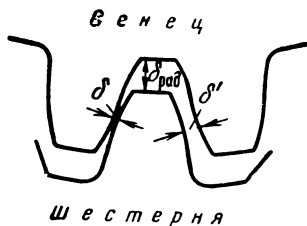


Рис. 75. Радиальные и боковые зазоры в зацеплении

допустима от 0,34 до 4,5 мм. Подобную проверку зазоров выполняют в четырех диаметрально противоположных точках окружности венца.

Радиальные зазоры $\delta_{\text{рад}}$ (рис. 75) в передачах замеряют между вершиной зуба шестерни и впадиной венца при помощи свинцовых прокладок или специального щупа. Радиальные зазоры должны быть в пределах 2,5—5,0 мм, их разность в передачах одного блока — составлять 0,9 мм.

При сборке блока и регулировании зазоров в зацеплении следует иметь в виду, что в режиме тяги, когда двигатель развивает вращающий момент, колесная пара, якорь и остов двигателя взаимно расположатся вполне определенным образом. При двустороннем косозубом зацеплении якорь займет фиксированное положение относительно колесной пары, когда обе шестерни, сидящие на концах его вала, войдут в зацепление с большими зубчатыми колесами. Это положение определяется размерами осевого разбега $l_{\text{як}}$ и зазорами в зубчатом зацеплении. Вследствие взаимодействия магнитных потоков якоря и главных полюсов якорь займет примерно среднее положение по отношению к остову (расстояние $a_{\text{ср}}$, см. рис. 73). При этом геометрические оси железа якоря и главных полюсов двигателя будут стремиться совпасть в одной поперечной плоскости.

Для обеспечения такого взаимного положения колесной пары, остова и якоря необходимо при монтаже блока посадить шестерню со стороны коллектора на конец вала якоря во вполне определенном положении. Для отыскания этого положения колесную пару сдвигают так, чтобы со стороны коллектора зазор между ступицей колесного центра и буртом моторно-осевого подшипника был равен нулю, чем создается фиксированное положение двигателя, необходимое для дальнейших отсчетов. Якорь тягового двигателя передвигают, измеряя расстояние от торца крышки подшипникового щита до торца лабиринтового кольца со стороны коллектора. Величину сдвига якоря определяют суммой размеров

$$a_{\text{ср}} + \frac{l_{\text{дв}}}{2} + 2 \text{ мм},$$

где $a_{\text{ср}}$ — размер, обеспечивающий установку якоря в среднем положении;

$\frac{l_{\text{дв}}}{2}$ — половина разбега двигателя на оси колесной пары, учитывающая перемещение остова в рабочее положение;

2 мм — величина перемещения шестерни вдоль вала при горячей посадке, учитывающей истинное положение шестерни после посадки.

Во время перемещения якоря боковые зазоры в передачах не должны изменяться. После сдвига якоря необходимо зафиксировать положение шестерни со стороны коллектора нанесением риски на шестерне и валу якоря. Колесную пару снимают с двигателя и выполняют посадку этой шестерни по фиксирующей риске. Затем колесную пару вновь устанавливают в тяговый двигатель и проверяют положение якоря в остова при рабочем состоянии зубчатой передачи. Отклонение якоря от среднего положения должно быть не более ± 1 мм, что указывает на точность посадки шестерни в пределах, допустимых для нормальной работы зацепления.

Свес малой шестерни по отношению к венцу как со стороны коллектора, так и с противоположной не должен превышать 4 мм. Радиальные зазоры между осью и моторно-осевыми подшипниками должны быть в пределах 0,25—1,0 мм, а разность этих зазоров у двух подшипников — не более 0,2 мм. Моторно-осевые подшипники подбирают к горловинам тягового двигателя с натягом 0,1 мм или зазором 0,1 мм.

После закрепления моторно-осевых шапок и их заправки опробывают зубчатое зацепление на стенде (рис. 76) путем подключения двигателя к пониженному напряжению. Вращение происходит в обе стороны по 15 мин с поливкой зубчатых передач маслом. При наличии небольшого шума притирают зубья, посыпая передачу порошком графита. По окончании приработки проверяют по краске площади соприкосновения зубьев обеих передач. Сборку колесно-моторного блока заканчивают установкой кожухов с проверкой расстояния между ними и шестернями, а также наружными гранями бандажей колесных пар.

Ремонт привода электровоза ЧС2. При подъемном ремонте выполняют разборку, ремонт и сборку привода тяговых двигателей электровозов ЧС2 (рис. 77) и ЧС3, сняв тяговые двигатели с тележек.

Разбирают привод в следующем порядке:

снятие наружной части привода с карданного вала (наружный поводок вала с крестовиной и подшипниками);

выемка карданного вала в сборе с внутренней частью привода — стакана с внутренней крестовиной и уплотняющим кольцом;

полная разборка привода.

Вынутый из электродвигателя карданный вал устанавливают на чистый

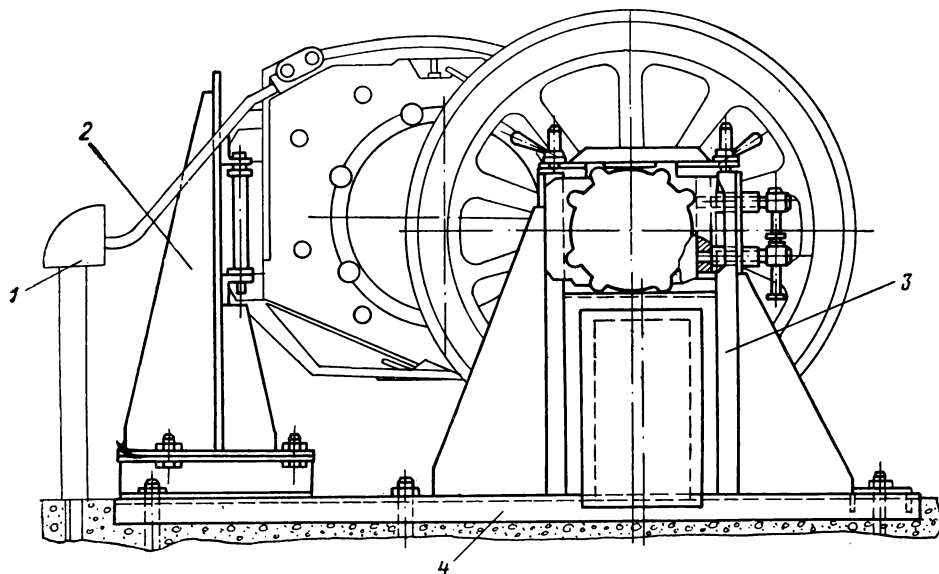


Рис. 76. Стенд для сборки и обкатки колесно-моторных блоков:

1 — колонка для присоединения выводных проводов двигателя; 2 — стойка для установки упора под носики тягового двигателя; 3 — стойка для установки и крепления букс колесной пары; 4 — рама стенда

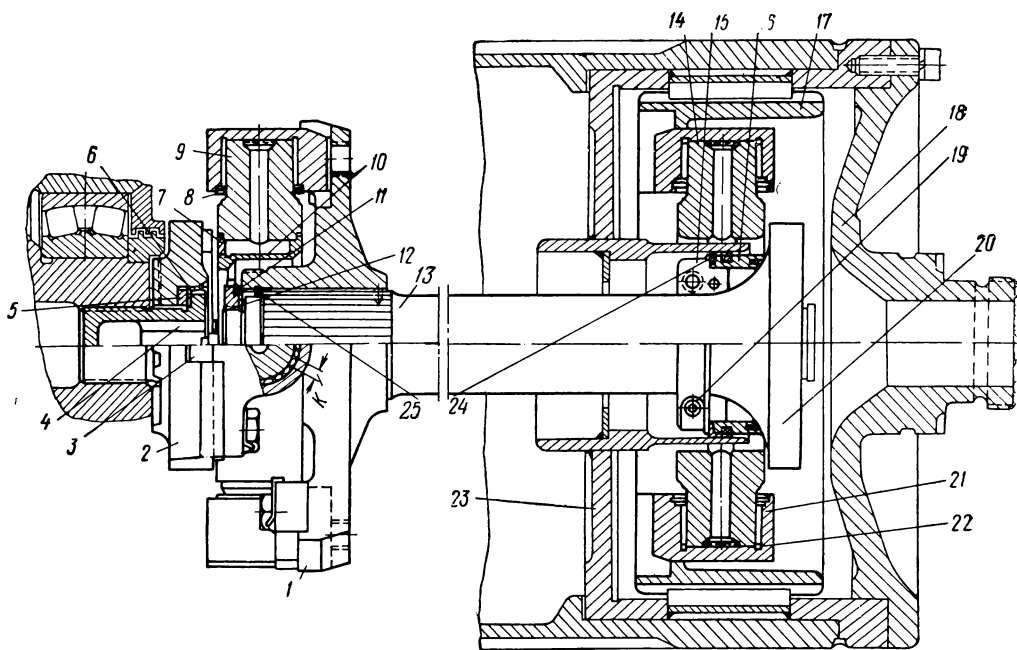


Рис. 77. Привод тягового двигателя электровоза ЧС2:

1—поводок вала съемный; 2—поводок шестерни; 3—корпус подшипника крестовины; 4—пробка (специальная) поводка шестерни; 5—тарельчатая пружина; 6—шайба стопорная; 7—гайка масляной втулки; 8—уплотнение цапф наружной крестовины; 9—наружная крестовина; 10—втулка масляной камеры; 11—гайка торцовая; 12—шайба стопорная; 13—карданный вал; 14—крестовина внутренняя; 15—кольцо запорное; 16—кольцо стопорное; 17—стакан со шлицами; 18—крышка коробки; 19—болт запорного кольца; 20—поводок вала; 21—корпус подшипника крестовины; 22—игла; 23—втулка коробки якоря; 24—манжет; 25—кольцо опорное

стеллаж для разборки и осмотра. После этого отжимают игольчатый подшипник, снимают запорное кольцо. Снимают с шеек наружную и внутреннюю крестовины и корпуса игольчатых подшипников.

Затем проверяют отсутствие утечки смазки из масляной камеры наружной крестовины и вынимают втулку. Герметики счищают и крестовины промывают керосином. Осматривают и ремонтируют привод, проверяют состояние резиновых деталей — уплотнений, манжет, кольца, негодные заменяют.

У игольчатых подшипников проверяют толщину наружного кольца, а при выработке более 0,3—0,5 мм кольца заменяют. Корпуса подшипников промывают керосином и негодные также заменяют. Размеры новых корпусов устанавливают в зависимости от диаметра цапф. Иголки осматривают и негодные заменяют. Овальность иголок должна быть не более 0,003 мм, а разность их диаметров — 0,004 мм. Радиальный зазор игольчатых подшипников измеряют индикатором и допускают в пределах 0,04—0,1 мм. Подшипник должен легко вращаться на цапфе крестовины.

Тщательно осматривают крестовины и особенно ее цапфы; при наличии дефектов их заменяют. Если после шлифовки цапф радиальный зазор игольчатого подшипника превысит 200 мк, то их шлифуют до градиционного размера. Места прилегания гайки и втулки к наружной крестовине смазывают герметиком. Утечки в них проверяют керосином. Поводки карданного вала привода к малой шестерне редуктора подвергают тщательному осмотру и дефектоскопии. Проверяют плотность посадки шлиц поводка вала в шлицах карданного вала. Не должно быть качки поводка более чем на 0,5 мм от среднего положения, измеренного на расстоянии 182 мм от центра вала.

Карданный вал с торцевой гайкой тщательно осматривают, и если он имеет сколы или трещины, его заменяют. Биение нового вала должно быть не более 0,005 мм, при выпуске из ремонта — 0,03 мм. Детали привода собирают

в соответствии с их маркировкой. Перед сборкой шариковые подшипники и цапфы смазывают консистентной смазкой.

Собранную внутреннюю часть привода вставляют в коробку якоря двигателя до упора стакана в дно коробки. Поводки наружной части карданного вала надевают в нагретом до 120°C состоянии. В корпуса игольчатых подшипников закладывают консистентную смазку.

Окончательную сборку подшипников наружной крестовины выполняют после подкатки колесной пары с редуктором под электровоз и установки тягового двигателя.

Сборка и подкатка тележек. Собранные колесно-моторные блоки устанавливают на рельсы на расстоянии друг от друга, равном колесной базе тележки. Тяговые двигатели при этом опираются на домкраты или балки. Затем раму тележки с предварительно собранным рессорным подвешиванием опускают мостовым краном на буксы колесных пар. Устанавливают на место подвески двигателей подбуксовые струнки, рычажную тормозную передачу и автосцепки с фрикционными аппаратами. Собирают сочленение тележек. У электровоза ВЛ8 тележки сочленяют попарно. Затем устанавливают в тележки подпятники или резиновые конусы опор кузова и монтируют также боковые и дополнительные опоры.

Для подкатки тележек соединяют последовательно тяговые двигатели и подключают к генератору для ввода электровоза. Постепенно поднимая напряжение генератора, приводят в движение тележки и подкатывают их под кузов, пока не совпадут оси пят и подпятников. Включают рубильники домкратов и опускают кузов, после чего убирают кронштейны домкратов.

Замеряют расстояние между скользунами и ограничителями и, если зазор будет в норме, окончательно приваривают пластины. Зазоры между марганцовистыми накладками тяговых кронштейнов и центральных опор электровозов ВЛ60 должны быть одинаковыми для переднего и заднего хода и равны $0,2—0,8$ мм.

Демонтаж и монтаж электрического оборудования. При подъемном ремонте с электровозов снимают: пантографы, защитную регулирующую аппаратуру, пусковые панели, пневматические части контакторов, аккумуляторную батарею, пусковые сопротивления, электроизмерительные приборы, а также аппараты или их детали, имеющие износы выше нормы или повреждения. На электровозах переменного тока при этом снимают: главный выключатель, главный трансформатор, групповой переключатель или переключатель ступеней. С электровозов снимают также все вспомогательные машины для передачи их в ремонт. Осмотр и ремонт остальных аппаратов, а также электрических цепей выполняют на электровозе.

Для демонтажа вспомогательных машин, трансформаторов и других крупных аппаратов, расположенных в кузове, снимают крышки крышевых люков и мостовым краном снимают оборудование с электровоза. Перед снятием оборудования предварительно отсоединяют высоковольтные и низковольтные провода, трубопроводы, вентиляционные патрубки и отвертывают болты и гайки крепления.

Аппараты и вспомогательные машины на электровоз монтируют после их ремонта и соответствующих испытаний. Предварительно на электровозе проверяют исправность наконечников и проводов высокого и низкого напряжения, а также гибких шунтов. Наконечники, имеющие трещины или уменьшенную более 20% контактную поверхность вследствие обгаров, излома и других повреждений, а также следы перегрева или выплавления припоя, заменяют. При наличии обрыва более 10% жил провода, наконечники перепаяют. Поврежденную бандажировку проводов восстанавливают.

Изоляторы, имеющие трещины, повреждения или сколы свыше 10% длины их поверхности или ослабление в армировке, заменяют. Трубки пневматических цепей, имеющие трещины и смятие более 25% их диаметра, также заменяют. Общая утечка воздуха из пневматической цепи управления не должна превышать $0,1$ ат в 1 мин.

Маркировку проводов, контактов и аппаратов проверяют и восстанавливают в соответствии со схемой.

Ремонт главных контроллеров и переключателей электровозов ЧС2. При подъемном ремонте электровозов ЧС1, ЧС2 и ЧС3 выполняют ремонт главных контроллеров 13КН, 17КН, 14КН и переключателей ступеней ослабления поля 5К. Перед ремонтом контроллеры и переключатели проверяют и осматривают. При этом снимают или поднимают дугогасительные камеры, проверяют действие механизма подъема и фиксации камер и отсутствие заедания ими деталей контакторов.

На торец вала пневматического двигателя (рис. 78) устанавливают контрольный диск для проверки включения контакторов. Для проверки на слух работы двигателя подают питание низковольтной и пневматической цепи и набирают контроллером все позиции. Затем проверяют правильность срабатывания кулачковых контакторов и переключателя ступеней.

Для ремонта с главного контроллера и переключателя ступеней снимают все дугогасительные камеры. С пневматического двигателя снимают вентили. Кулачковые контакторы ремонтируют и проверяют толщину, смещение, величину разрыва и давление контактов. Разрыв контактов должен находиться в пределах 14—20 мм, а давление — 7—8 кг.

Рычаги с роликами осматривают, проверяют шарнирное крепление рычага и закладывают смазку в канавки валиков. Проверяют работу всех подвижных деталей кулачковых элементов.

При ремонте корпуса главного контроллера изолируют стержни. Кулачковые диски опиливают, а негодные заменяют. Осматривают низковольтные блокировки. При установке дугогасительных камер должен быть обеспечен установленный нормами зазор между подвижными контактами и камерами.

Пневматический двигатель разъединяют с зубчатой передачей и проводят его ревизию, при этом из картера спускают масло. При ревизии зубчатых передач замеряют их люфт. Крышки цилиндров снимают и проверяют их износ. Проверяют и подтягивают крепление шатуна. При необходимости добавляют или заменяют смазку ЦИАТИМ-201 в подшипниках.

После ремонта проверяют последовательность срабатывания кулачковых контакторов главного контроллера и переключателя ступеней.

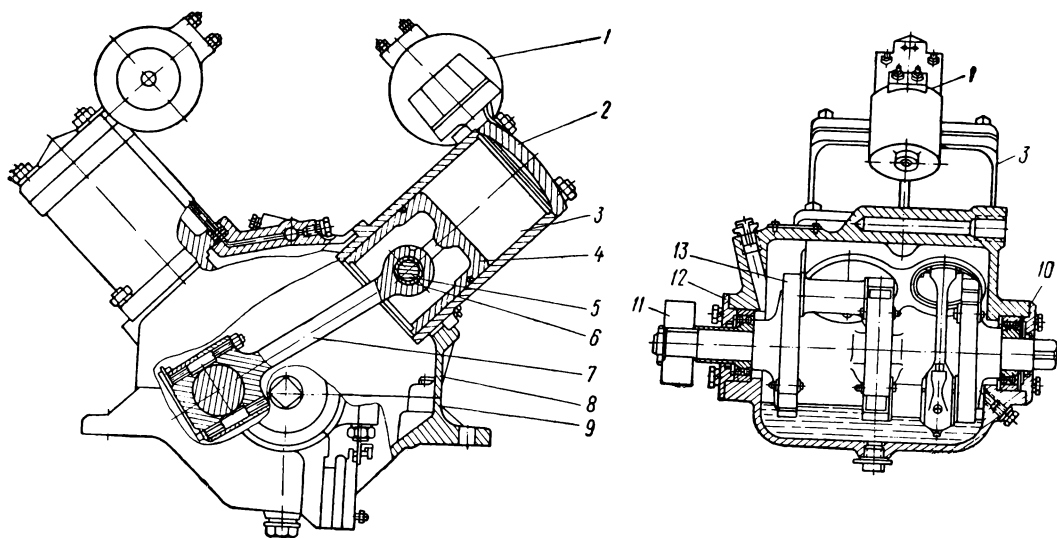


Рис. 78. Пневматический двигатель главного контроллера и переключателя ступеней ослабления поля электровозов ЧС2:

1 — вентиль сдвоенный 5VC; 2 — крышка сдвоенных цилиндров; 3 — цилиндр сдвоенный; 4 — поршень; 5 — палец поршня; 6 — втулка шатуна; 7 — шатун; 8 — верхняя часть картера; 9 — нижняя часть картера; 10 и 12 — крышки задняя и передняя; 11 — шестерня; 13 — коленчатый вал

Ревизия и ремонт главного выключателя ВОВ-25-4. При подъемном ремонте электровозов и электропоездов переменного тока проводят полную ревизию главного выключателя. Автомат, как и на большом периодическом ремонте, снимают, очищают и проверяют, разобрав все узлы. При этом дополнительно снимают токонесущий контур с неподвижным контактом. Подвижной контакт вынимают вместе с поршнем. Снимают и промывают изоляторы. Вал выключателя разбирают и проверяют посадку рычага. Снимают детали привода.

Все детали промывают и протирают; трущиеся части привода и подшипники смазывают смазкой ЦИАТИМ-201. Осматривают внутреннюю поверхность бака, очищают и наносят вновь антикоррозийное покрытие (сурик на натуральной олифе).

После сборки выключатель регулируют в соответствии с заводской инструкцией и так же, как на периодическом ремонте, проверяют угол поворота главного вала, величину контактного нажатия ножей и контактов, замеряют расстояние между ножами. Проверяют также плотность пневматической системы ВОВ и работу электромагнитов. Регулируют автомат минимального давления и промежуточного реле (на ток уставки). При испытании проверяют собственное время срабатывания автомата, а также электрическую прочность изоляции.

При испытании посредством осциллографа или электрического секундомера определяют время:

от подачи команды на отключение выключателя до размыкания дугогасительных контактов;

от размыкания дугогасительных контактов до размыкания контактов разъединителя;

от размыкания контактов разъединителя до полной остановки последнего в отключенном положении.

По манометру проверяют соответствие паспортным данным снижения давления за одно отключение.

Для проверки работы всех механизмов выключателя при давлении 7—9 ат выполняют 10—15 отключений. После наладки выключателя на всех регулировочных болтах и гайках восстанавливают контрольную окраску.

Полная ревизия трансформатора. При подъемном ремонте главный трансформатор (рис. 79) снимают для ремонта с полной ревизией керна. Вынимают и осматривают керн (выемную активную часть) трансформатора в закрытом помещении, защищенном от попадания пыли и вредных паров. Трансформатор может быть вскрыт для осмотра при условии, если температура окружающего воздуха приблизительно равна или ниже температуры выемной части.

Перед вскрытием трансформатора сливают масло из бака через спускной кран. Затем отвертывают болты, крепящие крышку трансформатора, отсоединяют трубы и провода. После разборки керн поднимают из бака, дают стечь маслу и устанавливают на специальную подставку с противнем для дальнейшего осмотра и ремонта. Следует иметь в виду, что выемная часть должна на-

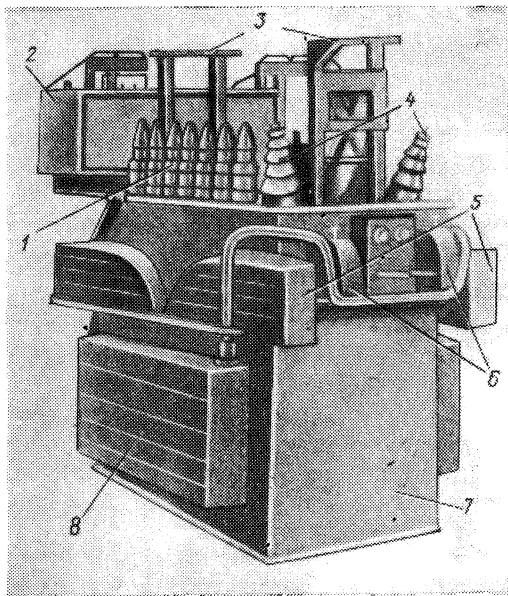


Рис. 79. Трансформатор ОЦР-5600/25:

1 — выводы главной вторичной обмотки; 2 — расширитель; 3 — стойки для крепления переключателя; 4 — выводы первичной обмотки; 5 — воздухопроводы; 6 — опоры трансформатора; 7 — бак; 8 — холодильник (радиатор)

ходитья вне бака при относительной влажности окружающего воздуха 60 % не более 12 ч, а при влажности воздуха 75 % — не более 8 ч. В случае превышения указанных сроков выемную часть подвергают сушке.

При ревизии выемной части тщательно осматривают все болтовые крепления и ослабшие гайки затягивают; проверяют запрессовку обмотки металлическими кольцами и, если необходимо, подтягивают нажимные болты.

Мегомметром или приложенным напряжением 1 000 в проверяют состояние изоляции бадов ярма (консолей) по отношению к магнитопроводу (при разбеденных заземлениях), а также изоляции прессующих колец по отношению к сердечнику и балкам ярма. Также проверяют целость заземления активной части стали, отсутствие обрывов в обмотках. Замеряют сопротивление изоляции каждой обмотки по отношению к сердечнику и сопротивление между обмотками. Сопротивление изоляции обмоток должно составлять не менее 70 % паспортного.

Осматривают и очищают бак, продувают радиаторы, а также ремонтируют охладительную систему, маслоуказатели, термодатчики и другое оборудование трансформатора. Воздухоочиститель ремонтируют с восстановлением силикагеля.

После ремонта выемную часть устанавливают в бак, трансформатор заполняют маслом и тут же отбирают первую пробу масла. Электрическая прочность масла при этой пробе должна быть не менее 35 кВ. Через 24 ч, при вторичной пробе, масло повторно испытывают на пробой и проверяют на отсутствие следов воды.

После установки трансформатора на электроподвижной состав испытывают его обмотки: высоковольтную напряжением 60 кВ, низковольтную 6 кВ и обмотки собственных нужд 4 кВ. При большом периодическом ремонте обмотки испытывают лишь в случае их ремонта или замены деталей.

Реакторы и анодные делители после продувки в особой камере осматривают, прессующие болты обмотки реакторов при необходимости подтягивают, а обмотки анодных делителей расклинивают. Перед включением в работу измеряют омическое сопротивление ветвей анодных делителей и реакторов.

Ремонт переключателей ЭКГ-60/20. При подъемном ремонте электровазов переменного тока групповой переключатель снимают и полностью разбирают с выемкой главных и блокировочных валов. Контактные элементы разбирают, очищают и закладывают смазку в подшипники роликов. Проводят ревизию пневматического привода с прожировкой кожаных манжет и ремонтом электромагнитных вентилях.

У сервомотора выполняют продорожку и снятие фасок на коллекторе, пропитку якоря и катушек полюсов, замену щеток; проверяют величину нажатия пальцев щеткодержателей на щетки. Восстанавливают изношенные элементы предохранительной муфты сервомотора; редуктор проверяют на отсутствие утечек масла и при необходимости заменяют уплотнения. Проверяют износ червячного винта, червячного колеса и мальтийского креста. Восстанавливают детали механической блокировки и ограничителя поворота вала.

Ремонтируют дугогасительные камеры. Все силовые контакты заменяют новыми. Приводят в норму люфт главных и блокировочных валов путем замены шестерен с изношенными зубьями. Заменяют изношенные или выкрошенные шайбы кулачковых валов и устраняют биение и продольные разбеги валов.

Ремонт выпрямительной установки выполняют в том же объеме, как и при большом периодическом ремонте (см. § 34).

Подъемный ремонт электропоездов. При подъемном ремонте электросекций предварительно под нагрузкой измеряют стрелы прогиба эллиптических и надбуксовых рессор, высоту пружин, а также провисание автосцепок. Измеряют сопротивления изоляции силовой и вспомогательных цепей и цепей управления, а также величину омического сопротивления пусковых, шунтирующих и демпферных сопротивлений.

Проверяют состояние ударной рамы и переходных площадок, а при наличии изгибов и износа более нормы их снимают для ремонта. Изношенные шпин-

тоны ударной рамы восстанавливают. Швеллеры рамы выправляют при прогибе свыше 6,0 мм на всю длину. Заменяют изношенные листовые наделки. Рессоры переходных площадок, имеющие предельные износы или изломы и трещины, заменяют. Ремонтируют поврежденный брезент переходных площадок.

Тележки устанавливают на выверенные по уровню опоры, тщательно осматривают узлы рамы и сварные швы, после чего проверяют в соответствии с нормами величину и разность расстояний между центрами буксовых вырезов обеих боковин вдоль тележки и по диагонали, а также расстояние между внутренними гранями боковин в верхней части выреза для люлечного бруса и у концевых балок. Кроме того, на тележках моторных вагонов электропоездов ЭР1 и тележек такого же типа других электропоездов измеряют разность расстояний между серединами буксовых направляющих противоположных сторон тележки, которая должна быть не более 2 мм. На бесчелюстных тележках КВЗ и ЦМВ проверяют расстояние между осями шпинтонов в поперечном направлении и их перпендикулярность.

Проверяют состояние деталей люлечного подвешивания. Детали, имеющие трещины, надрывы, износ сверх нормы, заменяют. При ремонте люлечного подвешивания нельзя заваривать трещины, надрывы или восстанавливать наплавкой изношенные поверхности проушин, люлечных болтов, средних подвесок, а также заваривать трещины и надрывы у качающихся балок.

Проводят полную ревизию редукторов, их подвески и кулачковых муфт (см. § 34).

Кузовное оборудование. При подъемном ремонте электропоездов ремонтируют крышу, внутреннюю обшивку стен и потолков, полов всех помещений вагонов, а также двери, окна, диваны, замки, ручки и другие внутренние устройства. Очищают и лакируют диваны и другие деревянные части пассажирских помещений.

Изношенные места в линолеуме вырезают и по месту ставят встык новые куски на лаковой подмазке, а края линолеума прошивают гвоздями. Подвагонная обшивка не должна иметь щелей. Поврежденный линкруст на стенах заменяют, стены и потолки вагонов окрашивают.

Наружные металлические поверхности кузовов промывают теплой водой с мылом. Поврежденные места окраски очищают с последующей шпаклевкой и зачисткой, а затем кузова окрашивают.

Электрическое оборудование. При подъемном ремонте электропоездов снимают для ревизии и ремонта тяговые двигатели и вспомогательные машины, пантографы, электрические печи, защитную и регулируемую аппаратуру (максимальное реле, реле перегрузки силовой и вспомогательной цепей, реле ускорения, регулятор напряжения, регулятор давления, реле обратного тока), предохранители высоковольтных и низковольтных цепей, а также плавкие вставки крышевого или главного предохранителя, пневматические части всех электрических аппаратов, электромагнитные вентили, клапаны пантографа, демпферное сопротивление типа ПС-28Б и аккумуляторную батарею.

Защитная и регулируемая аппаратура подлежит ревизии с регулировкой, а при необходимости — ремонту с разборкой и испытанием.

Тщательно проверяют прочность крепления аппаратов и состояние подвесных деталей: кронштейнов, скоб, крепежных и изолированных болтов. В деталях подвески недопустимы трещины, надрывы, ослабшие болтовые соединения.

Подвесные и опорные изоляторы, имеющие сколы или поврежденную глазурь свыше 10% длины их поверхности, а также с трещинами заменяют. Глазурь фарфоровых изоляторов, поврежденную в пределах указанной нормы, тщательно промывают бензином, протирают и окрашивают поврежденные места эмалью 1201. Подвесные изоляторы промывают и протирают насухо.

Ящики аппаратов и их крышки ремонтируют, выправляют и заваривают трещины. Исправляют и смазывают замки. Негодные уплотнения кожухов заменяют новыми.

ЗАВОДЫ ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

§ 36. Назначение и специализация ремонтных заводов

Назначение ремонтных заводов. Ремонтные заводы предназначены для выполнения заводского ремонта электроподвижного состава, ремонта и изготовления запасных частей и узлов для нужд линии и модернизации электропоездов и электропоездов.

В содержании электроподвижного состава заводской ремонт является основным оздоровительным мероприятием. Только при этом ремонте восстанавливаются основные несущие конструкции кузова — хребтовые, шкворновые и боковые балки, металлическая обрешетка и обшивка. При заводском ремонте осуществляют сложный ремонт рам тележек, колесных пар и редукторов, тяговых двигателей и вспомогательных машин, электрических аппаратов, высоковольтных силовых кабелей, проводов цепей управления и т. д. На заводах выполняют также работы по модернизации, направленные на улучшение конструкции подвижного состава путем переделки отдельных узлов и замены целых агрегатов на более совершенные и надежно работающие.

Для выполнения ремонта электроподвижного состава в полном объеме, установленном правилами ремонта, заводы имеют соответствующие цехи, оснащенные современным оборудованием, инструментом и подъемно-транспортными средствами.

На заводах выполняют ремонт подвижного состава с применением более совершенной и передовой технологии, с использованием различных методов упрочнения деталей, выбором лучших материалов с точки зрения износостойчивости, с внесением усовершенствований в конструкцию отдельных узлов, агрегатов, схем и пр. Здесь также выдерживают более строгие нормы и допуски на размеры деталей, а также более строгий технический контроль качества продукции в сравнении с ремонтом в депо. Наличие на заводах соответствующих производственно-технических условий позволяет обеспечивать выполнение ремонта в объеме, установленном правилами.

Специализация ремонтных заводов по типам подвижного состава. Планирование предприятия однородной продукции позволяет обеспечивать значительное повышение эффективности производства за счет: специализации цехов, производственных участков и рабочих мест на ремонте одной серии электроподвижного состава, его агрегатов, узлов и деталей; широкого внедрения поточно-конвейерных линий во всех цехах и организации на этой основе замкнутого цикла технологического процесса в масштабе завода.

Эффективность специализации проверяют по результатам работы каждого цеха и завода в целом путем анализа основных производственно-экономических показателей, к числу которых относят: производительность труда, ритмичность выпуска продукции, улучшение качества и снижение себестоимости, выполнение плана прибылей и ряд других.

Планирование каждому цеху, так же как и всему предприятию, однородной продукции позволяет специализировать все производственные участки и рабочие места и обеспечить при этом значительное повышение эффективности производства и производительности труда. На ремонтных заводах цехи обычно специализированы на ремонте определенных узлов, агрегатов электроподвижного состава. Уже сами названия цехов определяют их специализацию. Например, в главном сборочном цехе выполняют полную разборку электропоезда,

кузов оставляют в этом цехе для ремонта и сборки, а тележки, тяговые двигатели, колесные пары, электрические аппараты и другие узлы и агрегаты передают для ремонта в соответствующие специализированные цехи: тележечный, электромашинный, электроаппаратный и т. д.

Специализацию производственных участков и рабочих мест осуществляют по такому же принципу. Каждому производственному участку планируют также однородную продукцию, например, электромашинный цех состоит из участков по ремонту остовов, якорей, обмоток и т. д. Поэтому на каждый специализированный участок направляют для ремонта соответствующие узлы или агрегаты. Каждый участок в зависимости от его специализации оснащают соответствующим оборудованием и технологической оснасткой, инструментом и приспособлениями, обеспечивают запасными деталями и материалами, кадрами квалифицированных рабочих, необходимых для данного участка.

Все заводы по ремонту подвижного состава разделяют на две основные группы: локомотиворемонтные и вагоноремонтные. В свою очередь локомотиворемонтные заводы делят на электровозоремонтные и тепловозоремонтные, а вагоноремонтные — на ремонтные заводы пассажирских и грузовых вагонов.

В составе локомотиворемонтных заводов есть предприятия смешанного типа, на которых выполняют ремонт электровозов и электропоездов, электровозов и тепловозов, электропоездов и цельнометаллических пассажирских вагонов.

В связи с электрификацией железных дорог на переменном токе появилась необходимость в приспособлении некоторых локомотиворемонтных заводов для ремонта электровозов переменного тока (ВЛ60, ВЛ80, ЧС4 и др.). Эти заводы отличаются от других тем, что на них предусмотрены производственные участки для ремонта оборудования, имеющегося только на электровозах переменного тока (трансформаторы, выпрямительные установки и т. д.). Есть небольшая группа заводов, специализированных только на ремонте электрических машин электроподвижного состава и тепловозов.

Новая система планирования и экономического стимулирования. В соответствии с решениями сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС на новую систему планирования и материального стимулирования переведен ряд заводов МПС. Для этого они были тщательно подготовлены и имели необходимый уровень рентабельности, а также возможности оплаты за производственные основные фонды, за оборотные средства и за банковские кредиты.

Эти заводы имели также возможность образования фондов материального поощрения, социально-культурных мероприятий, жилищного строительства, развития производства и покрытия плановых затрат.

Рентабельность предприятия определяют как отношение прибыли без учета убытков по эксплуатации жилищного хозяйства к фактической среднегодовой стоимости производственных фондов и нормируемых оборотных средств.

Производственные основные фонды состоят из основных фондов промышленного производства и фондов вспомогательного хозяйства (автогараж и др.), находящегося на балансе данного предприятия.

Фонд развития производства создают частично из амортизационных отчислений и прибыли завода и реализации излишков оборудования. Этот фонд расходуют на внедрение новой техники, механизации и автоматизации производственных процессов, улучшение технологии и организации производства и осуществления других мероприятий.

Фонд материального поощрения, социально-культурных мероприятий и жилищного строительства создают путем отчисления от прибыли в процентах к плановому фонду заработной платы.

Техпромфинплан завода. Развернутый план производственной, технической и хозяйственной деятельности социалистического предприятия, направленный на выполнение заданий государства при наиболее полном использовании производственных мощностей и основных фондов, повышении эффективности производства и получения максимальных результатов при минимальных издержках, называют техпромфинпланом; он состоит из следующих разделов:

основные показатели;

планы производства и реализации продукции, повышения эффективности производства, капитального строительства, материально-технического снабжения, себестоимости продукции, по труду и зарплате, фондов экономического стимулирования; плановые технико-экономические нормативы и нормы; финансовый план.

План производства и реализации продукции характеризует всю производственно-хозяйственную деятельность завода, а также предопределяет содержание остальных разделов техпромфинплана.

План повышения эффективности производства играет решающую роль в определении качественной стороны производственной деятельности. В соответствии с ним разрабатывают и уточняют нормативы и нормы, которые вместе с планом производства и реализации продукции служат базой для подготовки всех последующих разделов техпромфинплана.

Основанием для разработки техпромфинплана является:

перспективный план развития завода;

контрольные цифры и задания главного управления министерства;

договоры с управлениями железных дорог на поставку продукции (ремонт локомотивов, электропоездов, изготовление запасных частей);

объем реализации продукции;

основные направления развития ремонтной базы;

утвержденные показатели плана.

Для более полного учета в плане резервов производства проводят технико-экономический анализ работы завода за прошедший период (год) и готовят соответствующие предложения. Источниками служат проектные данные, годовые отчеты, первичная документация, техническая документация и т. д.

В разработке техпромфинплана участвует весь коллектив завода. После окончания разработки техпромфинплана его доводят до сведения цехов, отделов, участков и рабочих мест.

Производственная программа. Важнейшим разделом пятилетнего и годового плана завода является производственная программа. В качестве основных показателей производственной программы применяют: общий объем реализуемой продукции в действующих оптовых ценах; важнейшие виды продукции; товарная продукция; незавершенное производство; валовая продукция.

Общий объем реализуемой продукции представляет собой полностью изготовленную и отвечающую требованиям государственных стандартов или технических условий продукцию, оплаченную потребителями.

Продукцией ремонтного завода является отремонтированный подвижной состав, запасные части, изготовленные для дорог и собственных нужд, продукция для других организаций и капитальному строительству завода, изделия ширпотреба. Важнейшие виды продукции планируют заводу в натуральном выражении.

Товарная продукция — это все виды изделий, оформленных сдаточными документами и переданных на склад для реализации. Товарная продукция оценивается в действующих оптовых ценах.

Незавершенное производство — это находящаяся на различных стадиях производственного процесса, незаконченная изготовлением продукция. Объем незавершенного производства имеет важное значение для обеспечения нормального хода производственного процесса и существенно влияет на показатели завода.

Валовая продукция — это вся продукция, произведенная на заводе за отчетный период, независимо от степени ее готовности. Валовая продукция представляет собой сумму товарной продукции $\Pi_{\text{тов}}$ и изменения остатков незавершенного производства

$$\Pi_{\text{вал}} = \Pi_{\text{тов}} + (H_{\text{к}} H_{\text{п}}) \text{ руб.}$$

Валовую продукцию измеряют только в неизменных оптовых ценах, позволяющих оценивать динамику объема производства.

§ 37. Организационная структура ремонтного завода

Ремонтные заводы находятся в ведении Главного управления по ремонту подвижного состава и производству запасных частей. Во главе завода стоит начальник, который в своей деятельности руководствуется Положением о социалистическом государственном производственном предприятии, утвержденном Советом Министров СССР 4 октября 1965 г. Исходя из общих принципов руководства социалистическими предприятиями и условий единоначалия, он полностью отвечает за работу завода, всех его подразделений и несет личную ответственность за выполнение государственного плана по номенклатуре, в денежном выражении и всех количественных и качественных показателей, отвечает за соблюдение трудовой, договорной и финансовой дисциплины, за сохранность социалистической собственности, в которую входят сооружения, здания, оборудование и все материальные ценности завода. Для более полного охвата всех вопросов руководства и управления предприятием начальник завода имеет первого заместителя в лице главного инженера и второго — по финансово-коммерческой работе.

К основным звеньям управления завода относят отделы заводоуправления: плановый отдел, осуществляющий заводское планирование;

производственный отдел, осуществляющий оперативное руководство производством. В составе этого отдела находится главный диспетчер завода со своим аппаратом;

отдел главного технолога, в задачу которого входит обеспечение всей технической и технологической подготовки и внедрения в производство прогрессивной технологии и наиболее производительного оборудования;

конструкторский отдел, который разрабатывает и внедряет высокопроизводительную технологическую оснастку, приспособления и инструмент. Он участвует в решении вопросов, связанных с внедрением новой техники;

отделы главного механика и главного энергетика, обеспечивающие нормальную эксплуатацию и плановый ремонт всех зданий, энергетических и других коммуникаций, оборудования и установок (котельных, электростанций, компрессорных и т. д.), ведающие капитальным строительством, связанным с развитием и расширением завода, а также постройкой и изготовлением средств механизации и автоматизации, проектированием и постройкой подъемно-транспортного оборудования. На заводах, где есть развитое по объему литейное производство, создают отдел главного металлурга;

отдел технического контроля, осуществляющий пооперационный контроль качества продукции в процессе производства, а также приемку законченной продукции, выпускаемой заводом. Этот отдел сдает готовую продукцию дорогам-заказчикам и действует на основании положения об ОТК, утвержденного министром путей сообщения;

отдел труда и зарплаты, ведающий вопросами планирования, контролирующей и составляющей всю отчетность по фонду зарплаты и контингенту работников завода, а также занимающийся вопросами технического нормирования;

отдел кадров, ведающий обеспечением завода рабочей силой, приемом и увольнением, производственно-техническим обучением и повышением квалификации всех работников завода, а также ведущий учет и отчетность по кадрам;

главная бухгалтерия и финансовый отдел, выполняющие все работы бухгалтерского учета и отчетности, калькулирования себестоимости продукции, составляющие отчеты и балансы производственно-хозяйственной деятельности предприятия, контролирующие сметно-финансовую дисциплину и ведающие всей финансовой работой;

отдел материально-технического снабжения, ведающий вопросами планирования, обеспечения, хранения, учета и отчетности, расходования материалов в пределах норм, запасных частей и оборудования, потребляемых для изготовления продукции;

административно-хозяйственный отдел ведает содержанием территории завода в чистоте, хозяйственным обслуживанием зданий заводоуправления, пожарной безопасностью и охраной завода, пропускным режимом;

жилищно-коммунальный отдел, ведающий жилым фондом, его эксплуатацией и ремонтом.

Кроме того, на заводах имеются: инструментальное хозяйство, заводские лаборатории, бюро и кабинеты технической пропаганды, изобретательства и рационализации, техники безопасности.

Основной производственной единицей на ремонтном заводе, как и на заводах промышленности, является цех. Количество и назначение цехов зависит от ряда условий, а именно: от специализации, принятой для данного завода; от плана поставок и внутризаводской кооперации; от номенклатуры и объемов планируемой заводу продукции; от территориальных возможностей.

При специализации завода для ремонта какой-либо одной серии электроваза и выполнения ремонта всего комплекса узлов и агрегатов, включая и электрические машины, предусматривают необходимые для этого цехи. В том случае, когда ремонт электрических машин выполняют на специализированном заводе и их поставляют по плану кооперации, надобность в электромашинном цехе отпадает. Этот принцип относится также и к другим цехам, например, литейным, при отсутствии которых литье поставляют с других специализированных заводов по плану кооперации.

Основной продукцией локомотиворемонтных заводов является отремонтированный электроподвижной состав. Однако при необходимости им планируют также изготовление запасных частей для дорог.

§ 38. Генеральный план завода

Железнодорожный транспорт СССР располагает большим числом хорошо оснащенных заводов по ремонту локомотивов и вагонов, поэтому вопрос об удовлетворении потребности железных дорог в заводском ремонте электровазов и электропоездов решается в направлении приспособления для этих целей существующих ремонтных предприятий.

Однако не исключена возможность строительства новых ремонтных заводов, когда в этом возникнет необходимость. При проектировании новых и реконструкции существующих предприятий руководствуются специальными нормами, утверждаемыми соответствующими организациями.

Генеральный план завода (рис. 80) представляет собой графическое изображение земельного участка (территории) в плане с нанесенными на нем зданиями, транспортными путями, коммуникациями и прочими сооружениями, необходимыми для нормальной работы данного предприятия.

В соответствии с Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий (СН-245—63) площадки для строительства предприятия, а также жилищного и общественного строительства выбирают с учетом имеющихся или разрабатываемых проектов и схемы районной планировки. При этом выбор площадки, мест водоразбора и спуска сточных вод согласовывают с Госсанназором.

Площадку, намеченную для строительства ремонтного завода, выбирают так, чтобы она удовлетворяла требованиям в отношении прямого солнечного облучения и естественного проветривания. Площадка по возможности должна быть расположена недалеко от жилых домов предприятия. Необходимо также, чтобы она имела относительно ровную поверхность и уклон, обеспечивающий нормальный отвод поверхностных вод, а уровень грунтовых вод на территории должен быть по возможности ниже глубины устройства подвалов, тоннелей и т. п. Также учитывают возможность частичного или полного расширения предприятия.

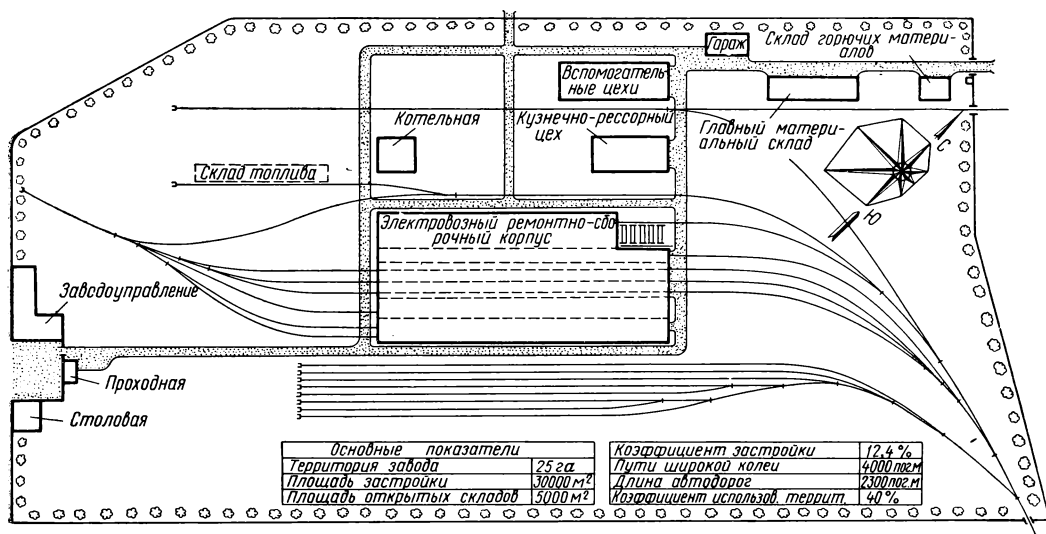


Рис. 80. Схема генерального плана электровозоремонтного завода

Расположение заводоуправления, лабораторий, столовых, здравпунктов и других подобных им вспомогательных помещений или зданий выбирают так, чтобы они были окружены полосой зеленых насаждений.

Здания и сооружения располагают относительно сторон света и преобладающего направления ветров так, чтобы были обеспечены наиболее благоприятные условия для естественного освещения, проветривания помещений и борьбы со снежными заносами.

Санитарные разрывы между зданиями, освещаемыми через оконные проемы, делают не менее наибольшей высоты (до верха карниза) противостоящих зданий. Санитарные разрывы от открытых складов угля и других пылящих материалов до производственных зданий допустимы не менее 20 м, до зданий бытовых помещений — 25 м, а до прочих вспомогательных зданий — 50 м. Нормы противопожарных разрывов между зданиями увязывают с санитарными нормами.

Проектирование производственных и вспомогательных служебных зданий завода по ремонту электроподвижного состава постоянного и переменного тока выполняют в соответствии с Санитарными нормами, определяющими минимально допустимые размеры площадей, высоты, кубатуры, проходов и проездов. В табл. 15 приведены нормы Госстроя СССР (СН-245—63), которыми руководствуются при проектировании заводов.

Кроме приведенных норм, при проектировании учитывают требования, обеспечивающие нормальные условия для работающих в данных помещениях.

Таблица 15

Помещения	Норма на одного работающего (не менее)		
	Объем, м ³	Площадь, м ²	Высота, м
Производственные	15	4,5	3,2
Энергетические и транспортно-складские . . .	15	4	3
Цеховые конторы	10	3,25	3
Конструкторские отделы	15	5	3
Залы заседаний	15	1,2	3
Раздевалки с вестибюлем	0,75	0,25	3
Бытовые (туалет, умывальная, душевая, прачечная и т. д.)	0,12	0,05	2,5

К их числу относят: создание нормальных метеорологических условий воздушной среды в рабочих помещениях; нормы для категории работы средней тяжести приведены в табл. 16;

Таблица 16

Время года	Температура, °С	Влажность, %	Скорость, м/сек
Холодный период года (при температуре наружного воздуха ниже +10 °С)	16—18	60—40	Не более 0,3
Теплый период года (при температуре наружного воздуха +10 °С и выше)	20—23	60—40	Не более 0,3

размещение производственных процессов, сопровождающихся загрязнением воздуха рабочей зоны, вредными выделениями ядовитых газов, паров, пыли и т. д., в отдельных помещениях, оборудованных местными отсосами; расположение оборудования в первых этажах при большом выделении сточных вод (более 200 м³ в сутки), содержащих кислоты, щелочи и т. д.;

установку технологического оборудования, создающего на рабочих местах вибрации и шум, на амортизированных или на специальных фундаментах;

создание между производственным оборудованием необходимых проходов, обеспечивающих нормальное и безопасное обслуживание, движение людей и транспорта и удобную очистку рабочих поверхностей.

Нормы установлены также и для выбора конструктивных элементов здания, наружных и внутренних стен, перегородок, перекрытий и т. д.

При проектировании производственных помещений большое внимание уделяют вопросам вентиляции и отопления. Вентиляцию производственных и вспомогательных зданий предусматривают следующую: естественную, механическую или смешанную, независимо от степени загрязнения воздуха. При значительном выделении тепла и загрязнении воздуха пылью применяют различные технологические и строительные мероприятия: защиту рабочих мест щитами, экранами, водяными завесами; изоляцию процессов с пылевыведением.

Производственные процессы, при которых выделяются ядовитые пары и газы (пропитка обмоток электрических машин и др.), следует осуществлять в герметически закрытой аппаратуре при максимальной автоматизации. Нормами установлено, что производственные помещения с кубатурой на одного работающего менее 20 м³ должны иметь вентиляцию, обеспечивающую воздухообмен в количестве не менее 20 м³/ч на одного работающего. При кубатуре 40 м³ на одного работающего допустимо проветривание.

Производственные и вспомогательные помещения, в которых поддержание положительной температуры необходимо по технологическим условиям, оборудуют системами отопления, обеспечивающими в холодный период года внутренние температуры помещений согласно установленным нормам.

§ 39. Планировка основных цехов

Цехи ремонтных заводов. В состав основных производственных цехов ремонтного завода входят ремонтно-сборочный, тележечный, механокомплектовочный, колесно-редукторный, электромашинный, электроаппаратный, столярно-комплектовочный и малярный. К производственным цехам относят также механический, кузнечно-рессорный и литейный цехи.

Размещение цехов на территории завода осуществляют исходя из принятого технологического процесса, типа главного сборочного корпуса: поперечного, продольного или смешанного (рис. 81 и 82).

Электровозоремонтный цех. На заводах электровозоремонтный цех (рис. 83) состоит из нескольких или одного пролета, которые размещают от-

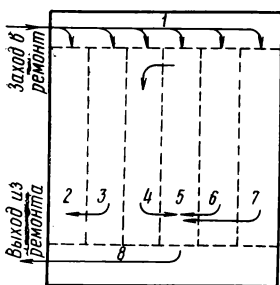


Рис. 81. Схема с поперечным размещением цехов завода:

1—разборка; 2—ремонт кузовов; 3—ремонт электроаппаратов; 4—механический; 5—ремонт тележек; 6—ремонт электромашин; 7—ремонт колесных пар и редукторов; 8—сборка и испытание

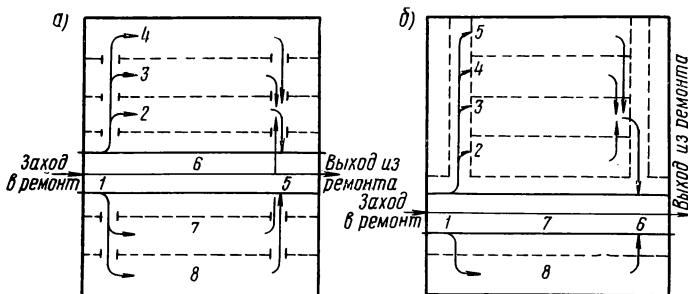


Рис. 82. Схемы размещения цехов завода:

а—продольный: 1—разборка; 2—ремонт тележек; 3—механический; 4—ремонт колесных пар; 5—сборка; 6—ремонт кузовов; 7—ремонт электромашин; 8—ремонт электроаппаратов;
б—смешанный: 1—разборка; 2—ремонт электромашин; 3—ремонт тележек; 4—механический; 5—ремонт колесных пар и редукторов; 6—сборка; 7—ремонт кузовов; 8—ремонт электроаппаратов

носителю пролетов других цехов в последовательности, обеспечивающей применение поточного метода ремонта. Количество стоек для ремонта электропоездов и электропоездов:

$$C = \frac{Pt}{T},$$

где C — количество стоек, необходимое для выполнения годовой программы;
 P — количество ремонтов электропоездов и электропоездов, заданное на год;
 t — простой единицы ремонта на стойлах в рабочих сутках;
 T — годовой фонд рабочего времени на одно стойло в рабочих днях.

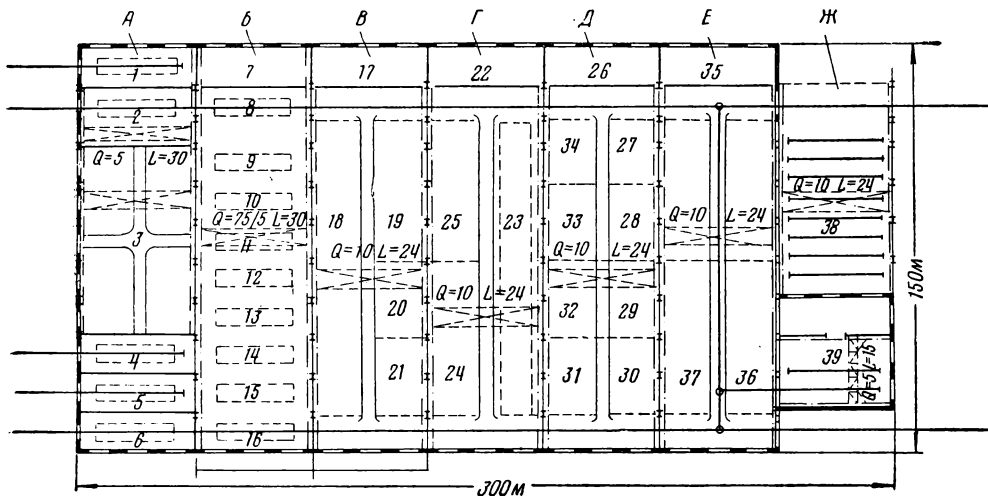


Рис. 83. Планировка главного корпуса электровозоремонтного завода:

А—пролет; 1—стойло разекипировки электровоза; 2—стойло разборки; 3—участок ремонта электроаппаратов; 4—стойло-камера сушки краски кузова; 5—стойло-камера окраски электровоза; 6—стенд испытания электровоза; Б—кузовной пролет; 7—участок ремонта пантографов; 8—стойло подъема кузова; 9—15—стойла ремонта и сборки электровоза; 16—стойло опуска электровоза; В—пролет механокомплекточный; 17—сварочный участок; 18—механическое отделение; 19—станочное отделение; 20—комплекточное отделение; 21—комплекточная кладовая; Г—пролет ремонта и сборки тележек; 22—участок промывки и дефектировки деталей тележек; 23—конвейер ремонта и сборки тележек; 24—стойла уравнильного ремонта тележек; 25—участок ремонта узлов; Д—пролет ремонта электрических машин; 26—участок разборки электрических машин; 27—участок сварочных работ; 28—участок ремонта остонов; 29—сушильно-пропиточное отделение; 30—испытательная станция; 31—участок сборки электромашин; 32—участок слесарно-механических работ; 33—коллекторный участок; 34—секционное отделение; Е—пролет ремонта колесных пар; 35—мойка и дефектировка; 36, 37—станочные отделения; Ж—пролет открытый; 38—парк колесных пар; 39—роликподшипниковый участок (Q —грузоподъемность мостовых кранов; L —длина пролетов)

В пролете ремонтно-сборочного цеха предусматривают стойла демонтажа, подъемки кузовов, разборки тележек и колесно-моторных блоков. На заводах, где ремонтируют электровозы переменного тока, предусматривают площади для демонтажа и монтажа специфического оборудования: трансформаторов, выпрямителей и т. д.

Ширину пролетов ремонтно-сборочного цеха определяют для заводов поперечного типа по длине кузовов с учетом обеспечения необходимых проездов и проходов; для заводов продольного и смешанного типов — по количеству линий для ремонта и сборки кузовов, ширине кузовов, проездов и проходов между ними, а также необходимости размещения пригоночного и монтажного оборудования, устройств для питания всеми видами энергии (электроэнергией, сжатым воздухом, водой, газом). В табл. 17 приведены нормы основных производственных площадей электровозоремонтного цеха.

Таблица 17

Помещения	Измеритель	Норма, м²				
		ВЛ22 ^м	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80
Разборочное, ремонтное и сборочное отделения (главный зал)	Стойло	240	240	420	310	425
Гарнитурное отделение	Стойло ремонта кузова (для ВЛ8 на две секции)	50	50	100	100	160
Электроремонтный участок	Участок	80	80	80	120	190
Участок ремонта воздушных резервуаров	Стойло ремонта кузова (для ВЛ8 на две секции)	20	20	20	40	60
Трубное отделение: участок ремонта труб	Электровоз годовой программы	0,45	0,45	0,81	0,85	1,36
участок химической обработки труб	Участок	250	250	250	250	250
Автотормозное отделение	Электровоз годовой программы	0,17	0,17	0,25	0,17	0,25
Слесарный участок	То же	0,07	0,07	0,13	0,11	0,11
Столярный участок	Участок	45	45	45	70	70
Участок ремонта секций радиатора	Электровоз годовой программы	—	—	—	0,5	1,0

Как видим из табл. 17, нормы площади для разных помещений в зависимости от назначения имеют различный измеритель. При расчете площади электровозоремонтного цеха учитывают специализацию завода и серии электровозов, подлежащих ремонту. Размеры пролетов и данные мостовых кранов электровозоремонтного цеха приведены в табл. 18.

Таблица 18

Пролеты	Ширина пролета, м	Крановые средства и грузоподъемность в т	Высота пролета от пола, м	
			до головки подкранового рельса	до низа несущих конструкций
Главного зала	30	Мостовые краны Q = 50/10, Q = 10	12,65	16,2
Вспомогательных отделений	24	Мостовой кран Q = 10	8,15	10,8

Приведенные в табл. 18 нормы размеров пролетов и данные мостовых кранов определяют по габаритам и максимальному весу кузова электровоза с электрооборудованием. Высоту пролетов от пола до головки подкранового рельса и грузоподъемность мостовых кранов выбирают исходя из необходи-

Таблица 19

Электроподвижной состав	Вес, т				
	общий	кузова	рамы тележки	тягового двигателя	колесной пары
ВЛ19	120	46	13,4	4,2	3,5
ВЛ22 ^м	132	55	13,0	4,82	3,5
ВЛ23	138	58	13,0	5,4	3,55
ВЛ8	180	36+36	9,0	5,4	3,55
ВЛ60	138	61	4,41	5	3,25
ВЛ80	184	2·23,45	2,68	3,9	3,53
ЧС2	120	38,6	3,28	5,25	2,96
ЭР1, ЭР2:					
моторный вагон	52,5	24,5	6	2,2	1,8
прицепной »	38,5	24,5	5	—	1,19

мости транспортировки кузова над кузовами, стоящими на подставках, и его максимального веса. В табл. 19 приведен общий вес кузовов основных серий электровазов и электропоездов постоянного и переменного тока, а также вес крупных узлов.

Электромашинный цех. В пролете электромашинного цеха (рис. 84) размещают основные и вспомогательные отделения и участки (разборки машин, ремонта остовов, ремонта якорей, катушечно-секционный, сушильно-пропиточный, сборочный), испытательную станцию и вспомогательные отделения, кладовые и раздаточные инструмента. В табл. 20 приведены нормы производственных площадей электромашинного цеха, основных отделений и участков. В табл. 21 приведены размеры пролетов и данные подъемно-крановых средств.

Тележечный цех. В пролете ремонта рам тележек (рис. 85) размещают стойла дефектировки, ремонта и сборки тележек. Общую площадь этого пролета определяют согласно заданной программе, типам тележек и их габари-

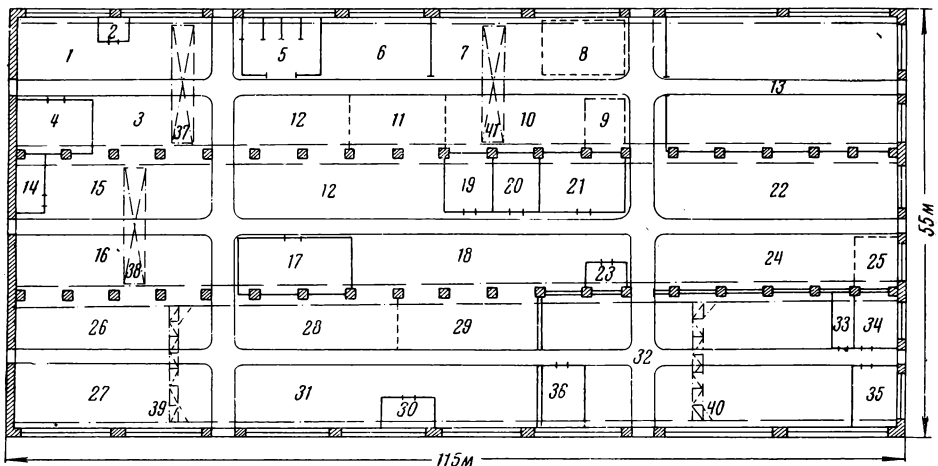


Рис. 84. Планировка электромашинного цеха:

1 — разборочно-дефектировочное отделение; 2 — испытательный пункт; 3 — разборка якорей; 4 — очистка секций и катушек; 5 — сварка; 6 — ремонт компрессоров и щеткодержателей; 7 — сборка вспомогательных машин; 8 — площадка готовых машин; 9 — окраска; 10 — сборка тяговых двигателей; 11 — слесарная отделка остовов; 12 — механический участок; 13 — испытательная станция; 14 — испытательный пункт; 15 — ремонт коллекторов; 16 — шихтовка стали якоря; 17 — изоляционный участок; 18 — обмоточный участок; 19 — инструментально-раздаточная; 20 — кладовая материалов; 21 — комплектовочная кладовая; 22 — отделка якорей; 23 — испытательный пункт; 24 — бандажировка; 25 — приготовление замазки; 26 — ремонт медных шин обмотки катушек; 27 — заготовка секций; 28 — ремонт выводов и кабелей; 29 — изоляция катушек; 30 — контрольный пункт; 31 — изоляция секций; 32 — сушильно-пропиточное отделение; 33 — пульт управления; 34 — насосная; 35 — приготовление лака; 36 — малярный участок; 37 — мостовой кран $Q = 10\text{ Т}$, $L = 16,5\text{ м}$; 38 — мостовой кран $Q = 5\text{ Т}$, $L = 16,5\text{ м}$; 39 — кран-балка $Q = 3\text{ Т}$, $L = 16,5\text{ м}$; 40 — кран-балка $Q = 3\text{ Т}$, $L = 16,5\text{ м}$; 41 — мостовой кран $Q = 5\text{ Т}$, $L = 16,5\text{ м}$

Таблица 20

Отделения	Измеритель	Норма, м ²				
		ВЛ22 ^М	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80
Разборочно-дефектировочное	Электровоз годовой программы	1,6	1,6	2,2	1,7	1,8
Ремонта остовов	То же	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5
	Металлорежущий станок	18,0	18,0	18,0	45,0	45,0
Ремонта якорей	Электровоз годовой программы	2,7	2,7	3,6	2,7	2,8
	Металлорежущий станок	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Сборочное	Электровоз годовой программы	2,0	2,0	2,7	2,0	2,1
Изоляционное	То же	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5
Катушечно-секционное	»	2,4	2,4	3,2	2,4	2,5
Сушильно-пропиточное	»	2,0	2,0	2,7	2,0	2,1
Испытательная станция	»	1,2	1,2	1,6	1,2	1,3

Таблица 21

Пролеты	Ширина пролета, м	Крановые средства и их грузоподъемность в т	Высота пролета, м	
			до головки подкранового рельса	до низа несущих конструкций
Разборочное, сборочное отделение ремонта остовов и испытательная станция	24	Мостовой кран $Q = 10$	8,15	10,8
Отделение ремонта якорей, катушечно-секционное, изоляционное, сушильно-пропиточное	24	Мостовой подвесной кран $Q = 5$	—	8,4

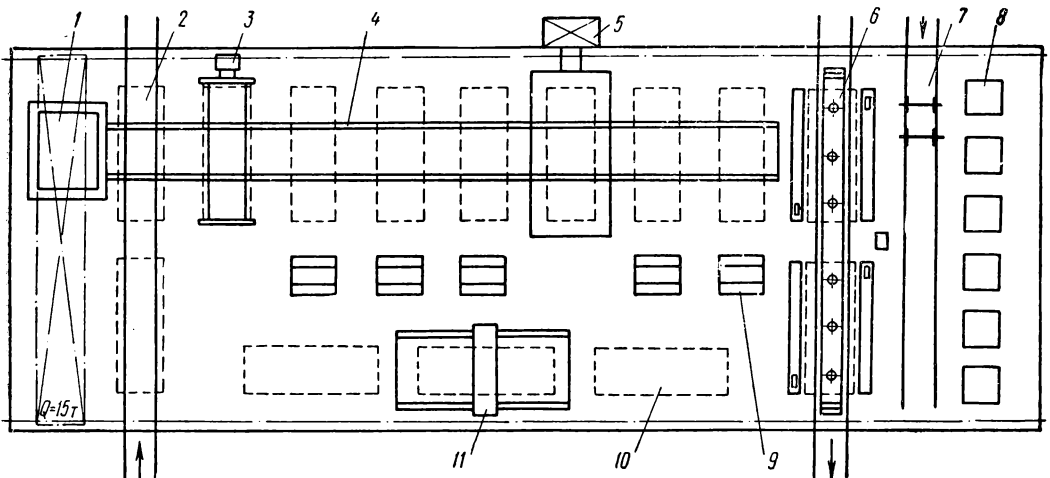


Рис. 85. Тележечный цех:

1—приводная станция конвейера; 2—стойло разборки тележек; 3—кантователь; 4—конвейер; 5—камера окраски и сушки тележек; 6—стойло сборки тележек; 7—путь подачи моторных колесных пар; 8—стенды сборки и обмотки колесно-моторных блоков; 9—стеллажи для деталей; 10—стойло уравнильного ремонта тележек; 11—стенд для правки, сварочных работ и механической обработки рам тележек

там. В пролете устанавливают технологическое оборудование для правки рам, ремонта и сборки тележек, устройства для их окраски и сушки. На площади тележного цеха размещают также участки ремонта кожухов редукторов, сборки колесно-моторных блоков и ряд других. В табл. 22 приведены нормы производственных площадей основных участков тележного цеха. Размеры пролетов и данные мостовых кранов тележного цеха для ремонта электровозов ВЛ22^м, ВЛ23, ВЛ8, ВЛ60 и ВЛ80 приведены в табл. 23.

Таблица 22

Производственные участки	Измеритель	Площадь, м², для электровозов				
		ВЛ22 ^м	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80
Разборочный	Стойло на тележку	130	130	100	130	95
Дефектировки	Площадка	70	70	80	70	85
Ремонта рам	Стойло рам	75	75	70	75	55
Сборочный	Стойло на тележку	95	95	90	95	70
Ремонто-комплектовочный	Электровоз годовой программы	0,6	0,6	0,8	0,6	0,8
Ремонта кожухов зубчатых передач	То же	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7
Моечный	Моечная машина	—	—	190	—	—
Сварки рам тележек	Кабина для сварки	—	—	80	—	—
Сборки и прикатки колесно-моторных блоков	Единица основного оборудования	—	—	50	—	—
Окраски и сушки рам тележек	Участок	—	—	250	—	—
Электросварочный	Сварочная кабина	—	—	15	—	—
Механический	Металлорежущий станок	—	—	20	—	—
Ремонта путеочистителей	Участок	—	—	80	—	—
Заливочный	»	—	—	72	—	—

Таблица 23

Участки	Ширина пролета, м	Крановые средства и их грузоподъемность в т	Высота пролета, м	
			до головки подкранового рельса	до низа несущих конструкций
Разборочный, ремонтный и сборочный:				
при подъемке собранной тележки с колесно-моторными блоками	24	Мостовой кран Q=50/10	12,65	16,2
при подъемке тележки без колесно-моторных блоков	24	Мостовой кран Q = 20/5	8,15	10,8
Вспомогательные	24	Мостовой кран Q=10	8,15	10,8

Электроаппаратный цех. В пролете электроаппаратного цеха (рис. 86*) размещают участки: очистки, разборки и ремонта аппаратов. В табл. 24 приведены площади всех участков электроаппаратного цеха в расчете на измеритель.

Для заводов, ремонтирующих электровозы переменного тока, кроме перечисленных норм площадей по нормам технологического проектирования, предусматривают площади для участков, на которых ремонтируют аппараты управления выпрямительных установок. В этом цехе для транспортировки электроаппаратов устанавливают подъемный кран грузоподъемностью $Q = 3\text{ т}$, ширину пролета принимают равной 18—24 м, высоту пролета от пола до низа перекрытия принимают 6 или 7,2 м.

Таблица 24

Участки	Измеритель	Площадь, м ² , для электровозов				
		ВЛ22 ^М	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80
Очистки и предварительной разборки	Участок	90	90	90	90	90
Контроллеров	Электровоз годовой программы	0,24	0,3	0,54	0,24	0,42
Контакторов	То же	0,48	0,54	0,66	0,36	0,78
Реле	»	0,02	0,02	0,05	0,12	0,19
Вентилей	»	0,09	0,09	0,09	0,07	0,09
Катушек	»	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09
Сопровитлений	»	0,24	0,33	0,54	0,06	0,06
Пантографов	»	0,46	0,55	0,55	0,46	0,55
Автостопов	»	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Арматуры освещения	»	0,02	0,02	0,05	0,02	0,05
Сварки и лужения	Пост	15	15	15	15	15
Слесарный	Электровоз годовой программы	0,1	0,12	0,2	0,12	0,2
Твердой изоляции	Участок	75	75	75	75	75
Изолирования стержней и шпилек	»	36	36	36	36	36
Рязрядников	»	15	15	15	15	15
Радиоаппаратуры, дешифраторов и усилителей	»	24	24	24	24	24
Электроизмерительных приборов	»	60	60	60	60	60
Скоростемеров и манометров	»	42	42	42	42	42
Механической обработки	Электровоз годовой программы	0,12	0,1	0,15	0,1	0,2
Испытательная станция	Станция	90	90	90	135	135
Зарядная станция	»	72	72	72	72	72

Колесный цех. В этом цехе (рис. 87*) ремонтируют и формируют новые колесные пары, редукторы, демонтируют и монтируют роликовые буксы. В табл. 25 приведены нормы производственных площадей колесного цеха.

Таблица 25

Отделения	Измеритель	Площадь, м ² , для электровозов				
		ВЛ22 ^М	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80
Ремонта колесных пар: производственная площадь	Основной металлорежущий станок	108	108	108	108	108
проезды и вспомогательные площади эстакада	То же	22	22	22	22	22
	Комплект колесных пар годовой программы	1,8	1,8	2,4	1,8	2,4
Ремонта роликовых подшипников:						
демонтажный участок	Участок	160	160	160	160	160
монтажный участок	»	200	200	200	200	200
участок мойки	»	55	55	55	55	55
комплектовочный участок	»	80	80	80	80	80
участок ремонта букс	Участок или металлорежущий станок	25	25	25	25	25

В колесном цехе устанавливают мостовой кран грузоподъемностью $Q = 10\ T$, ширину пролета принимают 24 м, высоту пролета от пола до головки подкранового рельса 8,15 м, а до низа перекрытия 10,8 м. При программе ремонта и формирования колесных пар 8—10 тыс. шт. в год устанавливают в одном пролете два и более кранов той же грузоподъемности.

Кроме того, у станков по обработке элементов колесных пар (осей, центров и бандажей) устанавливают консольно-поворотные краны грузоподъемностью от 1 до 3 т.

Механический цех. Этот цех предназначен для изготовления новых запасных частей — больших и малых шестерен зубчатой передачи, букс малых шестерен зубчатой передачи, букс, узлов сочленения кузовов и тележек, деталей тормозной рычажной передачи, а также для их ремонта. В зависимости от общего объема производства запасных частей определяют размеры площадей цеха, количество и номенклатуру оборудования и размеры пролетов, данные крановых средств.

Малярный цех. Помещение этого цеха делают изолированным от других цехов, температуру в нем поддерживают постоянную от $+20$ до $+22^{\circ}\text{C}$. Кроме того, предусматривают отделение для приготовления красок и кладовую. Площади малярного цеха берут по нормам исходя из заданной программы. Ширина пролета малярного цеха не должна быть менее 18 м, высота до затяжки ферм — менее 8 м.

Электровозы и электросекции поступают в малярный цех после окончания ремонта и испытания под рабочим напряжением. В объем работ, выполняемых в малярном цехе, входят шпатлевка, грунтовка, окончательная шлифовка и окраска поверхностей кузовов, а также внутренние отделочные работы и нанесение номеров и надписей. Окрашивают в электростатическом поле и методом безвоздушного распыления при помощи установки типа УБРХ-1 (рис. 87 и 88) конструкции инж. В. А. Кузюто. Производительность окрашивания поверхности $400\text{--}500\text{ м}^2/\text{ч}$. Часть этих работ выполняют на ремонтных стойлах сборочного цеха. Сушат шпатлевку и эмаль в сушильных камерах, которые оборудованы калориферами.

Красители приготавливают в краскотерке. Имеется также химическая лаборатория для контроля качества красок и растворителей.

Вентиляция в малярном цехе должна обеспечивать хороший воздухообмен, удаление паров растворителей и удовлетворять другим санитарным нормам, утвержденным для подобных производственных помещений.

Столярно-комплектовочный цех. Этот цех выполняет ремонт, изготовление и комплектовку узлов из деревянных деталей. В состав цеха входят лесосушильные камеры, станочное, столярное и лакировочное отделения. Производственные площади этого цеха определяют по нормам деревообделочных цехов. Станочное отделение оборудуют пневмотранспортными устройствами для удаления стружки и пыли от каждого деревообделочного станка.

Укрупненные расчеты площадей. При разработке проекта нового ремонтного завода или его реконструкции выполняют укрупненные поверочные расчеты площадей основных цехов. В табл. 26 приведены эти показатели для электровозоремонтного завода с годовой программой в пределах $500\text{--}700$ электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ23 и ВЛ60 или $250\text{--}350$ электровозов серий ВЛ8 и ВЛ80. В табл. 27 приведены переводные коэффициенты расчета площадей при переходе от одной серии электровозов к другой по удельным площадям основных цехов (см. табл. 26).

Пользуясь данными табл. 26 и 27, например, при необходимости рассчитать площадь электровозоремонтного цеха при переходе от серии ВЛ23 к ВЛ80 находят по табл. 28 переводной коэффициент, в данном примере равный 1,8,

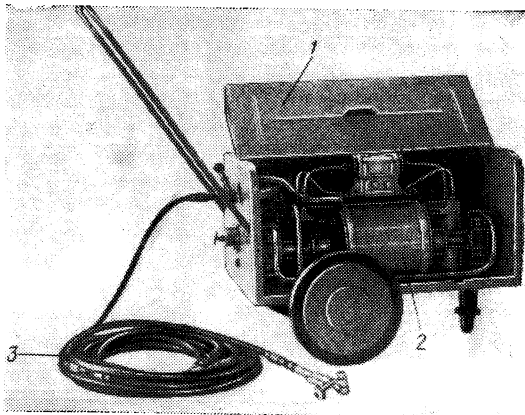


Рис. 88. Установка УБРХ-1:
1 — защитный кожух; 2 — пневмогидравлический цилиндр; 3 — шланг высокого давления

Таблица 26

Цехи	Удельная площадь, м ² , на один электровоз годовой программы				
	ВЛ22М	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80
Электровозоремонтный	10,5	10,5	21,9	16,0	28,6
Тележечный	7,0	7,0	12,0	7,0	10,7
Электромашинный	17,7	14,7	20,8	16,8	24,5
Аппаратный	3,3	3,7	5,5	3,7	6,0
Колесный	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Механический	2,5	2,6	3,6	2,7	3,8
Испытательная станция	2,0	2,0	3,8	2,4	4,4
Малярное отделение	2,0	2,0	2,8	2,4	3,1

а по табл. 26 — удельную площадь в м², которая здесь равна 10,5 м², а затем обе величины перемножают (1,8·10,5) и получают 18,9 м².

В том случае, когда необходимо рассчитать площади для любой серии электровоза по удельным площадям, пользуются переводными коэффициентами, приведенными в табл. 28.

Таблица 27

Электровозы	ВЛ22М	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80
ВЛ22М	1,0	1,01	1,61	1,2	1,83
ВЛ23	0,99	1,0	1,58	1,18	1,8
ВЛ8	0,62	0,63	1,0	0,75	1,14
ВЛ60	0,84	0,85	1,34	1,0	1,53
ВЛ80	0,55	0,56	0,88	0,65	1,0

Расположение позиций поточного ремонта электроподвижного состава на ремонтном заводе. Как видно из рис. 89, основную разборку электровоза, электропоезда выполняют до подъёмки кузова и выкатки тележек.

В объем разборочных работ на первом этапе входит демонтаж электроаппаратуры и вспомогательных электромашин, автотормозного оборудования, деревянных деталей, которые транспортируют на соответствующие участки для ремонта и последующего возврата на сборку.

Таблица 28

Цехи	Переводные коэффициенты	Цехи	Переводные коэффициенты
Электровозоремонтный	1,2	Колесный	1,2
Тележечный	1,5	Механический	1,3
Электромашинный	1,2	Испытательная станция	1,6
Аппаратный	1,4	Малярное отделение	1,5

Разборку тележек, рессорного подвешивания, тормозной рычажной передачи, ударно-тяговых устройств, колесно-моторных блоков выполняют на площадях ремонта этого оборудования.

Порядок размещения пролетов определяется последовательностью разборки локомотива встречных потоков. Пролеты располагают в таком порядке:

1) разборка локомотивов, ремонт электроаппаратов, малярные работы и испытания после ремонта;

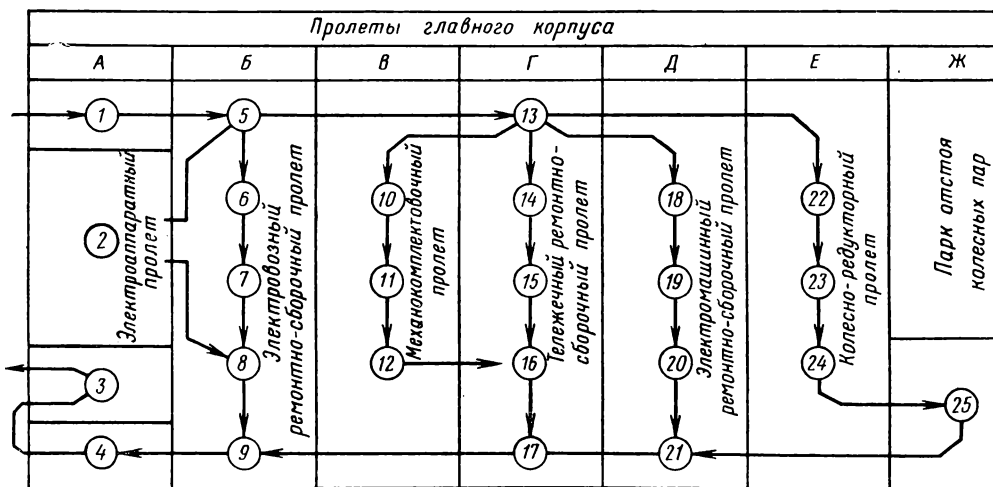


Рис. 89. Схема потока по позициям при ремонте ЭПС:

1 — разборка; 2 — ремонт электроаппаратов; 3 — малярно-окрасочные работы; 4 — испытания после ремонта; 5 — подъемка кузова и выкатка тележек; 6 — слесарно-котельные работы; 7 — подготовка к монтажу; 8 — монтаж электроаппаратов и автотормозов; 9 — опуск кузова на тележки; 10 — дефектировка и наплавочные работы на деталях тележек; 11 — механическая обработка; 12 — комплектовка узлов и передача на сборку тележки; 13 — разборка тележек; 14 — слесарно-котельные работы на тележках; 15 — подготовка рам тележек под монтаж; 16 — монтаж тележек; 17 — опуск тележек на колесно-моторные блоки; 18 — разборка и дефектировка электрических машин; 19 — ремонт электрических машин; 20 — сушка, пропитка и испытание электрических машин; 21 — сборка колесно-моторных блоков; 22 — промывка и дефектировка колесных пар; 23 — ремонт и изготовление элементов колесных пар; 24 — формирование колесных пар; 25 — монтаж роликовых подшипников

- 2) ремонт кузовов, монтажные работы;
- 3) ремонт и комплектовка узлов и деталей тележек;
- 4) ремонт и сборка рам тележек;
- 5) ремонт электрических машин;
- 6) ремонт и формирование колесных пар;
- 7) демонтаж и монтаж роликоподшипников колесных пар.

Такое расположение пролетов обеспечивает движение кузовов по ремонтным позициям, позициям монтажа электроаппаратуры, автотормозов с одновременным выполнением первых малярных операций (шпатлевка и пр.). Электроаппаратура движется в первом пролете, что позволяет сократить пути подачи ее в ремонт и выдачу из ремонта на сборку в кузовной пролет.

Рамы тележек направляют в четвертый пролет, в третий пролет подают детали тележек на ремонт, комплектовку и возврат на сборку в четвертый пролет. Тяговые двигатели и вспомогательные машины поступают после их снятия с колесных пар в пятый пролет. В шестой пролет подают колесные пары.

Процесс сборки протекает в обратном порядке. Отремонтированные или нового формирования колесные пары поступают к пролету ремонта электромашин, где на них монтируют тяговые двигатели. Колесно-моторные блоки поступают в соседний пролет, и здесь на них опускают рамы тележек, законченные ремонтом и полностью смонтированные.

Тележки подают к кузовному пролету, где на них опускают кузов после ремонта и монтажа электрического оборудования автотормозов. Отсюда локомотив поступает на стойла регулировки, испытания и сдачи, а затем в окончательную окраску.

РЕМОНТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

§ 40. Подготовка электроподвижного состава к ремонту

На хорошо очищенных металлических поверхностях кузова, тележки, колесной пары, тягового двигателя легко обнаружить различные дефекты. Это дает возможность более правильно определить необходимый объем ремонта и решить вопрос о полной или частичной замене дефектных деталей.

В практике заводов МПС наибольшее распространение получили химические методы очистки деталей оборудования подвижного состава различными составами эмульсий, смывок, растворов каустической соды и др. К механическим методам очистки следует отнести также и дробеструйный метод.

Для очистки от грязи и старой краски кузовов и ходовых частей локомотивов на заводах МПС применяют специальную установку (рис. 90). Кузов на тележках без тяговых двигателей, которые предварительно демонтируют, очищают при помощи сопловой системы 12—16%-ным раствором каустической соды, имеющей температуру 85—90° С. Затем кузов моют водой, подогретой до температуры 85—90° С, после чего сушат воздухом, подогретым до 50—60° С.

Трубы, в которых проложены провода цепей управления и кабели высокого напряжения, после разборки очищают от старой краски и коррозии. Очистку труб внутри — как наиболее трудоемкую операцию — выполняют химическим способом: обезжиривают в 8—10%-ном щелочном растворе, нагретом до температуры 70—80° С, в течение 8—10 ч; промывают в проточной воде для удаления остатков щелочи; очищают в растворе ингибированной соляной кислоты в течение 5 ч; вторично промывают в воде; пассивируют погружением на 20 мин в ванну с раствором двухромовокислого калия и соды.

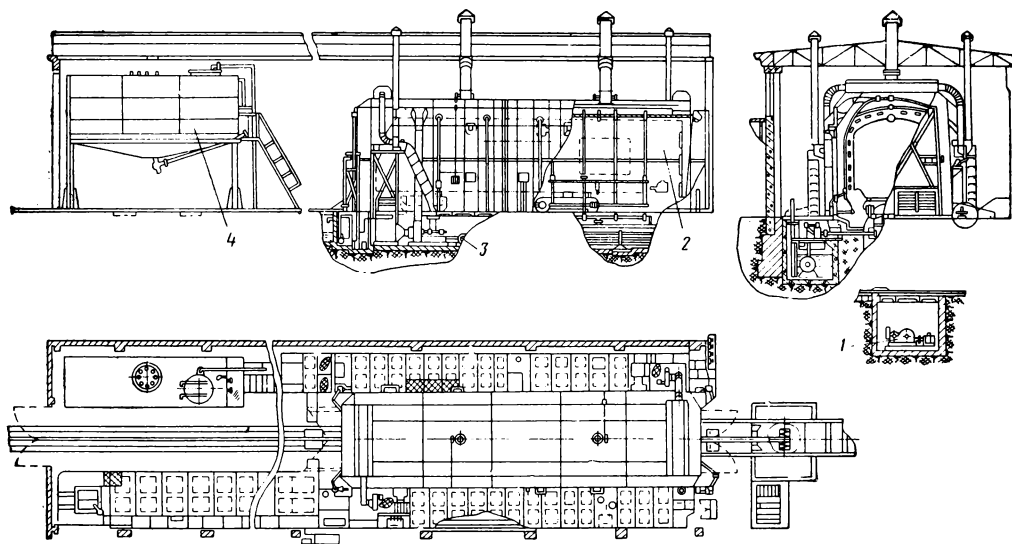


Рис. 90. Установка для очистки и снятия старой краски с кузовов локомотивов:

1 — механизм передвижения локомотивов; 2 — обмывочная камера; 3 — насосная станция; 4 — фильтр-отстойник

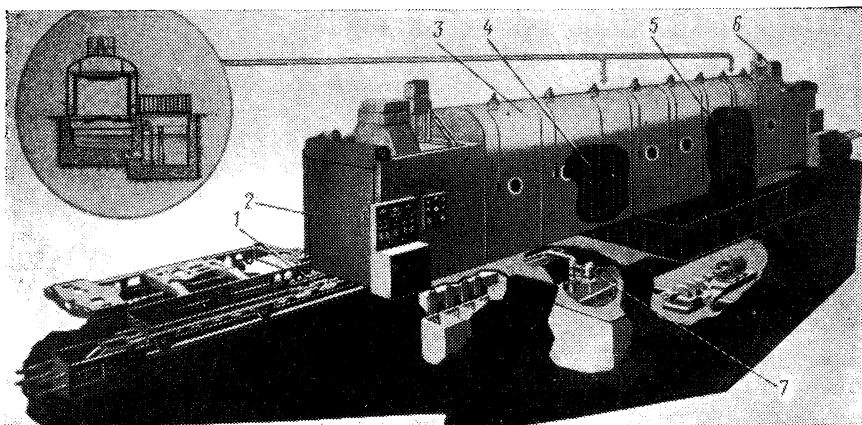


Рис. 91. Моечная машина типа ММЭ-27:

1—механизмы перемещения транспортной тележки; 2—защитная штора; 3—металлический каркас; 4—душирующая система зоны раствора; 5—душирующая система зоны обмывки; 6—вентиляционная система; 7—грязесборник

Для очистки локомотивов и электропоездов применяют моечные машины, проходные (рис. 91) и камерные конвейерного типа. Моечные машины в основном различают по длине, которая колеблется в широких пределах от 6 до 27 м. Шестиметровые моечные машины применяют для обмывки сравнительно мелких деталей (букс, рессор, тормозных рычагов и др.). Производительность машин этого типа — одна тонна металла в час.

Машины длиной 12, 16 и 27 м рассчитаны на мойку крупногабаритных деталей (рам тележек электровозов и электропоездов, колесных пар и др.). Производительность этих машин до 10 т металла в час.

Способ очистки тележек во всех моечных машинах, приведенных здесь, идентичен. Вначале размывают грязь раствором каустической соды различной концентрации при давлении от 4 до 12 м вод. ст. и температуре раствора $t = 80 \div 90^\circ \text{C}$, затем обмывают чистой водой при том же давлении и $t = 80^\circ \text{C}$.

Для очистки колесных пар электроподвижного состава применяют моечную машину (рис. 92) двухкамерного типа. Способ очистки в ней такой же, как и в машинах для тележек. В качестве моющего раствора применяют каустическую соду и горячую воду.

Для удаления грязи и старой краски с электрических аппаратов и деталей применяют специальную камеру очистки, показанную на рис. 93. В ней стальная дробь размером от 0,5 до 1 мм поступает с большой скоростью под давлением 5—6 ат к очищаемой детали по резиновому шлангу, на конце которого есть сопло. При этом расход сжатого воздуха составляет 4 м³/мин. Расстояние от сопла до очищаемой детали должно выдерживаться в пределах 150—200 мм, при этом производительность очистки достигает 6—8 м²/ч. Расход дроби 1,5—2,5 т/ч, но так как отработанная дробь

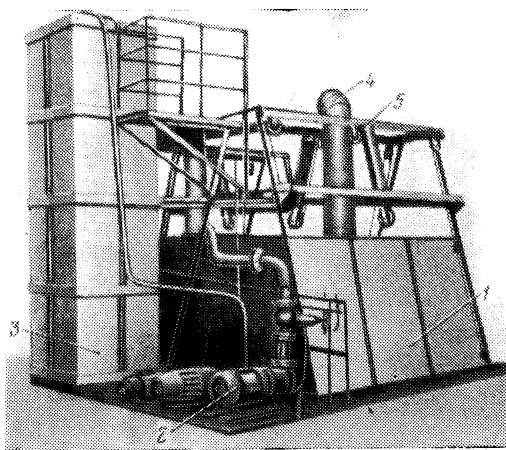


Рис. 92. Моечная двухкамерная машина для колесных пар:

1—моечная камера; 2—гидросистема прокачки раствора и воды; 3—фильтр; 4—вентиляционная система; 5—механизм открывания дверей камеры

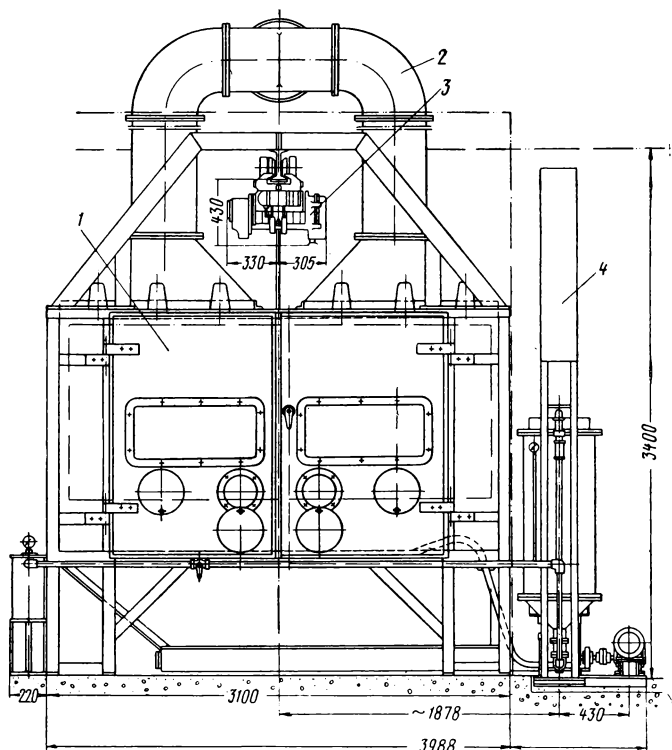


Рис. 93. Камера сталеструйной очистки деталей электрических аппаратов:

1 — камера; 2 — вытяжная вентиляция; 3 — подъемный механизм; 4 — механизм подачи и очистки дробы

очищается в самой установке и снова используется, невозвратимый расход очень невелик и колеблется в пределах 2—3 кг за смену, что составляет 1% от общего возвратимого расхода.

На ремонтных заводах за рубежом применяют также обмывку в моечных машинах и выварочных ваннах, пароструйный способ, очистку в парах растворителя, обмывку струями моющего раствора, распыление химических моющих составов сжатым воздухом и др. Особенностью всех этих способов является придание колебательных движений очищаемым деталям. Например, для очистки деталей ходовых частей и автотормозов используют установку в виде резервуара с горячим химическим раствором, в котором деталям при помощи специального устройства сообщают колебания (80—100 в минуту) в течение 12—15 мин, а затем промывают в горячей воде. В состав моющих растворов входит каустическая и кальцинированная сода, жидкое стекло и другие химические вещества.

Большое внимание уделяют выбору наиболее подходящего соотношения отдельных химикатов и концентрации растворов в зависимости от рода загрязнений, вида очистки и состава металла очищаемых деталей.

Широкое распространение имеет также способ очистки деталей в парах растворителя, используемый при ремонте электрооборудования, при подготовке деталей к нанесению различных покрытий, окраски и т. д. Например, для очистки обмотки якоря тягового двигателя его опускают в ванну, где создают насыщение парами растворителя, температуру которого поддерживают пропусканием водяного пара через специальный клапан. Загрязненный конденсат растворителя стекает в поддон и уносит с собой грязь, затем искусственно испаряется, конденсируется и в чистом виде используется вновь.

§ 41. Ремонт кузовов электровозов

Дефектировка и ремонт кузова. Для измерения прогиба рамы кузова вдоль обвязочного угольника натягивают струну (проволоку толщиной 0,5 мм). При заводском ремонте разрешается оставлять без правки раму, имеющую отклонение от горизонтали вверх или вниз не более 13 мм. При большем прогибе выполняют правку. Для этого отсоединяют обшивку от обвязочного угольника. Затем нагревают погнутые конструкции газовыми горелками и выправляют их. При обнаружении местных изгибов в брусках рамы их правят

при помощи различного рода стяжек и винтовых домкратов. Поврежденные места предварительно разогревают газовыми горелками.

Для осмотра хребтовых, шкворневых и шпренгельных балок вскрывают вентиляционный канал, снимают нижние листы и жесткие вентиляционные патрубки. Внутреннюю поверхность швеллеров очищают от грязи и ржавчины и выявляют трещины. При неясно выраженной трещине сомнительное место покрывают мелом и простукивают молотком. При этом мел не удерживается на кромках трещины и отлетает, показывая ее расположение. Все сварочные работы выполняют в соответствии с инструкцией по сварке.

Трещины в хребтовых балках заваривают, предварительно рассверливая по их концам отверстия диаметром 10—12 мм и разделявая кромки под углом 60—65° (рис. 94).

Перед заваркой поврежденное место подогревают газовой горелкой или паяльной лампой. Под нижнюю полку швеллера подкладывают медную пластинку с канавкой, чтобы в процессе заварки расплавленный металл стекал в канавку пластинки, образуя валик с обратной стороны шва (рис. 95, а), где цифрами показан порядок наложения шва. На вертикальной стенке с обратной стороны накладывают контрольный шов (рис. 95, б). Зачистив шов с обеих сторон пневматическим или ручным зубилом заподлицо с полкой, устанавливают усиливающую накладку толщиной, равной 0,8 толщины швеллера. Форма накладки и способы ее приварки показаны на рис. 96, а цифрами обозначена последовательность приварки усиления.

Балки, имеющие местную выработку, восстанавливают электронаплавкой. Предварительно поврежденное место очищают щетками или бормашинками до металлического блеска. При ремонте рамы проверяют плотность пригонки пяты, замеряя пластинчатым щупом зазор между пятой и листом балки. Если зазоры превышают установленные нормы, то пята снимают независимо от ее состояния. Ремонт пяты сводят к заварке трещин и восстановлению изношенных поверхностей путем наплавки.

Приливы под скользуны восстанавливают приваркой пластин с овальными вырезами под предохранительные болты. Зазоры скользунов регулируют после опускания кузова на тележки и обязательно на горизонтальном участке пути в цехе.

В отдельных деталях каркаса кузова появляются местные изгибы и трещины. В обшивке наблюдается появление вмятин и пробоин. Дефекты обшивки выявляют после очистки ее от старой краски и ржавчины. Метровой линейкой определяют волнистость обшивки. При волнистости более 3 мм на 1 м длины правят листы наложением с внутренней стороны тонких сварочных швов. Если лист таким образом не выправляется, то его заменяют. Для смены листа обшивки газовым резаком срезают сварочные швы и снимают лист. По форме снятого листа вырезают новый, подгоняют контур листа плотно к месту и приваривают.

Внутри кузова выполняют тщательный осмотр всех узлов каркаса и устройств для крепления аппаратуры и вспомогательных машин.

Особенности ремонта кузова электровоза ВЛ60. Для ремонта центральных опор (см. рис. 25) с возвращающими устройствами их снимают с рамы кузова электровоза. При ремонте тяговых кронштейнов кузова обращают внимание на состояние накладок из марганцовистой стали, которые должны быть без трещин и иметь толщину не менее 15 мм. Если накладки не отвечают этим требованиям, их заменяют новыми.

При постановке отремонтированных центральных опор на раму кузова зазор между их накладками и тяговыми кронштейнами должен быть в пределах 0,4—0,6 мм на сторону.

Боковые опоры (см. рис. 26) кузова после полной их разборки ремонти-

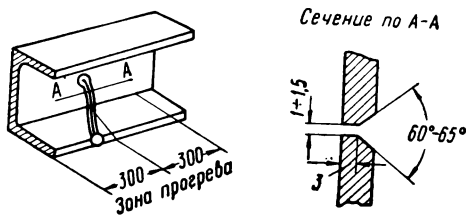


Рис. 94. Разделка трещины

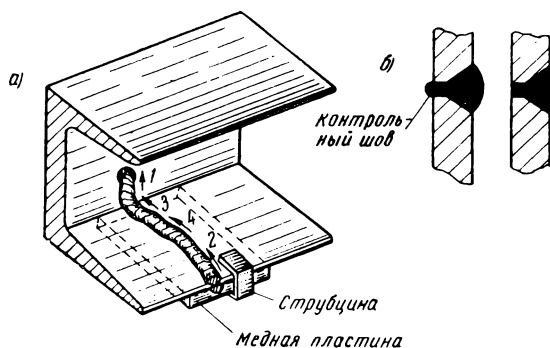


Рис. 95. Заварка трещины в швеллере (цифрами обозначен порядок заварки)

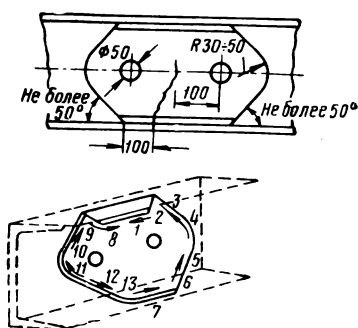


Рис. 96. Постановка усиливающей косынки (цифрами обозначена последовательность приварки усиления)

руют. При этом трещины в кронштейнах разделяют и заваривают, пружины заменяют новыми или ставят отремонтированные, характеристика которых соответствует указанной в чертеже. Стержни, вкладыши и стаканы с износом выше нормы заменяют новыми. Резиновые конусы центральных опор кузовов электроподвижного состава заменяют новыми. Отверстия в местах соединений с тягами возвращающих устройств не должны иметь овальности более допускаемой нормами (0,6—0,8 мм).

После опускания кузова на тележки проверяют суммарный зазор (1,2 мм) между накладками тяговых кронштейнов и выступающей частью марганцовистых накладок центральных опор, который должен быть одинаковым для переднего и заднего направления движения электровоза.

Боковые ограничители на раме кузова проверяют как по износу, так и надежности их крепления. Ограничители с сорванными накладками или имеющие износ более нормы заменяют новыми.

Возвращающие устройства ремонтируют с полной их разборкой и соблюдением установленных для них норм и допусков. Пружины возвращающих устройств тщательно проверяют, а после предварительного натяга до чертежных размеров снимают их характеристику.

После сборки возвращающих устройств расстояние между осями отверстий тяг должно быть 600 ± 2 мм.

При ремонте кузова очищают и осматривают вентиляционные каналы до опускания кузова на тележки. Крышечные люки очищают, уплотнения заменяют новыми. Учитывая, что течь крыши вообще недопустима, так как это может привести к тяжелым авариям во время работы электровозов на линии, при заводском ремонте проверяют также места прохода изоляторов, труб и кабелей в крыше и в полу кузова, а обнаруженные неплотности устраняют.

Проверяют исправность механических защитных блокировок дверей и щитов, которые при необходимости ремонтируют, а при полной негодности заменяют новыми.

§ 42. Ремонт кузова вагона электропоезда

Ремонт рамы кузова. Раму сварного кузова вагона электропоезда при прогибе более 25 мм правят. Рамы и отдельные балки правят с предварительным подогревом, используя для этого специальный стенд, различного рода винтовые стяжки, раздвижные тумбочки и домкраты.

Ремонтируют узлы рамы, кроме правки, и путем заварки трещин, изломов, наплавки выработанных мест. Сплошные трещины в швеллерных балках устраняют заваркой с усилением поврежденного места двумя накладками.

В местах установки автосцепных устройств тщательно проверяют все заклепочные соединения. Ослабшие заклепки в труднодоступных местах заменяют призонными болтами.

При обнаружении в розетке автосцепки трещин и ослабления заклепок розетку снимают, а затем проверяют угольником и линейкой перпендикулярность буферного бруса и хребтовой балки. При необходимости правят буферный брус, предварительно разогрев дефектное место горелкой. При ремонте опор кузова проверяют правильность приварки угольников, образующих гнездо пяника, и износ скользунов. Плоские скользуны рамы кузова восстанавливают наплавкой рабочей поверхности и последующей обработкой на станке.

Ремонт металлической обшивки, стоек и крыши кузова. Волнистость боковых стен кузова вагона электропоезда определяют метровой линейкой. При волнистости стен более 5 мм на 1 м длины листы правят наложением на поврежденное место горизонтальных и вертикальных швов электродами толщиной 3—4 мм и нанесением легких ударов молотком по направлению от периферии к центру волнистости.

Изогнутые стойки или дуги каркаса после удаления внутренней деревянной обшивки выправляют скобами или домкратами с предварительным подогревом газовой горелкой до 500—600° С.

Ремонт внутреннего оборудования кузова. Ремонт внутреннего оборудования кузова сводится к замене сгнивших или треснувших фанерных щитов обшивки, брусков, дверей и рам, смене негодного утеплителя (пенопласта), линк-руста, линолеума и дерматина. Фанерные листы потолочной обшивки заменяют, если обнаружено их расслоение, гниение или коробление. Если потолки оклеены дерматином, то имеющиеся складки и морщины удаляют переклейкой.

§ 43. Ремонт тележек электровозов

Износ и повреждения челюстных тележек электровозов. У тележек наибольшему износу подвержены гнезда подпятника, шкворень, шар и гнездо шара сочленения, буксовые направляющие, внутренние поверхности втулок тормозных валов.

Наиболее характерные повреждения тележки следующие: изгибы боковины в вертикальной плоскости, появляющиеся в результате действия вертикальной нагрузки и динамических вертикальных сил; горизонтальные изгибы, вызванные боковыми усилиями; изгибы рам, выходящие из пределов 4—5 мм на всю длину.

Трещины в боковинах появляются большей частью в результате сильных ударов. Наиболее часто трещины появляются в боковинах брусковых рам над буксовыми вырезами и верхних поясах. Появление трещин в поперечных балках, особенно в буферном бруске и балке сочленения, происходит вследствие плохого литья или в результате ударов.

Трещины в гнезде подпятника шкворневой балки и течи масла из гнезда являются следствием пороков литья или неправильного монтажа пятниковых опор кузова, в результате чего получаются большие местные напряжения и выдавливание дна гнезда подпятника у шкворневой балки.

Трещины в каблучках боковины есть результат изгиба рамы при ударе или неточной подгонки струнки по каблучкам.

Установка и проверка рамы тележки. При заводском ремонте проверяют все элементы рамы до и после ремонта. Расстояния между внутренними поверхностями боковин рамы в местах постановки буксовых направляющих измеряют штихмасом с пределами измерения 2 000—2 100 мм. Ширину всех буксовых вырезов проверяют штангенциркулем с пределами измерения 425—450 мм. Проверяют продольное смещение лобовых плоскостей противоположных буксовых вырезов.

Измеряют расстояние между лобовыми плоскостями буксовых вырезов. Этот размер нужен для восстановления нормальных расстояний между осями

буксовых вырезов (расстояний между осями колесных пар). Вертикальность лобовых поверхностей буксовых вырезов проверяют прибором ЦНИИ или угольником с уровнем. Штангенциркулем измеряют толщину рамного листа в местах постановки буксовых направляющих.

Боковины рам, имеющих прогиб в вертикальном и горизонтальном направлениях, правят со снятием или без снятия поперечных балок рамы (в зависимости от величины изгиба), но обязательно при установленных и затянутых подбуксовых струнках.

При нарушении размера буксового выреза необходимо перед правкой боковины в месте изгиба выправить этот вырез, расширяя домкратами или стягивая стяжками до нормального размера. После этого пригоняют и затягивают струнку. При правке места изгиба предварительно нагревают до светло-красного свечения (850°C) газовой горелкой или жаровней с древесным углем.

Раму правят винтовыми или гидравлическими распорками (рис. 97, а) или стяжками (рис. 97, б). После того как боковина выправлена, распускают распорку или стяжку и раму снова замеряют в нагретом состоянии для определения ее остаточной деформации. Вслед за этим выполняют вторичное натяжение распорки или стяжки с учетом этой деформации и дополнительного прогиба в 1,5—2,0 мм на упругую деформацию рамы при остывании. В случае повторной правки необходимо медленно охлаждать нагруженную раму без снятия распорок и стяжек. Здесь гидравлические распорки и стяжки заменяют винтовыми, не дающими усадок при продолжительной нагрузке. Правку выполняют на специальном стенде (рис. 98).

Заварка трещин. Трещины в боковинах рам разрешается заваривать электросваркой в любом месте при соблюдении установленных правил. Если трещина несквозная, то ее разделяют V-образно; сквозные трещины разделяют X-образно. Разделку выполняют вырубкой или вырезкой газовой горелкой с последующей зачисткой. В зазор разделки подгоняют стальную ромбовидную вставку. Порядок наложения швов при заварке трещин с X-образной разделкой показан на рис. 99. Трещины, не выходящие на край, засверливают на конце сверлом диаметром 10—20 мм и оставляют без заварки.

Место сварки предварительно нагревают до $300\text{--}400^{\circ}\text{C}$ газовой горелкой или горелкой с нефтяной форсункой. Для контроля нагрева удобно применять свинцовую палочку, имеющую температуру плавления 327°C .

Сварку выполняют качественными электродами марок Э42, Э50А с толстой обмазкой и обязательной очисткой металлической щеткой каждого слоя наплавленного металла. Сварочные работы при ремонте рам тележек выполняют квалифицированные сварщики, имеющие специальные удостоверения. Место заварки прогревают до 600°C и покрывают со всех сторон асбестом для медлен-

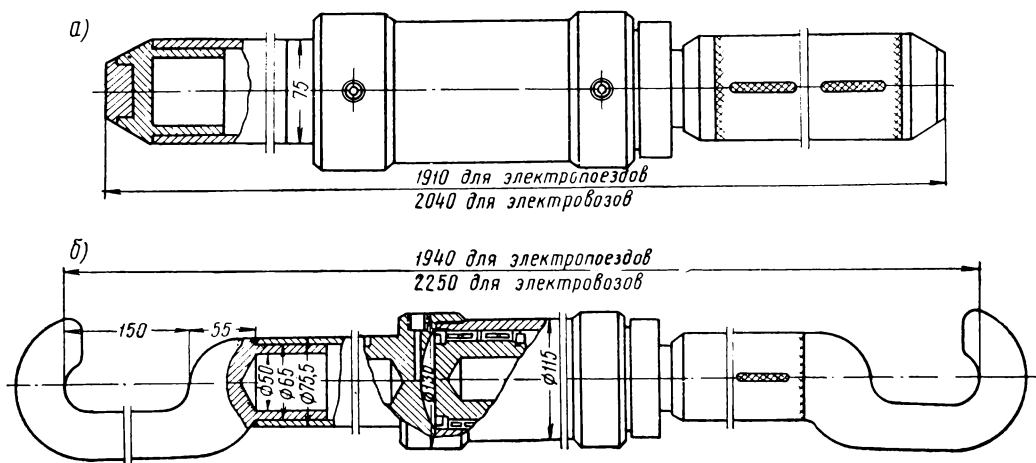


Рис. 97. Гидравлическая распорка и гидравлическая стяжка

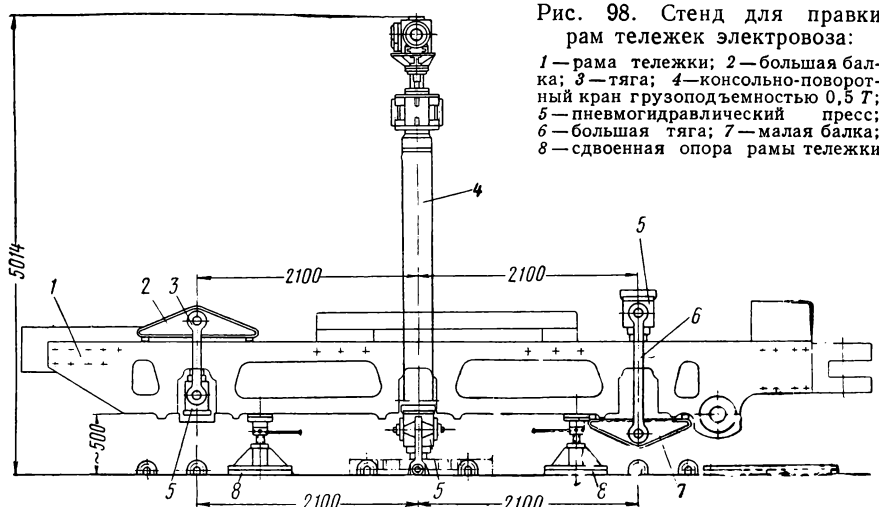


Рис. 98. Стенд для правки рам тележек электровоза:

1 — рама тележки; 2 — большая балка; 3 — тяга; 4 — консольно-поворотный кран грузоподъемностью 0,5 Т; 5 — пневмогидравлический пресс; 6 — большая тяга; 7 — малая балка; 8 — двоянная опора рамы тележки

ного остывания и нормализации металла шва. Трещины в боковинах рамы сваривают только в закрытом помещении, где нет сквозняков, при температуре не ниже $+12^{\circ}\text{C}$. Нарушение этого правила приводит к появлению трещин в местах сварки. Выполнение перечисленных требований относится также и к заварке литых поперечных междурамных креплений.

Заварку трещин в верхнем поясе рамы над буксовым вырезом производят при затянутой струнке и установке распорного домкрата в буксовом вырезе. После заварки шов обрабатывают путем обрубки его пневматическим зубилом. Обнаруженные надрывы вырубает, выправляют погнутости частей боковины с прогревом их до температуры $600\text{--}700^{\circ}\text{C}$ и сваривают аналогично описанному выше способу. Если возникает необходимость приварить новую часть (вставку) пояса рамы, то ее подбирают той же марки стали, что и боковина рамы.

Вварку участка рамы тележки взамен поврежденного при заводском ремонте производят, когда в верхнем бруске, в облегчающем вырезе рамы, кроме двух заваренных трещин появилась третья; при наличии хотя бы по одной заваренной трещине в верхнем и нижнем брусках выреза боковины и появлении новой трещины в любом бруске; при наличии двух заваренных трещин в углах буксового выреза и появления в нем новой трещины. Для вварки вставок применяют автоматическую сварку или электрошлаковую с последующей термической обработкой путем нагрева до температуры $600\text{--}650^{\circ}\text{C}$ и медленного охлаждения. В процессе вварки вставки контролируют прогиб рамы при помощи фиксатора и взаимно перпендикулярных контрольных рисков, нанесенных на буферном бруске.

Местные износы в боковинах рамы ремонтируют электронаплавкой и обработкой пневматическим зубилом или шлифовкой при помощи бормашинки. В местах крепления буксовых направляющих боковина рамы может иметь значительный износ. Эти места восстанавливают электронаплавкой с последующей обработкой. При этом должны быть выдержаны по нормам: ширина буксового выреза; расстояния между осями буксовых вырезов вдоль оси тележки; соосное расположение противоположных вырезов; перпендикулярность плоскостей, к которым прилегает буксовая направляющая.

Ремонт буксовых направляющих. Износ и деформации в боковинах рам, допускаемые нормами, компенсируются в условиях депо подбором размеров буксовых направляющих, которые обеспечивают получение нормальных продольных и поперечных разбегов колесных пар. В конструкции буксовых направляющих предусмотрены сменные наличники (для снижения трудоемкости ремонта и возможности более быстрого получения необходимых разбегов).

Наличники изготавливают из стали марки 65Г, приваривают к плоскостям буксовой направляющей прерывистым швом по периметру и несколькими

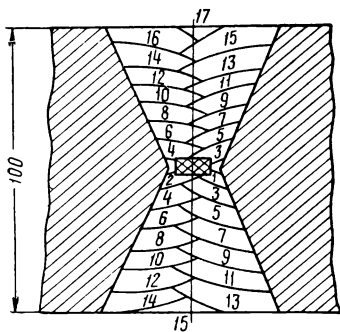


Рис. 99. Порядок наложения сварочных швов при заварке трещин с Х-образной разделкой

электрозаклепками в средней части. Для плотного прилегания наличников приварку выполняют под прессом или с прижимом пластин струбциной.

При заводском ремонте буксовые направляющие восстанавливают наплавкой с механической обработкой всех плоскостей и постановкой новых наличников. Подгонку и установку буксовых направляющих можно осуществлять быстро только в случае точного промера рам, на основании которого делают заказ направляющих определенного размера на каждую сторону буксового выреза.

Ремонт каблучков и подбуксовых струнок.

Каблучки боковины рамы и поверхности подбуксовых струнок, которые соприкасаются с каблучками, изнашиваются при эксплуатации

и требуют ремонта. Изношенные каблучки восстанавливают наплавкой. Изношенные пазы восстанавливают электронаплавкой. После механической обработки струнку подгоняют к каблучкам боковины рамы.

Качество пригонки струнки проверяют после ее затяжки щупом и по краске. Проверяют также зазор между стрункой и рамой, который должен быть выдержан в пределах допускаемых размеров. Боковое смещение струнок по отношению к рамному листу не должно превышать 2 мм.

Смена призонных болтов. При осмотре рамы проверяют прочность соединения боковин с поперечными балками. Особенно тщательно проверяют крепления средних балок и шкворневого моста у электровоза ВЛ22^м.

Обнаружить ослабление посадки призонных болтов можно обстукиванием головки болта молотком. Оборванные болты выявляют затяжкой гаек. Выемку призонных болтов осуществляют при помощи гидравлического или пневматического пресса.

Отверстия под призонные болты проверяют и разворачивают конической разверткой с конусностью 1 : 200 при помощи пневматической машинки или переносного горизонтально-сверлильного станка. Подогнанный по отверстию болт должен иметь натяг под посадку от 20 до 30 мм. Отверстия разворачивают после окончательной пригонки поперечных балок к боковинам рам и по зазорам. Чтобы избежать при этом сдвига поперечных балок, их прижимают грузом 3—4 Т. Если отверстие превышает допускаемый размер, то его заваривают и рассверливают до восстановления чертежного размера или устанавливают втулку.

Ремонт шкворневых балок тележки. При ремонте гнезда устраняют выработки плоскостей и трещины в дне. Выработки гнезда, не превышающие 2 мм, и неровности до 0,5 мм оставляют без обработки или выполняют местную зачистку выработок пневматической бормашинкой. Если износ превышает допуск, то выработанное место наплавляют электросваркой с дальнейшей механической обработкой. Учитывая большую трудоемкость обработки наплавленного гнезда, правилами ремонта разрешена приварка прерывистым швом к стенкам и дну гнезда планок толщиной 5 мм. При этом можно уменьшать глубину и ширину гнезда в пределах допускаемых размеров.

Устранение выработки на боковых стенках и дне гнезда, обработку после наплавки и под постановку планок выполняют на фрезерном станке. Устранение зазоров между опорным буртом бруса и боковиной рамы выполняют наплавкой бурта, механической обработкой и пригонкой. Для этого все призонные болты выбивают и балку вынимают из рамы.

Подпятники в зависимости от их состояния подвергают при ремонте строжке или наплавке с дальнейшей обработкой. Наплавляют подпятник, предварительно прогрев его.

Ремонт балок и деталей межтележечного сочленения. У электровозных тележек сильно изнашивается узел межтележечного сочленения, гнезда и от-

верстия в приливах балок. Гнездо разрешено восстанавливать наплавкой с дальнейшей механической обработкой. Втулки в приливах балки тележки, через которые проходит шкворень, при наличии износа более допускаемого выпрессовывают и заменяют новыми, выполненными по чертежным размерам. Выпрессовку и запрессовку втулок выполняют гидравлическим прессом. Втулки запрессовывают в прилив с натягом 0,1—0,12 мм. Гнездо шара при износе восстанавливают наплавкой по всем поверхностям. Поверхность под шар после расточки тщательно обрабатывают и шлифуют.

При сборке гнезда с шаром под бурты гнезда закладывают регулировочные подкладки толщиной 2 мм. При дальнейших ремонтах для уменьшения зазора между шаром и гнездом толщину прокладок надо уменьшить. Вертикальный зазор сочленения регулируют в пределах норм приваркой стальных шайб к внутренним плоскостям приливов балки тележки.

Шкворень при ремонте сочленения можно протачивать на меньший диаметр или наплавлять с дальнейшей обточкой. Перед постановкой в сочленение шкворень проверяют дефектоскопом. При сборке сочленения необходимо обратить особое внимание на исправность маслянки шкворня. Все трущиеся поверхности сочленения при сборке должны быть смазаны.

Ремонт переднего бруса. Износу подвергаются места установки фрикционного аппарата автосцепки и кронштейны крепления тормозных подвесок. Упоры фрикционного аппарата в переднем бруске при выработке в пределах 5 мм наплавляют или приваривают к ним стальные планки. Наваренные места обрабатывают бормашинкой. Кронштейны для тормозных подвесок восстанавливают наплавкой или приваркой пластин к внутренней поверхности щек. Втулки в отверстиях щек при износе заменяют новыми.

Проверка рамы тележки перед сборкой после ремонта. Отремонтированная рама тележки перед монтажом должна быть тщательно проверена методом, указанным на стр. 187. Проверку выполняют при установленных и затянутых буксовых направляющих и буксовых струнках. Прежде всего раму выверяют по уровню. Наличие перекаса более допустимого нормами вызывает при эксплуатации электровоза ускоренный износ буксового узла и интенсивный подрез гребней бандажей. После проверки зазоров и перекасов проверяют базовые размеры, т. е. расстояния между буксовыми вырезами. Раму тележки, проверенную по всем необходимым размерам и не имеющую отступлений от норм, передают на монтаж рессорного подвешивания, тормозной системы и автосцепки. После выполнения этих работ раму опускают на колесно-моторные блоки, тележки сочленяют и передают для установки на них кузова электровоза.

Ремонт тележек электровоза ВЛ60. Электровозы серии ВЛ60 переменного тока снабжены трехосными тележками (см. рис. 33), рамы которых сварные, буксы бесчелюстные, двухповодковые. Перед съемом рам тележек с колесно-моторных блоков замеряют необходимые зазоры между узкой гранью хвостовиков валиков поводков и букс и дном паза на раме и буксах. Этот зазор при заводском ремонте должен быть не менее 2,5 мм. Затем снятые с колесно-моторных блоков тележки устанавливают без перекаса на подставки.

Рамы тележек и междурамные крепления тщательно осматривают, при этом особое внимание обращают на места приварки кронштейнов и сварочные швы. Далее проверяют состояние опор в шкворневых балках, их крепление и отсутствие каких-либо деформаций. Следующая технологическая операция — проверка расстояния между опорами в шкворневых балках. При необходимости их регулируют поворотом конусов, чтобы отклонение от номинального размера между конусами было не более 1 мм. Затем осматривают наделки (скользуны) горизонтальных и вертикальных ограничителей и в случае износа более установленных нормами допусков удаляют их и приваривают новые.

На электровозах ВЛ60 применены бесчелюстные двухповодковые буксы с роликовыми подшипниками (см. рис. 34). Буксовый узел этого типа сконструирован и изготовлен с высокой точностью, которая при ремонте должна быть также обеспечена. При ремонте все детали разобранного буксового узла тщательно осматривают; буксовые кронштейны не должны иметь трещин, и такие

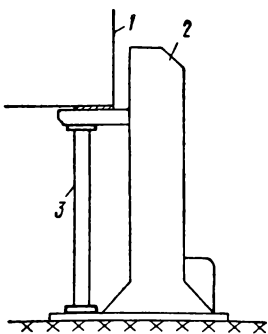


Рис. 100. Подставка для кузова электровоза ЧС2:
1 — кузов электровоза; 2 — электрический домкрат; 3 — подставка трубчатая

буксы бракуют. Резино-металлические блоки полностью разбирают, проверяют состояние резины, штифтов, шайб и болтов. Резино-металлические блоки с поврежденной резиной, а также штифты и болты с повреждениями и трещинами заменяют новыми. Износы трапециевидных поверхностей валиков и приливов букс восстанавливают до чертежных размеров путем наплавки и последующей обработки.

При сборке буксовых узлов и опускании тележек на колесно-моторные блоки соблюдают следующие условия: зазор между узкой частью валика и дном паза буксового кронштейна должен быть не менее 2,5 мм. Допускается прилегание клина валика в пазу буксового кронштейна не менее 75% сопрягаемой поверхности при условии отсутствия зазора в узкой части клина (по горизонтали); общий поперечный разбег колесных пар должен составлять 0,2—0,6 мм для крайних осей тележки и 2,8—3,2 мм для средней оси.

Ремонт механической части электровоза ЧС2. Подъемку кузова электровоза ЧС2 осуществляют мостовым краном или домкратами. Подъемке кузова электровоза предшествует целый ряд довольно сложных технологических операций. Разбирают тяги тормозов, разъединяют выводные концы кабелей, вентиляционные патрубки тяговых двигателей, воздухопроводные рукава, приводы регистрирующего и электрического скоростемеров, кабели заземляющих устройств. Затем отсоединяют меха масляных ванн боковых опор кузова и застопоривают буксы в направляющих рамы прокладками. Далее отсоединяют от кронштейнов поперечную балку рамы кузова, расположенную под муфтой сочленения тележек (под возвращающим устройством). Наконец, разъединяют трубы песочниц на тележках и приступают к подъемке кузова электровоза ЧС2.

Для обеспечения безопасности работ по подъемке кузов поднимают одновременно всеми четырьмя домкратами или мостовым краном при помощи специальных траверс. Выкатывают тележки из-под кузова при подаче напряжения 220 в постоянного тока на один из тяговых двигателей.

Для большей устойчивости кузов опускают, предварительно установив специальные металлические подставки между консолями и основаниями всех четырех домкратов (рис. 100).

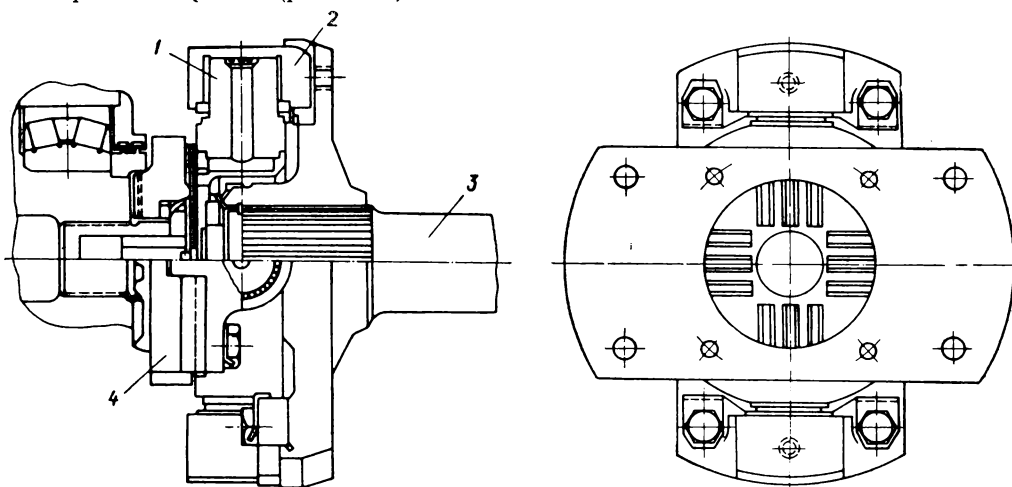
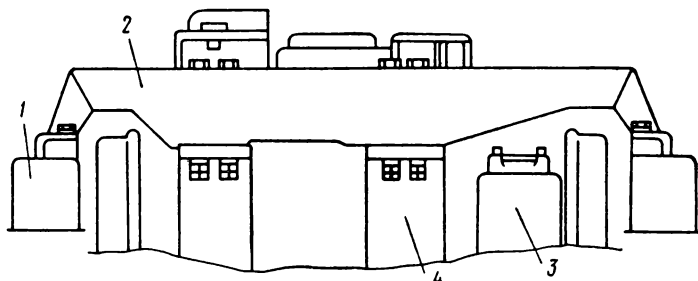


Рис. 101. Тяговый привод электровоза ЧС2:

1 — наружная крестовина; 2 — корпус игольчатого подшипника; 3 — карданный вал; 4 — поводок шестерни

Рис. 102. Узел крепления тягового двигателя электровоза ЧС2:

1 — рама тележки; 2 — поперечный брус; 3 — редуктор; 4 — тяговый двигатель



Для снятия тяговых двигателей с тележек отсоединяют наружную часть тягового привода (рис. 101) электродвигателя от привода, укрепленного на торцевой плоскости шестерни редуктора. После этого устанавливают корпуса игольчатых подшипников, укрепленных на поводке шестерни, в вертикальное положение, отворачивают болты корпуса верхнего и нижнего игольчатого подшипников, отжимают их корпуса с крестовиной от поводка шестерни до полного выхода фланца подшипника из бортов поводка. Затем снимают отжатые корпуса игольчатых подшипников вместе с резиновыми уплотняющими кольцами с цапф наружной крестовины. Далее отвертывают болты, крепящие лапы тяговых двигателей (рис. 102), через которые они связаны с поперечными балками рамы тележки, и поперечную опору тяговых двигателей, связанную с боковинами рамы тележки.

После этого краном поднимают тяговый двигатель из рамы тележки вместе с поперечной опорой, которую отсоединяют, а тяговый двигатель с приводом отправляют на ремонт в электромашинный цех.

Ремонт рессорного подвешивания. Рессорное подвешивание (рис. 103) разбирают после выкатки тележек. Разъединяют предохранительные скобы рессор кузова (рис. 104), кронштейны поперечной балки и подпятник, зачаливают тросом одну сторону рессоры и, поджав мостовым краном или домкратом, снимают маятниковые подвески с наружных и внутренних седел кронштейнов. Таким способом демонтируют все рессоры обеих тележек.

Корпуса масляных камер снимают с хомутов рессор, предварительно слив масло из камер. Разбирают подвески, балансиры, ослабляют болты серег на всех буксах и вынимают рессоры из проушин букс.

Магнитному контролю подвергают: подвески рессор, серьги, скобы, поводки корпусов подпятников.

При наличии трещин в любом месте листа рессоры, сдвига листов или хомута, просевших рессор и потерявших фабричную стрелу прогиба рессоры ремонтируют.

Рессорное подвешивание собирают до установки рамы тележки на колесные пары и регулируют после опускания кузова на тележки. Процесс сборки рессорного подвешивания выполняют в порядке, обратном разборке. Регулируют рессорное подвешивание путем сжатия или разжатия до получения зазоров между верхней частью корпуса буксы и накладкой на раме тележки, равных $35 \pm 15 \text{ мм}$, и между упорами тележек и рамой кузова у шкворневой балки тележки — $35 \pm 10 \text{ мм}$.

Ремонт рычажной передачи. После разборки, обмывки и тщательной очистки осматривают все детали рычажной передачи кронштейнов и особенно состояние сварных швов, которыми они приварены к рамам кузова и тележек. Все детали рычажной передачи (тяги, рычаги, подвески и втулки) ремонтируют.

Собирают рычажную передачу в порядке, обратном разборке, до и после опускания рамы тележки на колесные пары, причем заканчивают сборку и испытание после монтажа тяговых двигателей и установки кузова на тележки. Испытание проводят подключением сжатого воздуха к магистрали тормозных цилиндров и регулировкой выхода штоков в пределах $75\text{—}125 \text{ мм}$ и положения колодок относительно бандажей колесных пар $7\text{—}10 \text{ мм}$.

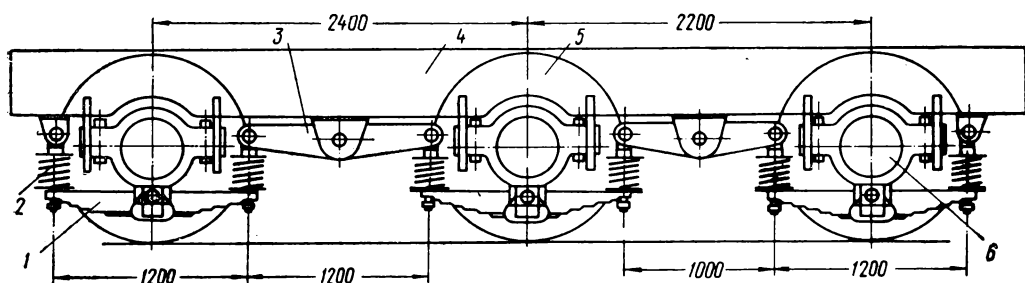


Рис. 103. Рессорное подвешивание тележки электровоза ЧС2:

1 — рессора листовая; 2 — пружина; 3 — баланси́р; 4 — рама тележки; 5 — колесная пара; 6 — букса

Ремонт муфты сочленения тележек. Когда кузов поднят и тележки выкачены, разъединяют трубы маслопровода подшипников шаровой втулки. После полной разборки сочленения (рис. 105) все детали тщательно очищают и дефектируют. Детали муфты сочленения ремонтируют после проверки их соответствия нормам допусков на износ. Дефектоскопии подвергают палец и ступицу муфты и при наличии трещин заменяют новыми.

При сборке сочленения палец запрессовывают давлением 50—80 Т с натягом в пределах 0,112—0,172 мм. Шаровую втулку устанавливают с зазором по нормам ремонтных допусков, при этом зазор между цапфой пальца и отверстием в шаровой втулке допускают в пределах 0,12—0,48 мм, а между шаровой поверхностью втулки и подшипником 0,145—0,645 мм.

Большое внимание уделяют проверке и качественному ремонту таких деталей, как цапфы подшипников, их крепление, опорные шайбы, пружины и т. д. При сборке муфты на тележках обращают внимание на правильную установку шейки пальца относительно продольной оси электровоза. При этом максимальное смещение допускают не более ± 1 мм. После сборки узла (опор-

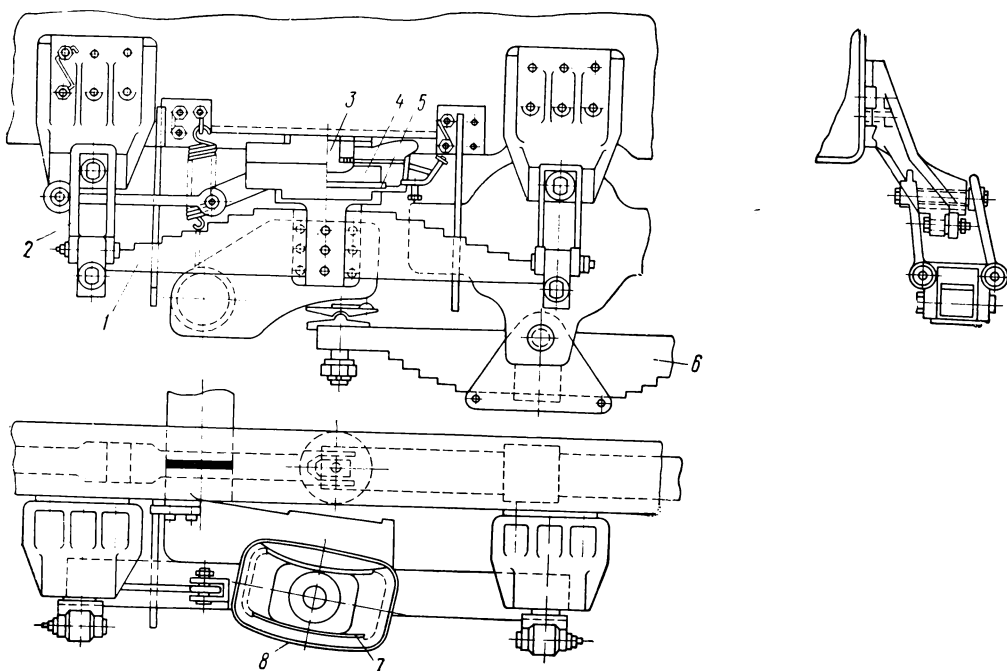


Рис. 104. Рессора кузова электровоза ЧС2:

1 — рессора; 2 — серьга; 3 — верхняя опора кузова; 4 — нижняя опора кузова; 5 — корпус опоры; 6 — рессора; 7 — верхняя опора (вид сверху); 8 — нижняя опора (вид сверху)

ные шайбы, седла, вкладыши) пружины сжимают до высоты 360 мм. Сжимают пружины одновременно с двух сторон рамы тележки до получения равных аксиальных разбегов подшипника в размере 30 мм. Окончательно собирают муфту сочленения перед установкой кузова электровоза на тележки.

Ремонт главного шкворня. Осматривают и определяют объем ремонта шкворневого соединения (рис. 106) после подъема кузова и выкатки тележек. Масло из подшипников шкворня выпускают, устанавливают сверху гнезда рамы тележки захваты для поддержания подшипника, снимают крышку с гнезда и вынимают подшипник. Шаровую втулку очищают, осматривают и замеряют ее наружные диаметры, определяют необходимый ремонт путем восстановления наплавкой с последующей термической и механической обработкой. Альбомный размер шара должен быть равен $270^{+0,081}$ мм, а твердость наплавленного слоя металла по Бринеллю в пределах 250—300 НВ. Диаметр отверстия в шаровой втулке восстанавливают обработкой или при большой разработке отверстия запрессовывают стальную втулку.

Замер зазора между шаром и сферической поверхностью гнезда вкладыша с обоих торцов шара производят после сборки шаровой втулки с вкладышами. Для новых деталей этот зазор должен быть 0,19—0,48 мм. После установки текстолитовых наличников, проверки состояния прокладок, поверхности мехов и их крепления на шкворне закладывают подшипник шкворня (собранный с вкладышами, втулкой и наличниками) в гнездо рамы тележки до упора в верхнюю часть. Маслопроводы шкворня продувают сжатым воздухом.

Ремонт боковой опоры рамы кузова. Боковую опору (рис. 107) разбирают после подъема кузова, предварительно замерив зазор между упорами на раме кузова и тележке. Масло из ванны корпуса подшипника боковой опоры выпускают через сливное отверстие, вынимают шкворень с регулировочной шайбой из рамы кузова и замеряют ее толщину, равную 5 мм. Вынимают текстолитовый скользун и плиту из подпятника, снимают его с хомута рессоры кузова. Все детали боковой опоры проверяют на наличие трещин и состояние швов,

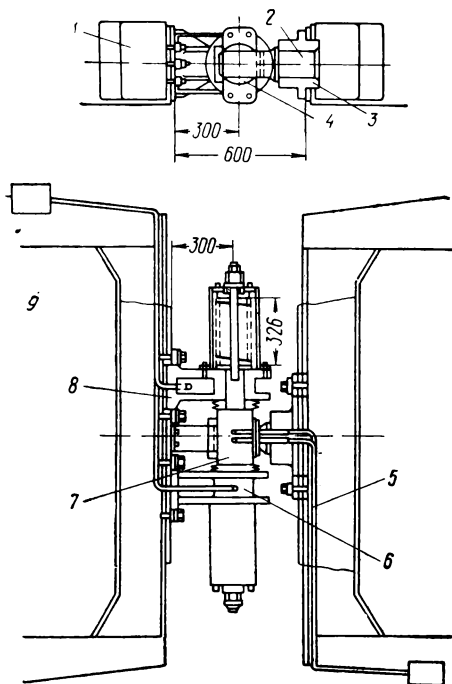


Рис. 105. Муфта сочленения тележек электровоза ЧС2.

1 — поперечный брус рамы тележки; 2 — цапфа; 3 — втулка; 4 — шаровый вкладыш; 5 — маслопровод; 6 — цилиндр; 7 — обойма сочленения; 8 — кронштейн; 9 — продольная балка рамы тележки

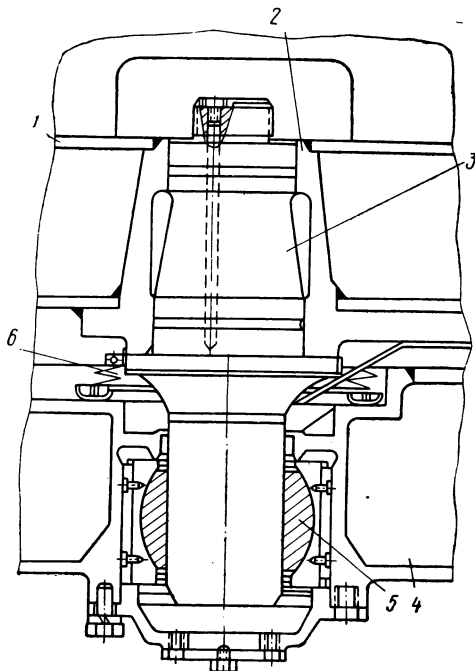


Рис. 106. Шкворневое соединение электровоза ЧС2.

1 — рама кузова; 2 — втулка; 3 — шкворень; 4 — рама тележки; 5 — шаровой вкладыш; 6 — защитный чехол

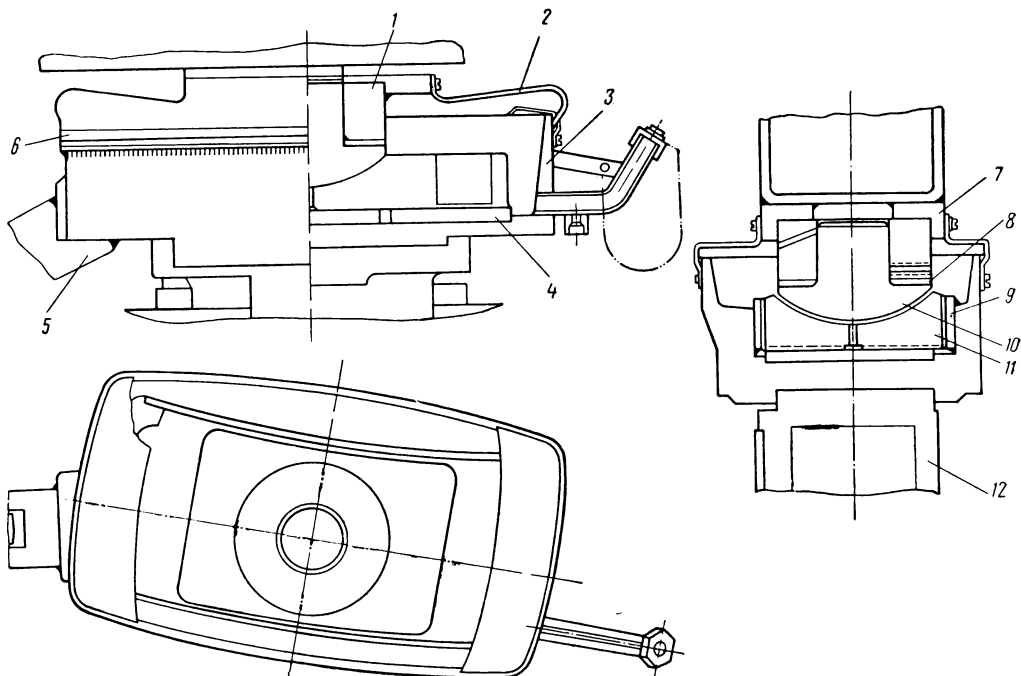


Рис. 107. Боковая опора рамы кузова электровоза ЧС2:

1 — верхняя опора; 2 — защитный чехол; 3 — корпус нижней опоры; 4 — шаровая опора; 5 — кронштейн; 6 — наружная часть защитного чехла; 7 — направляющие; 8 — подкладка; 9 — сменная планка; 10 — верхняя опора; 11 — нижняя опора; 12 — хомут рессоры кузова

замеряют скользяны (стальной и текстолитовый), подпятники в местах посадки на хомут рессоры и между марганцовистыми наличниками. Текстолитовый скользян толщиной меньше 5 мм заменяют, а рабочую поверхность шкворня боковой опоры восстанавливают до альбомного размера.

Детали боковой опоры собирают после установки подпятника на хомуте рессоры кузова (см. рис. 104). Окончательную сборку опоры и заливку масла в подпятник выполняют перед опусканием кузова на тележки, проверяют уровень масла в опоре и при необходимости добавляют.

§ 44. Ремонт тележек электропоездов

Износ и повреждения тележек. Рама тележки деформируется в эксплуатации от динамических вертикальных и горизонтальных нагрузок, вследствие чего появляются трещины в углах боковины, в буксовых вырезах, в средних косынках. Кроме того, трещины появляются в деталях люлечного подвешивания, в кулачковых болтах рессорного подвешивания и в деталях рычажной передачи тормоза.

Средние поперечные балки испытывают динамические нагрузки от веса кузова и момента, развиваемого тяговыми двигателями, что также вызывает появление трещин в слабых местах. Чтобы выявить трещины, эти детали подвергают магнитной дефектоскопии и испытанию на разрыв на прессе.

Проверка состояния тележки. После очистки раму тележки устанавливают на тумбах и выверяют по уровню. По окончании осмотра проверяют размеры рамы. Измеряют штихмасом расстояние между боковинами в трех местах: внизу у распорных балок, наверху около угловых косынок и средних поперечных балок. При заводском ремонте проверяют размер буксового выреза и диагонали тележек, т. е. расстояния между центрами буксовых вырезов, расположенных по диагонали.

Улучшение конструкций ряда деталей и разработка новых технологических процессов и приспособлений избавляют от необходимости снимать приклепанные к раме детали для их ремонта и позволяют восстанавливать их на месте путем выпрессовки и запрессовки новых втулок, расточки отверстий под втулки или под ремонтный размер переносными приспособлениями, смены приваренных накладок и пластин и т. п.

Ремонт рамы. Обнаруженные трещины в местах отбортовок боковины должны быть разделаны под сварку и заварены. Трещины в буксовых вырезах под буксовыми направляющими и в отбортовках рамы заваривают без постановки накладок. Во всех других местах рамы трещины заваривают с постановкой накладок толщиной 10 мм. При этом накладка должна перекрывать трещину не менее чем на 100 мм. Накладки выполняют овальной формы для того, чтобы сварочные швы не перерезали пояса. Все работы по заварке трещин выполняют электродами марок Э42А, Э46А, Э50А.

Правка рамы. Если при дефектировке рамы обнаруживают отклонение расстояния между боковинами, изменение размеров диагоналей и отклонение ребер наличников от вертикали выше установленных норм, такую раму правят. Как правило, правку рамы выполняют при установленных буксовых направляющих как в холодном состоянии, так и с местным подогревом до температуры 600—800° С. Правку выполняют домкратными тумбочками, гидравлическими домкратами и стяжками.

Правкой рамы достигают правильного положения буксовых направляющих на тележке и параллельных зазоров в буксовом узле. После правки раму полностью проверяют по диагоналям. На рис. 108 показан способ проверки и основные размеры рамы. При правильно отремонтированной раме колесные пары должны располагаться на тележке так, чтобы их оси были параллельны друг другу и перпендикулярны продольной оси тележки.

Ремонт люлечного подвешивания. При ремонте люлечного подвешивания все детали разбирают, очищают от грязи и осматривают. Трещины в качающейся балке, подвесных болтах, серьгах и проушинах обнаруживают магнитным дефектоскопом. Если есть трещины в верхней части у концевой коробки наддрессорного бруса, то их заваривают.

При износе сферической поверхности подпятника ее восстанавливают электродуговой сваркой с предварительным подогревом подпятника до 300—350° С и последующей обработкой. При наличии трещин во фланцах и на сферической поверхности подпятники люлечного бруса тележки электропоезда заменяют новыми.

Средние люлечные подвески при износе отверстий и боковых поверхностей ремонтируют электросваркой с последующей механической обработкой. Изношенные поверхности наплавляют качественными электродами при предварительном подогреве до температуры 300—350° С. При дефектировке люлечные болты, проушины и средние подвески подвергают магнитной дефектоскопии. Качающиеся балки с трещинами заменяют новыми, а при износе опорных поверхностей их восстанавливают наплавкой с предварительным подогревом до 300—350° С. Также ремонтируют опорные шайбы подвесных болтов, валики и роликовые скользуны. Гнезда люлечной эллиптической рессоры при износе восстанавливают наплавкой с последующей обработкой или заменяют новыми.

Сборка тележек. Перед сборкой люлечного подвешивания валики и скользуны промазывают солидолом. При сборке качающиеся балки должны опираться только на выступающие части опорных шайб подвесных болтов. При сборке люлечного подвешивания надо следить за тем, чтобы не было защемления в скользунах наддрессорного бруса и перекоса хомута эллиптической рессоры по отношению к опорной поверхности гнезда. В со-

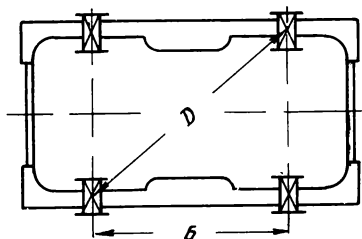


Рис. 108. Проверка рамы после правки:
1—калиброванные подкладки; 2—струна

бранном роликовом скользуне ролики должны свободно вращаться на валиках и иметь разбег вдоль валика не более 3 мм. Разность по высоте роликов в одном и том же скользуне не должна превышать 0,5 мм.

Буксовые распорки плотно подгоняют по месту путем подварки и зачистки на наждачном круге. Комплекты пружин подбирают так, чтобы разность высоты пружин, устанавливаемых на одну буксу, не превышала 2 мм. Надбуксовые рессоры под один вагон подбирают с разницей стрел прогиба не более 6 мм. Зазор между отбортовкой рамы тележки и головкой подвесного болта рессоры должен быть не менее 10 мм.

Ремонт траверсных подвесок. При ремонте траверсные подвески снимают с тележки моторного вагона или электровоза, разбирают, очищают от грязи и все детали тщательно осматривают. Изношенные поверхности траверсных балок и болтов (стержней) восстанавливают электронаплавкой.

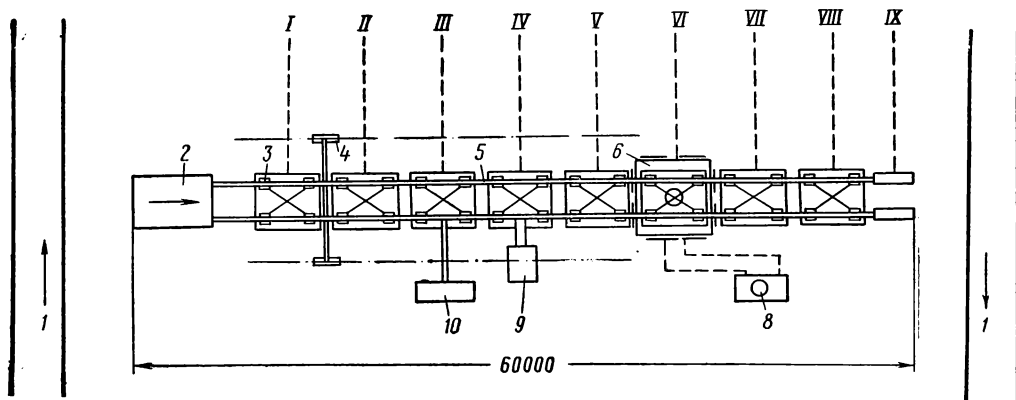


Рис. 109. Схема конвейера для ремонта и сборки тележек электропоездов:

I—IX — позиции конвейера: 1 — путь подачи тележек; 2 — механизм передвижения конвейера; 3 — регулируемые опоры; 4 — козловой кран; 5 — рама конвейера; 6 — камера окраски и сушки тележек на конвейере; 7 — стойло опускания тележек на колесные пары; 8 — гидрофильтр; 9 — насосная станция для гидросистемы конвейера; 10 — главный щит управления конвейером

Изношенные отверстия траверсных балок восстанавливают запрессовкой втулок с обваркой их по торцам и раззенковкой. Пружины с трещинами заменяют новыми. Изношенные плиты на балках заменяют новыми, изготовленными из стали марки Ст. 5. Собрannую после ремонта траверсную подвеску обжимают на прессе и надежно скрепляют болтами или специальными скобами, которые удаляют после установки подвески на тележку.

Ремонт тележек электропоездов ЭР1, ЭР2 и ЭР9. На электропоездах этих серий установлены тележки сварного типа, причем моторные — челюстные, а прицепные — бесчелюстные. Кроме того, на моторных тележках есть узлы, предназначенные для установки на них тяговых двигателей: узлы подвески двигателей, подвески редуктора и др.

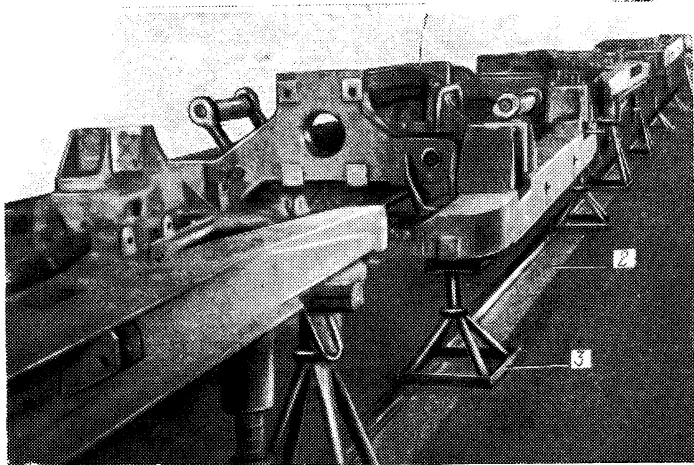
Ремонт тележек после их очистки и разборки включает в себя ремонт следующих основных узлов: рамы тележек, траверсного подвешивания, центрального люлечного подвешивания, редукторов и их подвесок, тормозной рычажной передачи, гидравлических и буксовых фрикционных амортизаторов и др.

На заводах ремонтируют и собирают тележки на конвейере (рис. 109), имеющем несколько рабочих позиций с соответствующим оснащением механизированным инструментом, комплектами узлов и деталей. При ремонте раму тележки устанавливают, перевернув на 180°, в горизонтальном положении на первую позицию конвейера (рис. 110) и выполняют необходимые замеры, на основании чего определяют отклонения от допусков износов и необходимый ремонт.

На следующих позициях конвейера снимают с рамы тележки дефектные буксовые наличники, вместо которых подгоняют и ставят новые или заранее от-

Рис. 110. Установка тележек на регулируемые опоры:

1 — рама тележки; 2 — подвижная балка конвейера; 3 — регулируемая опора



ремонтированные, а затем снова выполняют все те замеры, которые делали до снятия наличников, собирают люлочное подвешивание и раму тележки снова перевортывают на 180°. Заканчивают сборку люлочного подвешивания установкой основания подрессорной балки на брусья, сверху которых ставят подрессорные планки. Затем собирают тормозную рычажную передачу, все ее узлы: рычаги, тяги, тормозные подвески с башмаками и колодками, балансиры и предохранительные скобы. В таком виде моторные тележки поступают в окрасочно-сушильную камеру (рис. 111), также расположенную на конвейере.

Далее тележку с последней позиции конвейера краном транспортируют на канаву, специально оборудованную для окончательной сборки, опускают на заранее подготовленные колесные пары с редукторами, устанавливают тяговые двигатели, соединяют их муфтами с редукторами и проводят обкатку. Прежде чем передать собранные моторные тележки для опускания на них кузова, проверяют правильность сборки в соответствии с установленными допусками.

Прицепные тележки ремонтируют так же, как и моторные, перемещая их последовательно по всем позициям конвейера. После выполнения замеров на следующих позициях конвейера отвертывают гайки шпинтонов, снимают их с рамы тележки и в зависимости от состояния ставят вновь или заменяют ранее отремонтированными, осматривают опорные плоскости шпинтонов на раме тележки, смазывают эти плоскости, устанавливают все восемь шпин-

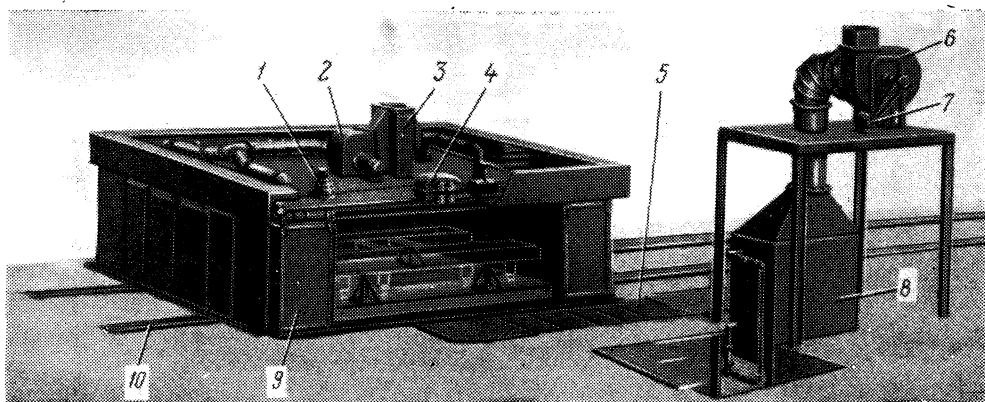


Рис. 111. Камера для окраски и сушки тележек электропоездов на конвейере:

1 — плафон освещения; 2 — вентилятор; 3 — электрический калорифер; 4 — механизм автоматического открывания и закрывания дверей камеры; 5 — вытяжной канал; 6 — вентилятор; 7 — электродвигатель; 8 — гидрофильтр; 9 — раздвижные двери; 10 — рама конвейера

тонов на раму тележки, предварительно смазав резьбу каждого шпинтона, закрепляют болтами с гайками и ставят шплинты.

Проверку правильности установки шпинтонов выполняют в том же порядке, как и до их разборки (т. е. как на первой позиции конвейера). После этого раму снова перевортывают на 180° и собирают тормозную рычажную передачу с установкой всех предохранительных устройств (скоб и т. д.). Затем соединяют тяги с рычагами, обеспечивая при этом зазор между средними накладками тележки и средними тягами не менее 8 мм. Окраску и сушку тележки на конвейере выполняют также в специальной камере (см. рис. 111).

Далее собирают центральное подвешивание, на которое затем опускают раму тележки. Здесь же устанавливают гидравлические амортизаторы. Перед тем как выдать тележки для опускания на них кузова, проверяют зазор между вертикальными скользунами поперечных балок рамы тележки и надрессорного бруса (зазора не должно быть). Это условие обеспечивается за счет деформации резиновых амортизаторов, имеющихся в коробках скользунов. Проверяют также зазор между вертикальными скользунами надрессорного бруса и скользунами продольных балок рамы тележки, который должен быть в пределах 70 ± 5 мм.

§ 45. Ремонт рессор и пружин

Ремонт листовых рессор. Для разборки листовой рессоры на прессе хомут рессоры укладывают в паз станины и закрепляют прокладками. При включении пресса плунжер гидравлического цилиндра надавливает на боек, который в свою очередь упирается в торец одного из нижних листов рессоры и выжимает его. Для разборки электровозных рессор предварительно выбивают боковой клин и несколько смещают хомут рессоры. После разборки рессорные листы, имеющие несоответствующую нормам стрелу прогиба, подвергают гибке и закалке. При этом листы должны иметь твердость по Бринеллю 363—432 НВ.

Трещины в рессорных листах определяют магнитным дефектоскопом. Нагрев листов в кузнечных печах под гибку при температуре $1300\text{—}1350^\circ\text{C}$ обычно используют и для последующей закалки. Время выдержки листов в печи при нагреве под закалку составляет 15—20 мин. Охлаждающей средой при закалке рессор чаще всего в депо и на заводах служит вода, реже — минеральное масло, щелочные и соляные растворы.

Гибку рессорных листов выполняют или в штампах на специальных станках, или вручную по шаблонам. Нагретый в печи лист укладывают на станину пневматического станка и зажимают подвижной частью станка между цепью и листом-шаблоном, по форме которого и изгибается нагретый рессорный лист.

Гибочно-закалочный станок состоит из вращающегося штампа и закалочной ванны. Нагретый рессорный лист укладывают в штамп, который при нажатии пускового рычага изгибает лист и опускается вместе с ним в закалочную ванну. После охлаждения листов штамп возвращают в первоначальное положение, а лист снимают. Производительность такого станка до 50 листов в час. После гибки и закалки проводят отпуск листов, который устраняет внутренние напряжения, увеличивает вязкость металла и снижает твердость. Рессорные листы нагревают во время отпуска до температуры $475\text{—}500^\circ\text{C}$ и выдерживают в печи при этой температуре 20—40 мин.

Термически обработанные листы при массовом или серийном производстве подвергают наклепу дробью, значительно повышающему их усталостную прочность, в специальных дробеструйных машинах.

Перед сборкой рессорные листы подвергают правке (рихтовке) радиуса изгиба на специальном шаблоне. Листы перед правкой нагревают до температуры не более $300\text{—}350^\circ\text{C}$. Гидравлическим прессом на собранный пакет листов насаживают временный хомут или скобу для предварительного испытания под нагрузкой.

Постоянный хомут надбуксовой рессоры тележки вагона электропоезда насаживают в нагретом состоянии при температуре $1000\text{—}1100^\circ\text{C}$. Хомут

изготавливают, изгибая нагретую заготовку в штампе, а затем сваривают на автоматическом аппарате под слоем флюса. В местах под сварку оставляют зазор 2—3 мм. Правильность посадки хомута по отношению к центру рессорного пакета проверяют шаблоном. После насадки нагретый хомут обжимают со всех сторон на прессе. Собранные рессоры испытывают на остаточную деформацию под действием пробной, а затем и рабочей статической нагрузки.

Ремонт пружин. При изготовлении новых пружин из заготовки толщиной более 8 мм их навивают в горячем состоянии, а при толщине менее 8 мм — в холодном. Концы заготовок пружин протягивают на пневматических молотах или ковочных вальцах, предварительно нагрев их в печах. После оттяжки концы заготовки должны иметь постепенный переход от круглого к прямоугольному сечению в соответствии с требованиями ГОСТ 1452—53.

После навивки пружины закаливают в ванне с водой или маслом и подвергают отпуску в печи. Опорные поверхности пружин должны быть выровнены так, чтобы пружина свободно стояла на горизонтальной поверхности.

Признанные годными пружины подвергают испытанию на осадку трехкратным нагружением пробной статической нагрузкой, а затем испытанию на прогиб под рабочей нагрузкой. Осадку определяют, измеряя высоту пружины до нагружения и после снятия нагрузки. Одновременно определяют под испытательной нагрузкой действительную величину прогиба пружины, т. е. разность между свободной высотой и высотой под нагрузкой. Просевшие в процессе испытания или эксплуатации пружины исправляют нагревом до 920—980° С и последующей разводкой витков на специальном станке.

Для увеличения срока службы пружин их подвергают наклепу в дробеструйной установке. У рессорного листа наклепывают только работающую на растяжение вогнутую поверхность, а у пружин — как наружную, так и внутреннюю поверхности. Отремонтированные пружины окрашивают для защиты их от коррозии.

Сборка и регулирование рессорного подвешивания. Для сборки рессорного подвешивания раму челюстной тележки устанавливают на специальные козлы. Затем на буксовые направляющие кладут листовую рессору, на концы которой навешивают кулачковые болты, пропущенные через отверстия в кронштейнах. Снизу на стержни кулачковых болтов надевают пружины и шайбы, закрепляемые двумя гайками.

Эллиптические рессоры, предварительно собранные и сжатые специальными скобами, устанавливают в гнезда надрессорного бруса люльки так, чтобы их штыри вошли в отверстия крайних хомутов.

Монтаж рессорного подвешивания тележек электровоза начинают с постановки на раму рессорных подвесок. Обхватывающую подвеску (хомут) соединяют при этом с нижней скобой валиком, в который затем ставят и разводят чеку. Далее устанавливают на раме тележки электровоза рессорные стойки и листовые рессоры.

В скобы подвесок вставляют гнезда пружин, причем перед постановкой верхних гнезд ширину пазов в них проверяют по толщине рамы тележки в местах соприкосновения. Затем в гнезда вставляют комплекты пружин. Последующие операции монтажа рессорного подвешивания выполняют при помощи крана. Отклонение высоты отдельных рессор на одной тележке не должно превышать под нагрузкой ± 1 мм. За высоту рессоры принимают расстояние по вертикали от опорной поверхности хомута до верха рессорной ножовой накладки.

Для равномерного распределения нагрузок между колесными парами после сборки рессорного подвешивания его регулируют путем изменения длины рессорных стоек, чем добиваются выравнивания нагрузок отдельных колес. При регулировке рессорного подвешивания сначала обеспечивают выравнивание нагрузок всех колесных пар (продольное выравнивание), а затем равенство нагрузок отдельных колес правой и левой сторон (поперечное выравнивание).

Рессорное подвешивание тележек вагонов электропоездов регулируют после постановки кузова на тележки. Основное требование сводится к тому,

чтобы не было перекоса кузова и были соблюдены основные габаритные размеры (расстояние от головки рельса до центра автосцепки и до конца болта люльчатного подвешивания, расстояние между головкой рессорного болта и болтом рамы). Регулирование осуществляют изменением высоты затяжки гаек люльчатных болтов.

§ 46. Ремонт колесных пар и редукторов

Износ и повреждения колесных пар и подшипников. Износ колесных пар возникает вследствие трения бандажей о рельсы и тормозные колодки, трения в моторно-осевых подшипниках, а также от динамических нагрузок при движении поезда. Износ поверхности катания бандажей и ободов цельнокатаных колес выше установленного нормами допуска называют прокатом (рис. 112). Помимо проката бандажей, естественным износом элементов колесной пары является износ оси в местах работы моторно-осевых подшипников, образование овальности и конусности их, а также износ зубьев большого зубчатого колеса.

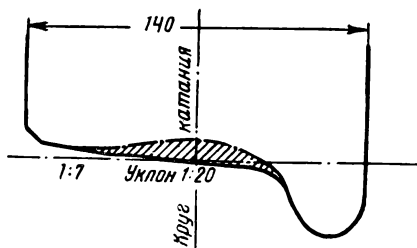


Рис. 112. Прокат поверхности бандажа

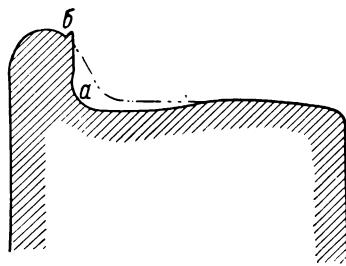


Рис. 113. Подрез гребня:
а — вертикальный; б — с остроконечным накатом

К ненормальным износам и повреждениям элементов колесной пары относят вертикальный подрез гребня *а* (рис. 113), зачастую сопровождающийся образованием остроконечного наката *б*, и другие неисправности. Причиной подреза может быть неправильное расположение колесных пар в раме тележки, выражающееся в неперпендикулярности осей колесных пар к продольной оси тележки, и несимметричность их расположения по отношению к этой оси.

К повреждениям подшипников относят: трещины и задиры на поверхности буксовых вкладышей; выплавление баббитового слоя буксового вкладыша; нагрев букс с роликовыми подшипниками; срез или ослабление заклепок сепаратора роликоподшипника; трещины или выкрашивание металла на поверхности качения и на торцах роликов; разрушение роликов; разрыв внутренних колец подшипников; ослабление гайки и срыв головок болтов стопорной планки роликоподшипника.

Освидетельствование колесных пар. Обыкновенное освидетельствование колесных пар электровозов и электропоездов выполняют согласно Инструкции ЦТ-2306 при подъемочных ремонтах, перед каждой подкаткой колесной пары под локомотив или вагон, если после последнего освидетельствования прошло более шести месяцев, а также при каждом монтаже подшипников качения на колесной паре.

При обыкновенном освидетельствовании, как и при осмотре колесных пар под локомотивом, проверяют посадку бандажей по положению контрольных рисок и по звуку при обстукивании молотком, осматривают и обстукивают обод и спицы колесного центра, убеждаются в отсутствии сдвига колесных центров на оси. При освидетельствовании колесных пар магнитными или ультразвуковыми дефектоскопами проверяют отсутствие трещин в шейках, предподступичных

частях, переходных галтелях и в средней части оси. В программу освидетельствования входит также обмер всех элементов колесной пары для проверки соответствия их размеров нормам допусков и износов.

Диаметр колес измеряют бандажным штангенциркулем или специальной угловой скобой. Профиль обточенных бандажей проверяют максимальным шаблоном (рис. 114), а расстояние между внутренними гранями бандажей — межбандажным щупом. Колесные пары подвергают также боль-

Наружным осмотром и обстукиванием проверяют состояние пружинных пакетов и заклепок, соединяющих боковые шайбы зубчатых колес. Торцовое биение венца замеряют индикатором по его торцовой части ниже впадин на 2—3 мм при установке колесной пары электроподвижного состава в центрах стелда или на станке.

Полное освидетельствование колесных пар выполняют согласно Инструкции ЦТ-2306 на заводах при ремонтах локомотивов и электропоездов, связанных с выкаткой колесных пар, смене хотя бы одного элемента, неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования, наличии повреждения колесной пары после крушения, аварии, столкновения или схода локомотива.

Полное освидетельствование отличается от обыкновенного тем, что при нем выполняют очистку колесной пары от краски до металла и проверку подступичных частей осей ультразвуковым дефектоскопом. При непрозвучивании ультразвуком или обнаружении трещин в подступичной части осей ее выпрессовывают; осматривают пружинные накаты и пазы зубчатых колес электровозных колесных пар со снятием боковых шайб, ставят клейма и знаки полного освидетельствования. При обыкновенном освидетельствовании краску не удаляют и ограничиваются только тщательной очисткой колесной пары от грязи. В остальном порядок полного освидетельствования тот же, что и обыкновенного.

Освидетельствование колесных пар с выпрессовкой оси необходимо проводить во всех случаях непрозвучивания оси ультразвуком при их полном освидетельствовании, при необходимости снятия одновременно обоих центров, а также при отсутствии или неясности клейм формирования, если колесной паре такого вида освидетельствование еще не проведено.

В последующем распрессовку выполняют при каждом заводском ремонте. Результаты обыкновенного, полного освидетельствования и освидетельствова-

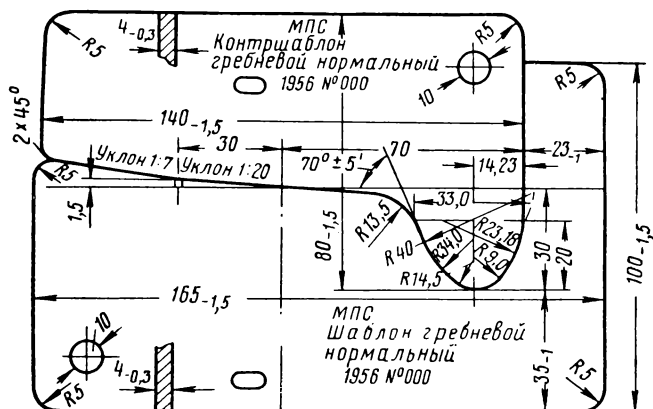


Рис. 114. Шаблон и контршаблон для проверки профиля гребня и поверхности катания бандажей

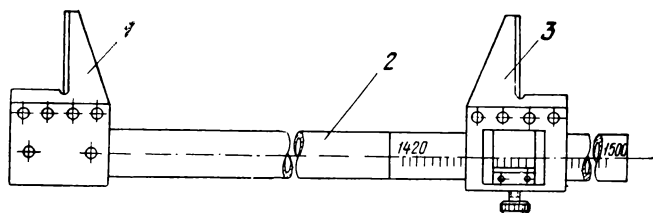


Рис. 115. Межбандажный штангенциркуль:
1 — неподвижная губка; 2 —
трубчатая штанга; 3 — под-
вижная губка



Рис. 116. Знаки и клейма полного освидетельствования

ния с распрессовкой элементов записывают в специальный журнал и в технический паспорт колесной пары.

Все обнаруженные при освидетельствовании износы и дефекты колесных пар устраняют при их ремонте. Если колесная пара полностью соответствует всем требованиям, то на левом торце оси наносят клеймо полного освидетельствования (рис. 116). При обыкновенном освидетельствовании клейма не ставят. При освидетельствовании с распрессовкой элементов до полностью к клеймам полного освидетельствования ставят клеймо в виде знака Д в кружке.

Ремонт элементов колесных пар. Общие положения. Для колесных пар локомотивов и вагонов электропоездов устанавливают следующие виды ремонта: без смены элементов; со сменой элементов.

Ремонт колесных пар без смены элементов заключается в обточке цельнокатаных колес и бандажей, перетяжке бандажей, обточке, накатке и шлифовке шеек осей, сварочных работ без распрессовки элементов, замене заклепок и пружинных пакетов зубчатых колес колесных пар, опробовании на прессе колесных пар с признаками ослабления.

При ремонте со сменой элементов заменяют оси, колесные центры, цельнокатаные колеса, бандажи, зубчатые колеса или их венцы. К этому ремонту относят перепрессовку ослабших колесных центров, зубчатых колес и освидетельствование колесных пар с выпрессовкой оси.

Ремонт колесных пар со сменой элементов выполняют, как правило, на ремонтном заводе. Если замене подлежат несколько элементов, износ и повреждения которых не могут быть устранены ремонтом, то такую колесную пару исключают из инвентаря.

Смена бандажей. Колесную пару для смены бандажа выкатывают и удаляют бандажное кольцо. Затем бандаж нагревают на специальном горне до температуры 250—320° С, которую контролируют термометрами или термокарандашами. Горны для нагрева бандажей колесных пар применяют или с газовым, или с электрическим нагревом. На рис. 117 показан индукционный электрогорн. Специальная катушка, питаемая от сети переменного тока напряжением 380 в, помещена внутри сердечников, верхняя часть которых сделана откидной. Сердечники обхватывают бандаж колесной пары и могут передвигаться по роликам на то или иное расстояние от центра в зависимости от диаметра бандажа. Для установки бандажа колесной пары внутри катушки верхние части полюсных сердечников откидывают, а после установки бандажа закрывают. Во время нагрева бандажа колесную пару удерживают краном в вертикальном положении.

В снятых бандажах трещины и плены, не обнаруживаемые наружным осмотром, выявляют магнитными дефектоскопами Потупина и ЦНИИ МПС (рис. 118).

Этот дефектоскоп обнаруживает трещины не только на поверхности металла, но и внутри него, реагируя на неоднородность магнитных свойств металла, появляющуюся в результате структурных изменений слоев, находящихся над трещиной. Дефектоскоп подключают в сеть переменного тока.

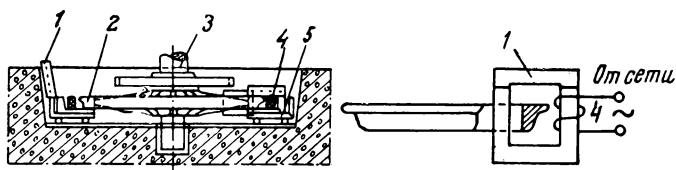


Рис. 117. Индукционный электрогорн для нагрева бандажей:

1 — подъемная часть стали индуктора; 2 — бандаж; 3 — ось; 4 — электромагнитная катушка; 5 — опорное кольцо

При проверке бандажей искатель прибора устанавливают на поверхности катания так, чтобы фасонные ролики находились на гребне. При проверке внутренней поверхности бандажа два крайних ролика плотно прижимают к упорному бурту. Появление сильного звука в громкоговорителе при правильном перемещении искателя по бандажу сигнализирует о наличии дефекта в бандаже.

Для определения натяга внутренний диаметр бандажа и диаметр обода после остывания измеряют бандажным штихмасом и бандажным штангенциркулем или скобой. Натяг бандажа должен быть 1—1,5 мм на каждые 1 000 мм диаметра обода. Перед насадкой бандаж тщательно очищают стальными щетками и равномерно нагревают в горне до температуры 250—320° С. Нагретый бандаж вынимают из горна специальными захватами и укладывают на стеллаж. Ось с колесным центром поднимают краном и опускают внутрь бандажа, определяя положение колесного центра по меловой отметке, сделанной до снятия бандажа.

Затем в выточку бандажа заводят бандажное кольцо. Его концы должны сходиться плотно, поэтому заготовку для кольца берут несколько большей длины и конец обрубает точно по месту после заводки кольца. Кольцо изготавливают из прутка стандартного проката на специальном гибочном станке. Кольцо устанавливают как можно быстрее, чтобы бандаж не остыл ниже температуры 200° С, так как следующей операцией является обжимка бурта бандажа, при которой у остывшего бандажа в бурте могут появиться трещины.

Обжимку выполняют на станке (рис. 119); давление нажимного ролика, контролируемое по показаниям манометра, не должно превышать 150 кг/см². После медленного остывания бандажа проверяют плотность его насадки ударами молотка в различных местах поверхности катания. Звук от ударов молотка должен быть звонким и чистым.

Распрессовка колесных пар. Распрессовку колесной пары выполняют во время ее ремонта со сменой элементов при необходимости дефектоскопии подступичной части оси, а также в случае ослабления колесного центра или зубчатого колеса. Перед распрессовкой колесную пару тщательно осматривают и обмеряют. Распрессовку выполняют на гидравлическом прессе (рис. 120). Максимальное давление при распрессовке для колесных пар электровозов установлено 380 Т, а колесных пар электропоездов — 250 Т. В случае превышенного давления опрессовываемую деталь (центр зубчатого колеса, колесный центр) подогревают. Давление на колесный центр при распрессовке передается через специально надетый на ось упорный стакан.

При установке колесной пары на пресс тщательно проверяют совпадение геометрической оси колесной пары с осью плунжера пресса, ось выверяют по уровню и устраняют все перекосы упорных приспособлений.

После расформирования все элементы колесной пары подвергают вторичному тщательному освидетельствованию для определения характера ремонта или их пригодности к дальнейшей эксплуатации. Если при осмотре и дефектоскопии оси на ней обнаружены поперечные или косые трещины независимо от их размера, количества и места расположения, то ось бракуют.

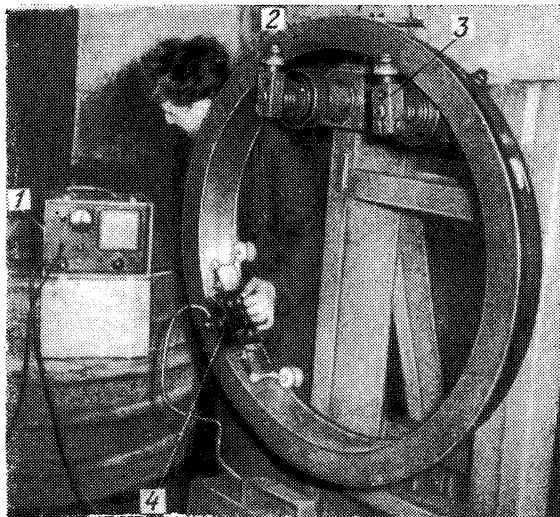


Рис. 118. Проверка посадочной поверхности бандажа дефектоскопом Потупина:

1 — аппаратный ящик; 2 — бандаж; 3 — стойка с роликами; 4 — магнитный искатель

Продольные трещины и плены на шейках и предподступичных частях устраняют обточкой, но при этом диаметры обрабатываемых частей не должны быть менее допускаемых размеров. Обточкой устраняют риски, задиры и забоины на всех обработанных частях оси. Продольные риски глубиной не более 0,2 мм на шейках и предподступичных частях оси с роликовыми подшипниками разрешается оставлять без исправления.

При различии диаметров шейки свыше нормы в одном поперечном сечении (овальность), по концам (конусность) или длине (волнистость) шейку исправляют обточкой и шлифовкой. Биение определяют как разность между максимальными и минимальными показаниями индикатора за один оборот оси в одном сечении.

Кроме того, при ремонте колесных пар шейки осей под роликовые подшипники подвергают упрочнению накаткой, если они не были раньше накатаны. Накатанную ось подвергают повторной магнитной дефектоскопии.

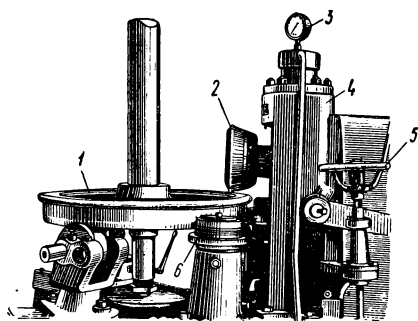


Рис. 119. Станок для обжимки бурта бандажа:

1—бурт; 2—обжимной ролик; 3—манометр; 4—цилиндр; 5—штурвал управления; 6—упорный ролик

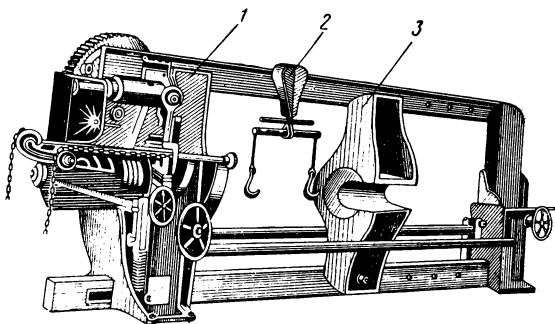


Рис. 120. Гидравлический пресс для формирования колесных пар:

1—станина; 2—механизм для установки колесной пары на пресс; 3—подвижной упор

Если центр оси смещен по отношению к контрольной окружности, то положение центра исправляют расточкой на станке. При значительном повреждении и смещении центр следует заварить и расточить вновь. Положение нового центра, так же как и при проверке старого, определяют по контрольной окружности шаровым циркулем. Забоины и задиры центра устраняют разверткой с углом при вершине, равным 60°.

При износе или срыве резьбы под болт, крепящий стопорную планку роликоподшипника, отверстие в оси заваривают, сверлят по кондуктору и резьбу нарезают заново. Наплавкой восстанавливают также уширенный паз под стопорную планку на торце оси и резьбу под закрепительную корончатую гайку.

Снятый для ремонта колесный центр очищают и подвергают тщательной дефектировке. Посадочная поверхность отверстия ступицы не должна иметь рисок или задиры. Если отверстие ступицы превышает допускаемую величину конусности или овальности, а также имеет риски на посадочной поверхности, то его растачивают для посадки на ось большего диаметра или наплавляют с последующей расточкой для посадки на ось того же или меньшего диаметра.

Наплавку выполняют шланговым автоматом ПШ-5 (рис. 121), обеспечивающим высокое качество и увеличивающим производительность труда в 4—5 раз в сравнении с ручной наплавкой. Наплавкой с последующей обработкой исправляют дефекты зеркала под антифрикционный диск и восстанавливают размеры обода. Колесный центр, имеющий трещины в ступице, бракуют.

В ободах и спицах разрешается заваривать не более трех трещин на одном колесном центре. Перед заваркой сквозные трещины в спицах разделяются Х-образно. Несквозную трещину разделяют У-образно, и сварку выполняют с одной стороны. Если обод имеет несквозную трещину, после разделки которой

до его посадочной поверхности остается не менее 10 мм, то в этом случае можно заварить трещину без снятия банджа.

Формирование колесных пар. При формировании колесных пар электровозов с эластичной передачей сначала размечают и прострагивают пазы в венцах и в центрах обоих зубчатых колес. Затем напрессовывают центры зубчатых колес на удлиненные ступицы движущих колес, после чего выполняют чистовую обработку отверстий ступиц движущих колес. Давление напрессовки должно быть в пределах 50—80 Т для электровозных и 35—50 Т для моторвагонных зубчатых колес.

Далее надевают венцы на центры зубчатых колес в произвольном положении и прижимают их шайбами при помощи временных болтов. В таком виде колесные центры напрессовывают на ось. Затем, поворачивая венцы и совмещая пазы венцов с пазами центров, находят такое положение, при котором зубья венцов обоих зубчатых колес будут иметь смещение не более 0,5 мм. После этого закладывают в пазы пружинные пакеты, вторично проверяют соосность зубьев и скрепляют шайбы заклепками.

При напрессовке колесного центра на ось пресс должен развить усилие P для преодоления силы трения T , зависящей от площади соприкосновения оси со ступицей, а также усилий P_1 и P_2 , затрачиваемых на деформации соответственно оси и колесного центра (рис. 122). По мере углубления оси в ступицу колеса сила трения будет возрастать по линейному закону, так как

$$T = \kappa \pi D x,$$

где κ — коэффициент пропорциональности;

D — номинальный диаметр сопряжения;

x — текущее значение глубины запрессовки.

Максимальная сила трения будет при $x = L$, где L — длина ступицы колесного центра. Результирующее усилие P при любом значении x

$$P = T + P_1 + P_2.$$

Сила P_1 , деформирующая ось не меняет своей величины и остается постоянной, так как подступичная часть оси на всей длине однородна. Сила P_2 ,

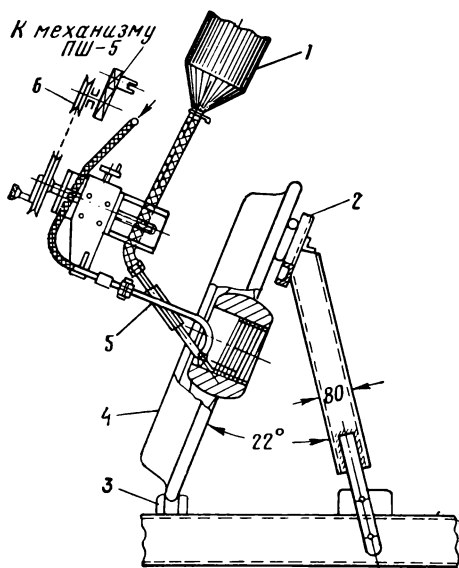


Рис. 121. Наплавка ступицы колесного центра автоматом ПШ-5:

1 — бункер для флюса; 2 — опорные ролики; 3 — ролик, вращающий наплавляемую деталь; 4 — центр колесной пары; 5 — электродержатель; 6 — механизм продольной подачи суппорта

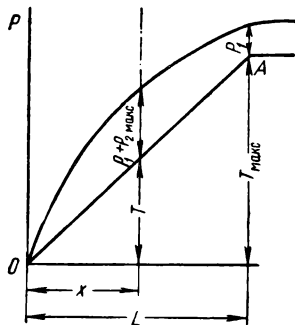
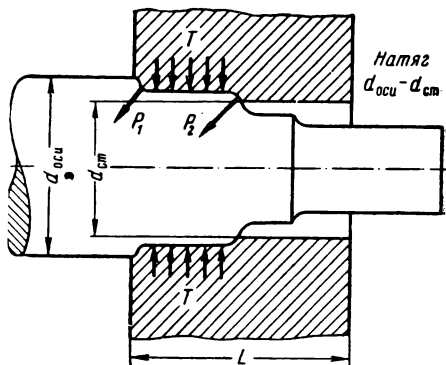


Рис. 122. Усилия, действующие при запрессовке оси

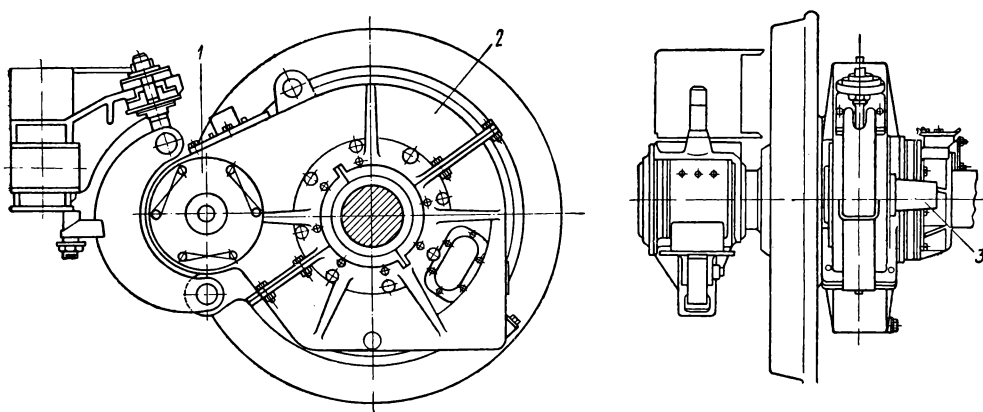


Рис. 123. Колесная пара с редуктором:
1 — средний подшипниковый узел; 2 — корпус редуктора; 3 — шестерня с валом

деформирующая ступицу колесного центра, будет иметь максимальное значение при $x = \frac{L}{2}$, так как посередине ступица имеет наибольшую жесткость, создаваемую спицами, ободом, бандажом, а также и наибольшим собственным сечением.

Таким образом, при $x = \frac{L}{2}$ сумма $P_1 + P_2$ будет иметь максимальное значение, а графически составлять наибольшую ординату над прямой OA , представляющей собой закон изменения теоретической силы трения. Поэтому при правильно обработанных оси и ступице диаграмма запрессовки, наносимая на ленту самопишущим прибором пресса, должна обязательно иметь выпуклость верху.

При напрессовке колесных центров на ось вытертые насухо подступичные части оси и внутренние поверхности ступиц перед самой напрессовкой смазывают натуральным растительным вареным маслом. Торцы ступиц закрашивают этим же маслом.

Правильность положения элементов колесной пары на оси в процессе напрессовки и по ее окончании проверяют специальными шаблонами от середины оси, отмеченной керном. Конечное давление напрессовки электровозного колесного центра с надетым бандажом равно 100—140 T , без бандажа 90—125 T , колесного центра моторного вагона электропоезда с бандажом 75—110 T , без бандажа 70—95 T , колесного центра прицепного вагона с бандажом 60—90 T , без бандажа 50—70 T .

После напрессовки центр зубчатого колеса должен быть приварен точечной сваркой и в одном месте к колесному центру, что позволяет в дальнейшем контролировать надежность посадки. Формирование колесной пары согласно Инструкции ЦТ-2306 завершается полным освидетельствованием, клеймением и заполнением технического паспорта. Клеймение могут выполнять только работники, имеющие право на освидетельствование колесных пар.

Ремонт колесной пары с редуктором электропоездов ЭР1, ЭР2 и ЭР9. Колесная пара с редуктором представляет собой узел (рис. 123), ремонт которого достаточно сложен, а поэтому на заводе его полностью разбирают с распрессовкой обоих колесных центров. Все детали редуктора: средний подшипниковый узел, корпус, кулачковую муфту, шестерню с валом — полностью разбирают и ремонтируют. Требования к ремонту основных элементов колесной пары с редуктором (оси, центров, бандажей) такие же, как и к любой другой колесной паре, и ремонт выполняют в соответствии с Инструкцией ЦТ-2306.

Ремонт деталей среднего подшипникового узла. На корпусе заземления зачищают забоины шлифовальной электромашинкой.

При наличии трещин корпуса заменяют новыми. С лабиринтной крышки снимают шабером заусенцы, задиры и забоины глубиной не более 0,5 мм, которые образуются в эксплуатации на поверхности лабиринтных канавок. На лабиринтном кольце также зачищают неровности и заусенцы. Зачищают риски и задиры на внутренней цилиндрической поверхности стакана подшипников, выводят конусность и овальность, превышающую 0,08 мм, а затем хромируют эту поверхность с последующей шлифовкой на специальном станке. Зачищают заусенцы и забоины и шлифуют наружную поверхность заземляющего кольца, упорного кольца, упорной шайбы и дистанционных колец подшипников.

В а л ш е с т е р н и. Вал очищают от грязи, проверяют все его размеры штангелем, скобой с индикатором и конусными калибрами. Диаметр вала под подшипники должен быть равен $90-0,023$ мм, овальность и конусность допустима в пределах 0,015—0,02 мм. Трещины, забоины и заусенцы на валу вообще недопустимы, при наличии их вал заменяют новым.

В е н е ц ш е с т е р н и. Венец отпускают в электропечи при температуре 186—200° С в течение двух часов, после чего зубья шестерни шлифуют на зубошлифовальном станке. Толщина зуба после перешлифовки, измеренная на расстоянии 14,6 мм от вершины зуба, должна быть не менее 16,5 мм. Затем проводят дефектоскопию и в случае наличия трещин венец заменяют новым.

Кроме этого, венец шестерни проверяют на кинематическую точность, которая определяется радиальным биением E_o , допускаемым не более 0,11 мм, и колебанием длины общей нормали $\delta_o z$, допускаемым до 0,075 мм. Плавность работы венца шестерни проверяют также отклонением основного δt_o и окружного δt шагов, которые допустимы для основного шага $\pm 0,036$ мм, для окружного — 0,04 мм. И, наконец, проверяют нормы контакта рабочих поверхностей зубьев по краске; это касание должно быть не менее 50% длины и 40% высоты зуба.

Проверяют также погрешность направления зуба δB_o , т. е. отклонение зуба от нормального направления, которое допустимо в пределах $\pm 0,026$ мм. Для контроля всех этих величин применяют специальные приборы (проверки биения, нормалемер, шагомер, прибор для измерения направления зуба). Обозначения E_o , δz , δt_o , δt , δB_o взяты для восьмой степени точности по ГОСТ 1643—56.

Р е м о н т п е р е д н е й к р ы ш к и в е р х н е г о к о р п у с а р е д у к т о р а. Наплавляют разработанное отверстие до диаметра 260 мм и по посадочной поверхности до диаметра 265 мм, а затем растачивают на токарном станке для выведения овальности и конусности. Растачивают крышку по диаметру 110 мм до максимально допустимого диаметра 112 мм. Упорное кольцо при этом ставят новое. Крышку окрашивают эмалью СВД, предварительно смазывая техническим вазелином обработанные места, не подлежащие окраске.

Р е м о н т к о р п у с а р е д у к т о р а. Проверяют верхний и нижний корпуса редуктора (рис. 124) по плоскости разъема на фрезерном станке, при этом выводят неровности, образовавшиеся от коробления или изгибов, если они не превышают 0,5 мм. Затем собирают верхнюю и нижнюю части корпуса ре-

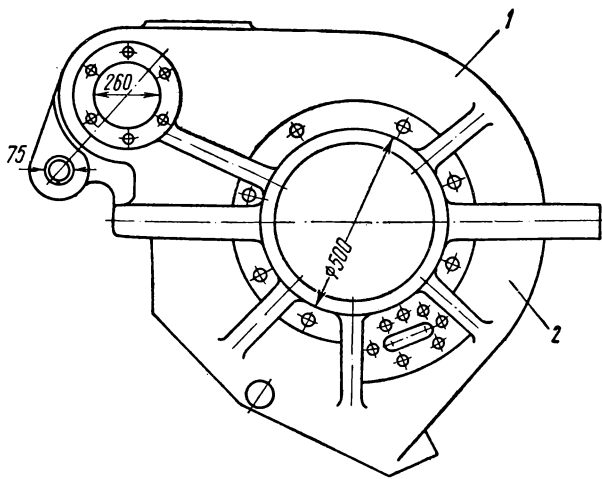


Рис. 124. Корпус редуктора:
1 — верхняя часть корпуса; 2 — нижняя часть корпуса

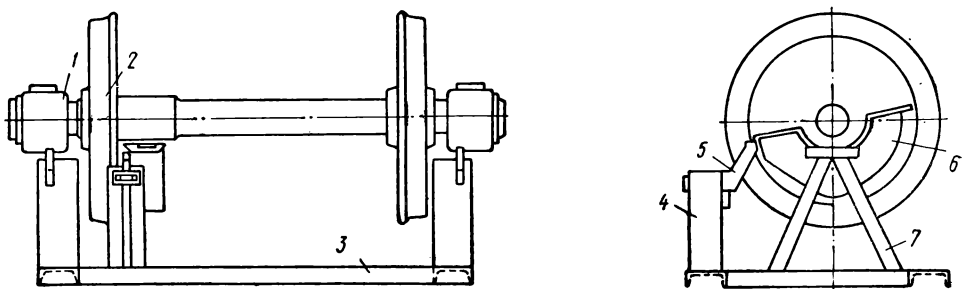


Рис. 125. Стенд для сборки редуктора:
 1 — букса; 2 — колесная пара; 3 — рама стенда; 4 — стойка; 5 — упор корпуса редуктора; 6 — корпус редуктора; 7 — опорная стойка

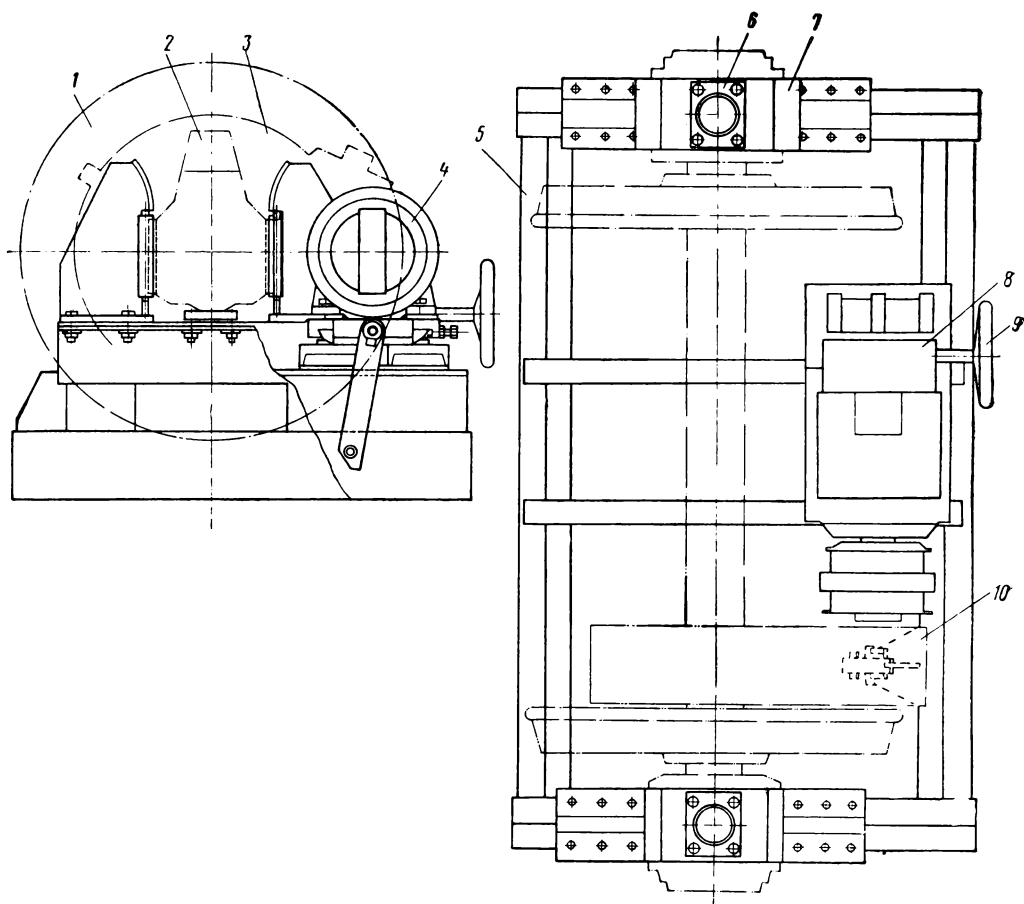


Рис. 126. Стенд для обкатки колесной пары с редуктором:
 1 — колесная пара; 2 — букса; 3 — корпус редуктора; 4 — муфта; 5 — рама; 6 — опорная плита буксы; 7 — тяговый двигатель; 8 — электродвигатель; 9 — штурвал механизма перемещения электродвигателя; 10 — редуктор

дуктора. Отверстие в корпусе редуктора при разработке его до диаметра 502 мм наплавляют в кондукторе до диаметра 496 мм, а затем растачивают на карусельном станке до требуемого диаметра. Далее выводят конусность и овальность, выдерживая расстояние между осями отверстий диаметром 75 мм и 500 мм в пределах $535 \pm 0,5$ мм и проверяют торцовые поверхности. То же делают со всеми остальными отверстиями, имеющимися в корпусе редуктора, руководствуясь нормами допусков на износ.

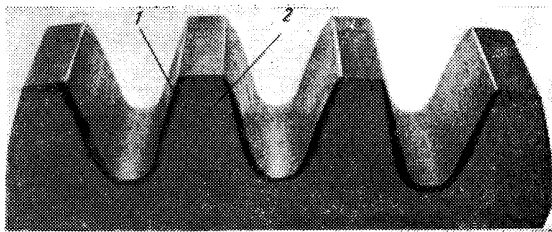


Рис. 127. Контурная закалка зубьев:
1 — закаленная поверхность зуба; 2 — незакаленная часть зуба

Далее во втулку устанавливают подшипник типа ШС-40 и два кольца и склепывают их. После зачистки всех острых кромок и заусенцев, которые могли образоваться при механической обработке и очистке внутренней полости корпуса редуктора от пыли, наждака, металлических частиц и обезжиривания, его окрашивают эмалью СВД. Сушат подшипники в специальной камере при температуре 50—60° С в течение 4—6 ч.

После выполнения ремонта деталей колесной пары, редуктора и муфты выполняют сборку на специальном стенде (рис. 125). Собранный колесную пару с редуктором обкатывают также на стенде (рис. 126).

Повышение долговечности зубчатой передачи. Исследования, проведенные ЦНИИ МПС, показали, что основной причиной преждевременных износов и поломок зубчатых передач являлись недостаточная точность изготовления и малая поверхностная твердость зуба.

Для увеличения долговечности при изготовлении тяговых зубчатых передач электроподвижного состава был осуществлен переход от углеродистых к легированным сталям, повышена точность изготовления, вместо передач с углом зацепления 15° стали изготавливать передачи с углом зацепления 20°, что также повысило прочность зубьев. Кроме того, для увеличения поверхностной твердости была внедрена закалка зубьев. На рис. 127 показана контурная закалка зубьев венцов и шестерен при нагреве их токами высокой частоты на автоматическом станке посредством специальных индукторов, передающих удельную мощность 1,5—2,0 квт на 1 см² поверхности зуба. Станок позволяет закалять шестерни диаметром 200—1 000 мм и с модулем зацепления 8—14. Закаливаемую шестерню устанавливают на шпинделе в горизонтальном положении, при помощи делительного механизма автоматического поворачивают на величину шага зацепления и фиксируют особым устройством.

В качестве закалочной жидкости применяют мыльно-содовую эмульсию.

Как показал анализ работы зубчатых передач, контурная закалка увеличила долговечность венцов и шестерен в 2,5 раза по сравнению с передачами, изготовленными из термоулучшенных сталей.

Кроме указанной выше технологии поверхностного упрочнения зубьев, положительное влияние на увеличение долговечности тяговой передачи могут оказать конструктивные факторы, обеспечивающие создание оптимальной геометрии зуба. К таким факторам относят, во-первых, высотную и угловую коррекцию, или смещение режущего инструмента при изготовлении зубчатых колес, обеспечивающую повышение прочности, и достижение равнопрочности зубьев венца и шестерни. Во-вторых, применяют фланкирование (закругление) зубьев, уменьшающее силу ударов зубьев при входе в зацепление и выходе из него. Фланкирование заключается в построении новой эвольвенты на некотором расстоянии от вершины зуба. В-третьих, для создания лучших условий работы передачи с учетом деформации оси ведущей колесной пары под нагрузкой искусственно создают скос или бочкообразность зубьев шестерни.

И, наконец, для максимально возможного приближения фактического профиля зуба к эвольвенте и правильного расположения ее относительно оси зуба применяют шлифование зубьев тяговой передачи. Все эти технологические операции выполняют на заводах, оснащенных специальным оборудованием. Шлифование выполняют на специальном станке профилированным кругом, профиль которого по мере изнашивания автоматически проверяется и затачивается алмазами, движущимися по специальным копірам.

§ 47. Ремонт букс с роликовыми подшипниками

Ревизия букс с роликовыми подшипниками. При освидетельствовании колесных пар проводят полную ревизию букс согласно Инструкции ЦТ-2361. При этом буксу полностью разбирают, осматривают и ремонтируют детали подшипников, заменяют смазку. После полной ревизии на буксе правой шейки оси вверху под болты крепительной крышки устанавливают специальную, изготовленную из листовой стали бирку, на которой выбивают надпись.

Результаты полной ревизии записывают в специальный журнал. При демонтаже букс во время полной ревизии после снятия крышки, стопорной планки и торцевой гайки выпрессовывают втулки переднего сферического подшипника или прессом, или при помощи стяжной втулки. Такую втулку, выполненную в виде гайки, навинчивают на резьбу втулки и слегка поворачивают ключом по направлению часовой стрелки. После ослабления втулки ее снимают вместе со стяжным приспособлением без поворачивания вокруг шейки оси.

Во избежание повреждения резьбовой части шейки оси на нее навинчивают направляющий стакан. Потом из корпуса буксы вынимают передний сферический подшипник вместе с наружными и внутренними кольцами. Таким же образом выпрессовывают вторую втулку.

Корпус буксы снимают с шейки оси и из буксы вынимают дистанционное кольцо, задний роликовый подшипник и войлочное кольцо. У цилиндрического подшипника с горячей посадкой внутренних колец наружные кольца и ролики снимают вместе с корпусом буксы. Внутренние кольца подшипников снимают в этом случае индукционным нагревателем (рис. 128), так же как и лабиринтное кольцо, а наружные кольца подшипников вынимают из буксы при помощи пресса. После демонтажа подшипники промывают мыльной эмульсией при температуре 90—100° С в моечной машине или отдельной выварочной ванне с чис-

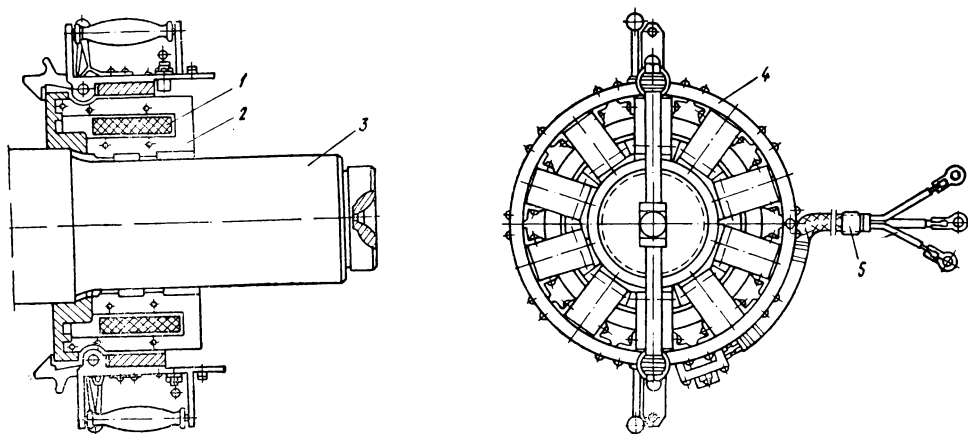


Рис. 128. Индукционный нагреватель:

1—катушка; 2—пакет стали магнитопровода; 3—шейка оси колесной пары; 4—корпус индуктора; 5—кабель для питания от сети

той водой при температуре 80—90° С в течение 30 мин, а затем, после очистки от коррозии и протирки хлопчатобумажными салфетками, в ванне с керосином или бензином, куда добавлено 6—8% трансформаторного масла.

Остальные детали буксового узла промывают в моечных машинах, сначала в 3—5%-ном водном растворе каустической соды при температуре 90° С, затем в мыльной эмульсии, содержащей 8—10% отработанной смазки марки 1-13 при температуре 90° С. Подшипники протирают хлопчатобумажными салфетками (применение концов запрещено). У цилиндрических подшипников осматривают отдельно наружное кольцо с роликами и сепаратором и внутреннее кольцо. У сепаратора проверяют наличие трещин в местах перехода перемычек в тело сепаратора и ослабление заклепок.

В корпусе буксы измеряют диаметр посадочной поверхности микрометрическим штихмасом или нутромером с индикаторной головкой. Специальным прибором или лекальным угольником проверяют перпендикулярность торцевой поверхности заднего упорного буртика к цилиндрической посадочной поверхности буксы.

Ремонт подшипников с цилиндрическими роликами. Этот ремонт в зависимости от характера повреждений делят на два вида: без переборки роликов; с переборкой роликов.

Первый вид ремонта выполняют при замене внутренних колец и смене отдельных заклепок сепаратора, если остальные детали не требуют ремонта или замены. Переклепку сепараторов делают специальным прессом. Разрешена только холодная клепка.

Второй вид ремонта выполняют при обнаружении на роликах или наружном кольце сколов, трещин, раковин, цветов побежалости и задигов, а также характерных вмятин, являющихся следствием раковин на дорожке качения наружного кольца и повреждения сепараторов. При этом виде ремонта подшипник полностью разбирают и ролики пересортировывают на специальном приборе (рис. 129) с микрометром, измеряя диаметры роликов в середине и на расстоянии 10—15 мм от торцов.

Разность диаметров роликов в одном комплекте подшипника не должна превышать 10 мк. Овальность и разность диаметров по краям цилиндрической части допустима до 5 мк, выпуклость в средней части— до 10 мк, вогнутость ролика недо-

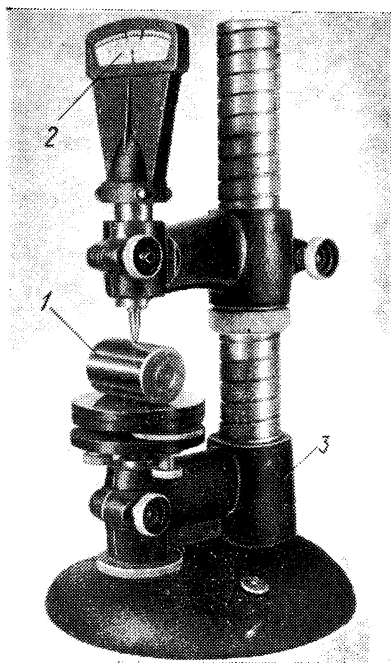


Рис. 129. Прибор для сортировки роликов:

1 — измеряемый ролик; 2 — индикатор; 3 — штатив

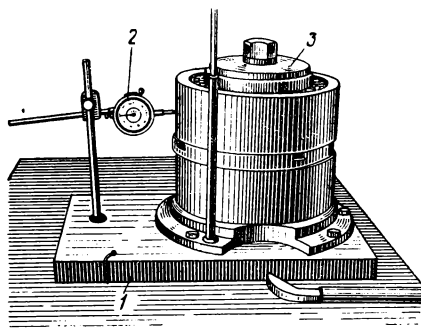


Рис. 130. Измерение радиального зазора подшипника

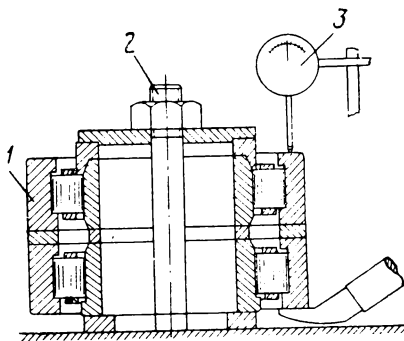


Рис. 131. Измерение осевого зазора подшипника:

1 — роликовый подшипник; 2 — прижим; 3 — индикатор

пустима. На том же приборе проверяют высоту роликов, которая должна соответствовать нормам. Клепку сепараторов выполняют после промывки всех деталей.

У отремонтированного подшипника, скомплектованного со съемным кольцом, проверяют радиальный зазор. Разность радиальных зазоров у двух парных подшипников должна соответствовать нормам. Радиальный зазор подшипника равен сумме зазоров между роликами и дорожками качения наружного и внутреннего колец. Радиальные зазоры у цилиндрических подшипников определяют индикатором на специальном приспособлении — плите-люфтомере (рис. 130). Внутреннее кольцо неподвижно укрепляют на плите 1 при помощи сквозного болта и шайбы 3. Штифт индикатора 2 упирают во внешнюю поверхность наружного кольца подшипника, которое перемещают от руки в горизонтальном направлении.

Разность показаний стрелки индикатора будет соответствовать радиальному зазору подшипника. Таким образом делают четыре замера, поворачивая одно кольцо относительно другого. За величину радиального зазора берут среднее арифметическое значение четырех изменений. На плите-люфтомере проверяют также осевой зазор подобранной пары подшипников (рис. 131).

Диаметры отверстий внутренних колец должны быть меньше диаметра шейки оси на величину натяга, который составляет 0,02—0,03 мм. Сборку подшипника начинают с постановки лабиринтного кольца на предподступичную часть оси. Так как лабиринтное кольцо ставят с натягом не менее 0,02 мм (для бывшего в эксплуатации), то его предварительно нагревают в ванне с трансформаторным маслом до температуры 125—150° С. После полного остывания шейки оси лекальным угольником проверяют перпендикулярность торцевой поверхности лабиринтного кольца к посадочной поверхности шейки оси и concentricность канавок по отношению к оси шейки.

Затем на шейку оси последовательно устанавливают заднее внутреннее кольцо, малое дистанционное кольцо, переднее внутреннее кольцо. Внутренние кольца нагревают в трансформаторном масле до температуры 100—120° С. На часть оси с резьбой навинчивают торцовую гайку. По мере остывания колец гайку подтягивают ключом, а после остывания гайку и упорное кольцо снимают.

Далее в корпусе буксы последовательно устанавливают заднее наружное кольцо с роликами. При этом в пространство между роликами и подшипниками закладывают смазку. Собранный буксу надевают на внутреннее кольца, ставят упорное кольцо и на нарезанную часть оси навинчивают гайку. Затем ставят стопорную планку, закрепляемую двумя болтами, которые через отверстия в головках соединяют вязальной проволокой.

§ 48. Дефектоскопия деталей электроподвижного состава

Применение современных способов контроля за состоянием ответственных деталей подвижного состава является важным средством обеспечения безопасности движения поездов. Комплекс неповреждающих и неразрушающих физических методов контроля качества деталей и материалов называют дефектоскопией.

Широко известны ультразвуковые методы, методы проникающих излучений, магнитные, капиллярные, электромагнитные и др. Эти методы используют: для выявления трещин, раковин, рыхлот, забоин, включений и т. п.; для контроля отклонений в размерах; для измерения толщины стенок труб и других деталей при одностороннем доступе, толщины защитных и декоративных покрытий; для измерения диаметра прутков и труб; для контроля качества термической обработки, для выявления отклонений по химическому составу, зон структурной неоднородности, качества наклепа и пр.

Приборы для выявления несплошностей называются дефектоскопами, приборы для контроля структуры — структуроскопами, приборы для контроля толщины покрытий и измерения толщины стенок листов и труб — толщиномерами.

Выявление несплошностей зависит от места расположения дефектов, протяженности, глубины залегания и их происхождения. Несплошности возникают в процессе плавки и литья (окисные плены, шлаковые включения, усадочные раковины и рыхлоты, поры и др.), пластической деформации (трещины, расслоения, рванины, закаты, заковы, утяжины, флокены, волосовины), термической и химико-термической обработки (закалочные трещины, пузыри, пережоги), механической обработки (надиры, подрезы, трещины, прижоги), правки и монтажа (рихтовочные трещины, надрезы, риски и забоины), эксплуатации (усталостные и другие трещины, местная, общая и межкристаллитная коррозия и др.). Каждый из неразрушающих физических методов решает задачу выявления несплошностей материала не полностью. Поэтому применяют несколько методов.

Поверхностные и подповерхностные дефекты выявляют методом магнитного порошка (на магнитных деталях), капиллярными методами, электромагнитными и ультразвуковыми методами. Дефекты, находящиеся в глубине материала, обнаруживают ультразвуковым методом и методами проникающих излучений.

Выбор того или иного метода контроля зависит от характера технологических операций, качества обработки поверхности, строения металла, месторасположения и протяженности дефекта.

Применение какого-то одного метода не исключает возможности привлечения другого физического метода. Различные методы дополняют друг друга, делая контроль более надежным и полным. Выбор метода зависит от природы явления, проникающей и разрешающей способности, от возможности получения более полной информации о качестве изделия, возможности проверки всей однотипной продукции.

Магнитный контроль. Магнитный контроль проводят с целью своевременного выявления поверхностных трещин в ответственных деталях подвижного состава и является наиболее распространенным методом дефектоскопии.

При намагничивании детали на краях трещины образуются разноименные магнитные полюсы. К этим полюсам притягивается используемый при магнитной проверке мелкий стальной порошок, и трещина обнаруживается по образовавшемуся скоплению порошка. Намагничивание деталей можно производить как переменным, так и постоянным током.

Магнитной проверке подвергают оси колесных пар, валы тяговых двигателей и вспомогательных машин, зубья и пазы венцов, зубья шестерен, коренные листы рессор, болты и подвески люлечного подвешивания и другие ответственные детали.

Существуют два способа магнитной проверки: сухой и мокрый.

Сухой способ применяют преимущественно для проверки деталей с грузообработанными или необработанными поверхностями послековки, прокатки, штамповки. При этом способе деталь после намагничивания посыпают сухим магнитным порошком промышленного изготовления.

Мокрый способ служит для выявления трещин в деталях со шлифованными и полированными поверхностями. При этом применяют жидкую смесь, поливаемую на поверхность детали.

При сухом способе порошок высыпают на деталь из распылителя — цилиндрической коробки с сеткой, имеющей не менее 500 отверстий на 1 см^2 . Для мокрого способа применяют смесь из магнитного порошка и трансформаторного масла. На 1 л трансформаторного масла берут 200 г порошка. Трансформаторное масло должно иметь вязкость по Энглеру $1,8\text{—}2,3$ при 50°C . Перед поливкой на проверяемую поверхность смесь должна быть тщательно перемешана, чтобы порошок находился во взвешанном состоянии, и равномерно распределялся во всем объеме масла.

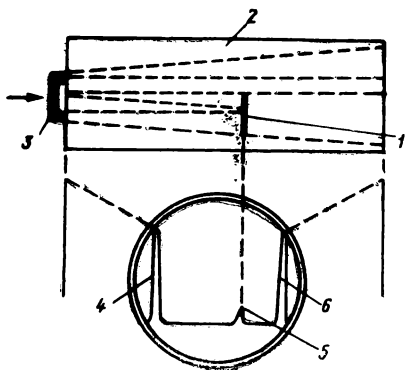


Рис. 132. Схема распространения ультразвука в проверяемой детали и картина на экране электро-лучевой трубки:

1—внутренний дефект в детали; 2—проверяемая деталь; 3—щуп с пьезоэлементом; 4—изображение начального импульса на экране электронно-лучевой трубки; 5—изображение отражения от дефекта; 6—изображение отражения от торца проверяемой детали

Цветной магнитный порошок для выявления трещин на темных поверхностях мокрым способом готовят тщательно перемешиванием порошка из тонкоразмолотой стальной окалины, светлых красок и специального клея, не растворяющегося в масле и керосине.

В локомотивных депо и на ремонтных заводах для обнаружения трещин в деталях могут применять следующие типы дефектоскопов:

круглые неразъемные дефектоскопы переменного тока ДГЭ и ДГК;

круглый неразъемный дефектоскоп ДКМ (конструкции Колесникова и Матвеева);

седлообразный дефектоскоп переменного тока ДГС (конструкции Геккера);

дефектоскоп переменного тока с разъемным соленоидом и понижающим трансформатором системы ЦНИИ для проверки средней части оси;

настольный дефектоскоп переменного тока ДГН;

стационарный дефектоскоп постоянного тока;

стационарный дефектоскоп переменного тока ГПЗ-1 для проверки деталей подшипников качения.

Все дефектоскопы проверяют на эталонах с искусственными трещинами. Трещины на эталонах должны быть зашлифованы и невидимы простым глазом.

После проверки деталей при остаточной намагниченности они должны быть размагничены (размагниченная деталь не должна притягивать стальной порошок). Размагничивание производят подключением катушек дефектоскопа к переменному току или изменением направления постоянного тока путем постепенного увеличения его до полного исчезновения остаточной намагниченности.

Масляно-меловая дефектоскопия. Достоинством этого вида дефектоскопии является возможность проверки не только стальных деталей, как это имеет место при магнитной проверке, но также медных, алюминиевых и деталей из пластмассы.

Деталь погружают в масло, затем вынимают и вытирают насухо. После этого поверхность детали покрывают меловой пудрой, растворенной в воде, и освещают кварцевой лампой через особый фильтр. Масло, выступившее на меловую пудру, светится в ультрафиолетовых лучах, что позволяет легко обнаружить трещину. Для уменьшения вязкости и лучшего проникновения в трещины в масло добавляют керосин. Проверку деталей этим способом производят в затемненном помещении.

Рентгеноскопия ответственных деталей и сварочных швов. С целью обнаружения внутренних трещин в деталях, как, например, в воздушных резервуарах, их облучают рентгеновскими лучами. Интенсивность лучей, прошедших через более толстую часть детали, будет меньше интенсивности лучей, прошедших через тонкую ее часть. Этот метод позволяет обнаруживать трещины, глубина которых составляет не менее 5% толщины детали при визуальном наблюдении на экране и до 1% при применении фотопленки. Для проверки ответственных швов электросварки на тележках на элементах конструкции кузова применяют переносные устройства, к которым относят трансформатор высокого напряжения и рентгеновскую трубку, смонтированные в общем корпусе.

Применение метода просвечивания позволяет обнаруживать дефекты, например, в балках люлочного подвешивания тележек.

Сварочные швы воздушных резервуаров, предназначенных для работы под давлением, должны быть не только особо прочными, но и плотными. С целью проверки качества швов при изготовлении резервуаров для электроподвижного состава производят фотографирование швов во всей длине рентгеновским аппаратом.

Принцип ультразвуковой дефектоскопии. В отличие от всех других дефектоскопов ультразвуковой дефектоскоп позволяет обнаружить внутренние пороки деталей — раковины, трещины, инородные включения. Проверка деталей при помощи ультразвукового дефектоскопа основана на свойстве ультразвуковых колебаний отражаться от неоднородностей в среде, в которой они распространяются. Отличие ультразвуковых колебаний от звуковых состоит в высокой частоте (свыше 20 *кГц*) и возможности направленного их излучения. Для дефектоскопии металлов применяют колебания с частотой до нескольких миллионов периодов в секунду (для стали 2,5 *МГц*). Ультразвуковой дефектоскоп позволяет осуществить направленное излучение ультразвука в проверяемую деталь и отдельно принять отражения от дефектов и торца этой детали. Передача ультразвуков в деталь производится короткими импульсами, а в паузах между ними принимаются отражения.

Индикатором дефектоскопа является электронно-лучевая трубка, на экране которой получают отдельные изображения начального импульса и отражений от дефектного места и торца проверяемой детали (рис. 132).

В качестве излучателя и приемника ультразвуковых колебаний в дефектоскопе применен титанат бария, обладающий пьезоэлектрическими свойствами. Под действием переменного электрического напряжения пьезоэлемент изменяет свои размеры и вызывает механические колебания соответствующей частоты, и, наоборот, при переменных механических усилиях, прилагаемых к пьезоэлементу (сжатии и растяжении), на его металлизированных поверхностях возникает переменное электрическое напряжение.

Для передачи импульсов ультразвука в проверяемую деталь и приема отражений применяют специальные щупы с пьезоэлементом. Пьезоэлемент преобразует подводимое к нему переменное электрическое напряжение в высокочастотные механические колебания, а принимаемые отражения этих колебаний превращает в электрические колебания, воздействующие на схему дефектоскопа. Передача импульсов и прием отражений могут осуществляться как двумя щупами, так и одним щупом.

§ 49. Условия работы и неисправности электрических машин электроподвижного состава

Тяговые двигатели и вспомогательные машины электроподвижного состава в сравнении с обычными машинами работают в более тяжелых условиях.

Решающее влияние на срок их службы имеет температурный режим работы изоляции; при повышении температуры на 8—10° С срок службы сокращается вдвое. Линейная зависимость между логарифмом срока службы изоляции и величиной обратной абсолютной температуры, как и зависимость скорости химических реакций от температуры, выражается уравнением Ван-Гофф-Аррениуса:

$$\lg L = A + \frac{B}{T},$$

где L — срок службы изоляции;

T — абсолютная температура;

A и B — постоянные для рассматриваемой изоляции.

Для длительной эксплуатации в течение ряда лет температура материала электрической изоляции в наиболее нагретом месте при максимальной температуре охлаждающей среды не должна превышать предельно допускаемых значений, установленных ГОСТ 8865—58. Эти температуры для некоторых классов изоляции составляют:

Класс изоляции	A	E	B	F	H
Предельная температура, °C	105	120	130	155	180

Для частей тяговых электрических машин постоянного и пульсирующего тока, изолированных материалами различных классов, предельно допускаемое превышение температуры при температуре охлаждающего воздуха от 10 до 40° С даны в ГОСТ 2582—66; эти температуры приведены в табл. 29.

Из-за нестабильности тепловых характеристик однотипных машин рабочие температуры обмоток у них существенно различаются. Среднее превышение температуры и максимальное в наиболее нагретых местах, определенное встроенными датчиками, также составляет разницу до 25—45° С. Расхождения в температуре обмоток вызываются непостоянством магнитных потерь и потерь в меди, теплорассеяния и теплопроводности изоляции. Для обеспечения стабильных тепловых характеристик машин применяют материалы с неизменными характеристиками при постоянстве технологического процесса.

Неодинаковому нагреванию обмоток тяговых двигателей способствуют неравномерное распределение охлаждающего воздуха, различия в нагрузках на оси и в диаметрах бандажей колесных пар, расхождение скоростных характеристик двигателей и токов в них при параллельном включении.

Нагревание изоляции вызывает испарение летучих продуктов с образованием пористости, трещин и усадки материалов. Под действием термоокислительных процессов при нагревании, а также механических усилий при изменении температурного режима изоляция становится жесткой, хрупкой, расслаивается и смещается или размягчается, теряя свою форму и размеры. Расслоение изоляции из слюды, бумаги, лаков и компаундов резко снижает ее электрическую прочность.

Таблица 29

Класс изоляции	Режим	Части электрической машины	Метод измерения температуры	Предельно допустимое повышение температуры, °C
A	Продолжительный	Обмотки якоря и возбуждения Коллектор	Метод сопротивления	85
A	Часовой	Обмотки якоря и возбуждения Коллектор	Метод электрического или ртутного термометра Метод сопротивления	95 100
E	Продолжительный и часовой	Обмотка якоря Обмотка возбуждения Коллектор	Метод электрического или ртутного термометра Метод сопротивления »	95 105 115
B	То же	Обмотка якоря Обмотка возбуждения Коллектор	Метод электрического или ртутного термометра Метод сопротивления »	95 120 130
F	»	Обмотка якоря Обмотка возбуждения Коллектор	Метод электрического или ртутного термометра Метод сопротивления »	95 140 155
H	»	Обмотка якоря Обмотка возбуждения Коллектор	Метод электрического или ртутного термометра Метод сопротивления »	95 160 180
			Метод электрического или ртутного термометра	105

Для замедления теплового старения изоляции обеспечивают нормальную эксплуатацию машин с нагреванием обмоток не выше допустимой температуры, контролируют состояние изоляции и проводят ее пропитку. При ремонте применяют нагревостойкие материалы высокой теплопроводности с хорошо подобранными коэффициентами расширения, сочетая составные части изоляции так, чтобы один материал не старился значительно быстрее других.

При изготовлении, укладке, ремонте и испытаниях электрическую изоляцию машин нельзя подвергать ударным, изгибающим, сжимающим и разрывным усилиям, вызывающим ее повреждения.

В эксплуатации тяговые двигатели испытывают динамические усилия, пропорциональные ускорениям, зависящим от скорости движения, системы подвески и конструкции двигателя, состояния рельсового пути и других условий. Максимальные линейные ускорения у двигателей с осевой подвеской при скорости движения 100 км/ч достигают 150 м/сек², а на поверхности якоря при зубчатой передаче без пружинных элементов — 250 м/сек². При сравнимых условиях ускорения у двигателей с осевой подвеской составляют 35—65 м/сек², в то время как у двигателей с опорно-рамной подвеской они не превышают 10—15 м/сек², увеличиваясь при скорости 160 км/ч до 20 м/сек².

Динамические усилия ухудшают условия работы двигателей, особенно при износе зубчатой передачи и моторно-осевых подшипников, вызывают ослабление полюсов и щеткодержателей, разрушение якорных бандажей, трещины и обрыв проводников обмотки, механические повреждения, истирание и пробой изоляции, искрение под щетками, круговой огонь на коллекторе и перебросы на корпус.

Вспомогательные машины, установленные в кузове и подвешенные к раме, подрессорены и поэтому испытывают небольшие динамические усилия. Динамические усилия требуют достаточной механической прочности изоляции, надежного соединения изоляционных композиций, прочного крепления обмоток, якорных бандажей, щеткодержателей и других деталей.

Внешняя среда с различной температурой и влажностью воздействует на машины, особенно при попадании внутрь воды, снега и пыли. Изоляция не находящихся под нагрузкой машин поглощает влагу, которая, проникая в поры и капилляры, снижает электрическую и механическую прочность изоляции. Интенсивность увлажнения изоляции возрастает при повышении влажности с резким увеличением температуры окружающей среды. При поступлении холодных машин в отапливаемое помещение с перепадом температуры $\Delta t^{\circ}\text{C}$ на поверхности изоляции конденсируется вода слоем $0,02 \Delta t \text{ мм}$.

Монолитность, влагостойкость и морозостойкость изоляции до температуры -50°C , уплотнение коллекторных люков, воздухопроводов, вентиляционных отверстий и вводов проводов, заглушка машин в зимний период, нагревание холодных машин перед поступлением в отапливаемое помещение и своевременная пропитка обмоток уменьшают увлажнение изоляции, повышают надежность и долговечность машин.

Работающие тяговые машины получают электроэнергию от контактной сети и находятся под воздействием электрического поля. Напряжение контактной сети постоянного тока, повышаясь у токоприемника сверх номинального на 21% и кратковременно на 28%, вызывает колебания напряжения на коллекторе; при рекуперативном торможении допускается повышение напряжения на 27% сверх номинального напряжения электродвигателя (ГОСТ 2582—66). При существующей защите атмосферные перенапряжения достигают 10 кВ, а межвитковые напряжения в обмотках машин постоянного тока — 300 в.

Тяговые электродвигатели пульсирующего тока, получающие электроэнергию от контактной сети переменного тока через установку трансформатор — выпрямитель, а также вспомогательные машины должны надежно работать при повышении напряжения в контактной сети у токоприемника электроподвижного состава на 16% или при понижении на 24%. Нестационарные явления в силовой цепи электроподвижного состава, колебания напряжения, исчезновение питания при отрыве пантографа с последующим его восстановлением, переключение пусковых сопротивлений, изменение вида соединения и способа возбуждения двигателей, пропуск и обратные зажигания выпрямительной установки вызывают толчки тока, достигающие четырехкратного значения его рабочей величины, искрение на коллекторе, круговой огонь и перебросы на корпус двигателей.

Электрическое поле высокой напряженности и ионизационные процессы вызывают старение изоляции и снижение ее электрической прочности. Первоначальное пробивное напряжение, характеризующее электрическую прочность изоляции, имеет разброс, зависящий от коэффициентов теплопроводности (70—80%), толщины изоляции (6—10%), диэлектрических потерь (5%) и электрической проницаемости (2%).

Старение изоляции развивается во всем объеме, а сказывается на слабом участке, электрическая прочность которого сначала снижается, а в конце срока службы резко падает и этот процесс завершается пробоем.

Внешняя среда, электрические, тепловые и механические нагрузки вызывают:

у якорей — снижение сопротивления изоляции, замыкание витков обмотки, пробой изоляции на корпус, трещины и обрыв обмотки, выплавление проводников у коллектора, ослабление и размотку бандажей, пробой изоляции и ослабление запрессовки коллектора, стали и нажимных шайб сердечника, изгиб и излом вала, ослабление и разрушение вентилятора, ослабление посадки, нагревание и разрушение якорных подшипников;

у полюсов — снижение сопротивления и пробой изоляции, замыкание витков и слоев катушек, ослабление крепления катушек и сердечников, обрыв полюсных болтов;

у щеткодержателей — перекрытия на корпус, пробой изоляции кронштейнов, ослабление запрессовки пальцев, повреждение изоляторов, излом пружин и обрыв болтов;

у остовов двигателей — трещины корпуса, подшипниковых щитов и букс, ослабление посадок.

Основные неисправности вспомогательных машин — замыкания, обрыв витков и пробой изоляции обмотки якоря, повреждения подшипников, коллектора и круговой огонь.

При работе машин происходит износ щеток и гнезд в корпусах щеткодержателей, износ коллектора, якорных и моторно-осевых подшипников, сопряженных поверхностей букс и остова.

Неисправности тяговых электрических машин составляют около 25% их общего числа у электровозов и электропоездов, а расходы на ремонт машин достигают 40% стоимости ремонта электрического подвижного состава. Основная неисправность машин — снижение электрической прочности и пробой изоляции из-за термического старения, механических повреждений и износа, увлажнения и ионизации. С неисправной изоляцией поступает на заводы до 70% общего числа ремонтируемых электрических машин, а затраты на ее восстановление составляют 35—80% общей стоимости изоляции.

Вероятность появления неисправностей электрических машин может быть представлена кривой частоты выхода их из эксплуатации в зависимости от срока службы или пробега.

В процессе эксплуатации при хорошо поставленном учете неисправностей и повреждений может быть получена объективная, достоверная и полная информация о надежности и долговечности машин и их частей. Анализ информации позволяет: правильно организовать обслуживание машин и их эксплуатацию; уточнить техническую документацию по ремонту; правильно планировать ремонт машин и изготовление запасных частей; совершенствовать слабые элементы и узлы, осуществляя конструктивные и технологические улучшения при ремонте и создании новых машин.

Для обработки материалов первичного учета используют методы математической статистики; при этом следует иметь большое число значений наработки и четко разграничить детали и узлы на восстанавливаемые и невосстанавливаемые, которые нецелесообразно ремонтировать.

§ 50. Система текущего содержания и ремонта

Деповской ремонт. Регламентированная Правилами МПС система текущего содержания и ремонта тяговых двигателей и вспомогательных машин электроподвижного состава предусматривает: обеспечение нормальных условий работы, предупреждение и устранение неисправностей локомотивными бригадами; технический осмотр на подвижном составе, выполняемый комплексными бригадами; осмотр и проверку с устранением неисправностей в объеме периодического ремонта; деповской ремонт со снятием с подвижного состава при подъемочном ремонте электровозов и моторных вагонов электропоездов; заводской ремонт 1-го объема без смены и 2-го объема со сменой изоляции обмоток. Пробеги машин между ремонтами могут отклоняться от установленных норм на величину $\pm 20\%$.

Электрические машины после пробега 300 тыс. км проходят деповской ремонт, цель которого: поддержание электрической прочности, влагостойкости и других свойств изоляции; осмотр и ремонт узлов и деталей с доведением размеров до норм; устранение неисправностей, не требующих заводского ремонта. До разборки машин измеряют: сопротивление изоляции мегомметром, радиальные зазоры в подшипниках и осевой разбег якоря, расстояния между якорем и полюсами, диаметры моторно-осевых горловин и зазоры при затянутых болтах между посадочными поверхностями букс и остова.

При ремонте: проверяют электрическую часть остова, межкатушечные соединения и выводные провода, крепление полюсных сердечников и посадку

катушек; полюсные катушки пропитывают в остовах и покрывают лаком или эмалью; ремонтируют корпус, шапки, крышки, люки и другие детали остова; якорь освидетельствуют; пропитывают обмотку без снятия бандажей или клиньев и покрывают лаком; обтачивают, продороживают и шлифуют коллектор; осматривают и проверяют моторно-якорные подшипники и щеткодержатели. После осмотра, проверки и ремонта узлов и деталей машину собирают, испытывают и окрашивают.

Заводской ремонт 1-го объема. После пробега 600 тыс. км электрические машины проходят заводской ремонт 1-го объема, имеющий целью улучшение состояния изоляции обмоток, а также оздоровление узлов и деталей, обеспечивающее надежную работу. После разборки машины снимают и ремонтируют полюсные катушки с заменой покровной изоляции и неисправных выводных проводов, компаундированием и покрытием лаком. Остов машины ремонтируют при необходимости с заваркой трещин, наплавкой и растачиванием горловин для подшипниковых щитов и моторно-осевых подшипников, исправляют резьбу в отверстиях.

Заменяют или ремонтируют буксы моторно-осевых подшипников, подшипниковые щиты, коллекторные люки, масленки, щитки, сетки, вентиляционные кожуха, крепежные детали и полюсные сердечники.

Якорь ремонтируют с заменой неисправных валов, втулок, роликовых и маслоотбойных колец, вентилятора и других деталей, не вызывающих замены обмотки. Якорные бандажи и клинья заменяют при неисправностях или в связи с ремонтом других узлов. Обмотку якоря дважды пропитывают в термореактивном лаке, причем первый раз — вакуумно-нагнетательным способом. Коллектор протачивают, продороживают и шлифуют. Якорь динамически балансируют.

Подшипники качения ремонтируют при необходимости с перекомплектовкой, не пригодные к ремонту — заменяют. Подшипники скольжения ремонтируют со сменой заливки. Щеткодержатели разбирают и ремонтируют с заменой неисправных деталей. После ремонта и сборки машину испытывают на стенде и окрашивают.

Заводской ремонт 2-го объема. После пробега не менее 1 200 тыс. км у электровозов и 1 800 тыс. км у электропоездов электрические машины проходят заводской ремонт 2-го объема, имеющий целью восстановление деталей и узлов с заменой основной электрической изоляции якоря и полюсных катушек. Устранение износа, ремонт и замену частей проводят так, чтобы обеспечить надежную работу машин по основным узлам до следующего заводского ремонта.

Полюсные катушки ремонтируют с заменой корпусной, проверкой межслойной и витковой изоляции, перепайкой и заменой выводных проводов, двукратным компаундированием и покрытием лаком БТ-99.

Обмотку якоря тягового двигателя ремонтируют с заменой изоляции и использованием меди. Коллектор ремонтируют со снятием меди, заменяя негодную изоляцию и коллекторные пластины. Ремонтируют при необходимости с разборкой сердечник якоря, заменяют неисправные обмоткодержатели, коробку и листы стали. Восстанавливают изоляцию лобовых частей якоря и подбандажную.

Якоря после укладки обмоток дважды пропитывают в термореактивном лаке ФЛ-98, при этом первая пропитка якорей тяговых двигателей должна быть вакуумно-нагнетательной; якоря делителей напряжения с двойной обмоткой проходят трехкратную пропитку. Устанавливают новые якорные подшипники тяговых двигателей.

Содержание и объем ремонта узлов и деталей уточняют по их состоянию, руководствуясь чертежами, нормами допускаемых износов и правилами ремонта. Выпускаемые из ремонта машины комплектуют, как правило, из якорей и остовов одного вида ремонта.

Ориентировочная трудоемкость ремонта тяговых двигателей заводского ремонта 1-го объема 1 400—2 500 чел-ч, 2-го объема 3 100—5 000 чел-ч.

§ 51. Подготовка электрических машин к ремонту

Предварительная очистка и разборка машин. Для очистки машин от загрязнений снаружи их до разборки обмывают нагретой до 80°C водой под давлением около 4 ат. Для защиты от влаги внутренних частей закрывают люки, на отверстия ставят заглушки и подают внутрь машины воздух давлением около 5 ат. Установка для предварительной наружной очистки машин (рис. 133) состоит из камеры, основания с баком для воды и паронагревателем, насоса 30—50 м³/ч с электродвигателем 10 квт. Подготовленную машину подают краном в камеру сверху, подвешивают ее на раме, закрывают отверстие в потолке и включают душирующее устройство. Устройство, вращаясь со скоростью 0,3 об/мин, обмывает машину струями воды, выходящими из сопел; вода стекает через фильтр в бак.

Машины при разборке очищают от загрязнений и обдувают струей сухого сжатого воздуха давлением 3 ат на установке для обдувки электрических машин с вытяжной вентиляцией и фильтром для очистки воздуха (рис. 134). Машины и их части поступают в камеру на тележке с электрическим приводом, педальным управлением и столом, вращающимся со скоростью 2 об/мин. Пропускная способность установки четыре машины в час.

Тяговые двигатели разбирают, пользуясь мостовым краном грузоподъемностью 10 т. При горизонтальном положении двигателя удаляют буксы, люки, сетки, заглушки, коробки выводов, щетки и другие детали. Установив двигатель коллектором вверх, при односторонней передаче удаляют крышку подшипника, стопорное кольцо и шайбу; при двухсторонней передаче электроиндукционным съемником удаляют лабиринтовое кольцо и крышку подшипника.

Установив двигатель коллектором вниз,

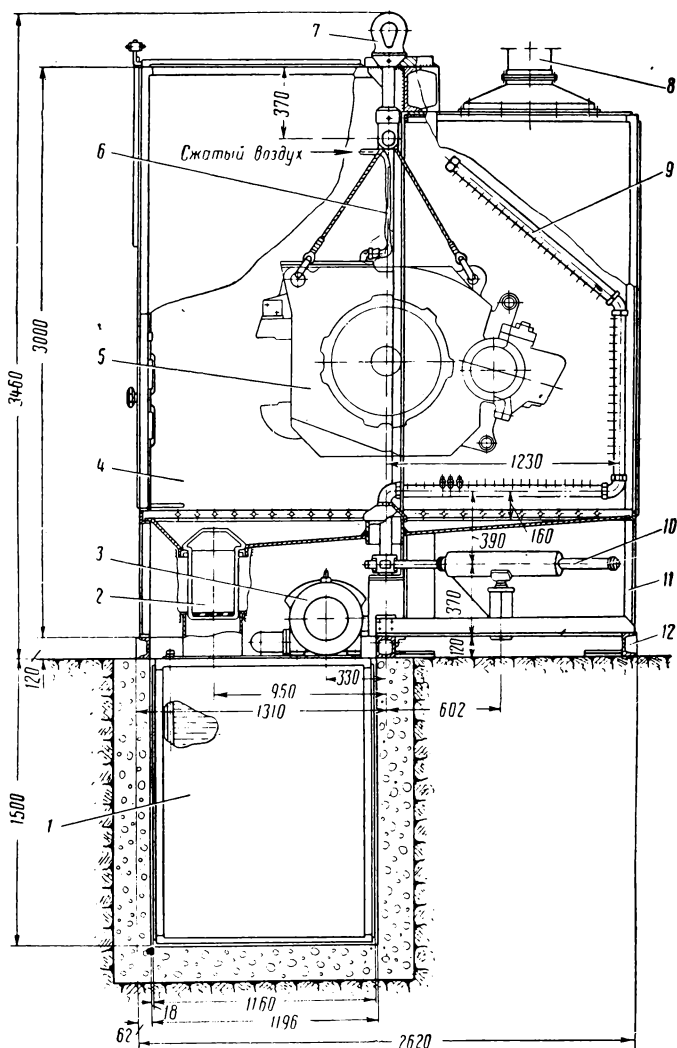


Рис. 133. Установка для предварительной наружной очистки машин до разборки:

1 — бак с горячей водой; 2 — фильтр; 3 — электродвигатель с насосом; 4 — камера; 5 — очищаемый двигатель; 6 — шланг для сжатого воздуха; 7 — приспособление для подвески машины; 8 — вытяжная вентиляция; 9 — душевая система; 10 — пневматический привод; 11 — каркас установки; 12 — рама

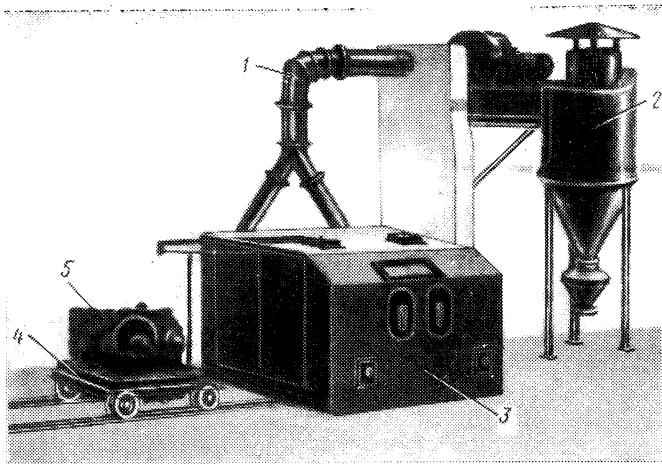


Рис. 134. Установка для обдувки электрических машин:
1—вытяжная вентиляция; 2—фильтр для очистки воздуха; 3—обдувочная камера; 4—тележка; 5—транспортируемый двигатель

отвертывают болты и выпрессовывают гидравлическими домкратами подшипниковый щит со стороны противоположной коллектору; накрутив на вал рым с канатом, вынимают якорь. При горизонтальном положении остова выпрессовывают подшипниковый щит со стороны коллектора, отсоединяют провода, удаляют щеткодержатели, заливают полюсных болтов и стопорные сухари, разъединяют межкатушечные соединения. При вертикальном положении остова большой горловиной вверх, отвернув

болты, удаляют катушки с сердечниками. Повышения производительности при разборке двигателей достигают применением стенов и конвейеров.

Стенд для разборки тяговых двигателей (рис. 135) состоит из рамы, задней бабки с гидравлическим прижимом и передней бабки с редуктором. Двигатель устанавливают краном горловинами моторно-осевых подшипников на опоры передней бабки, включают прижим и зажимают между носиками траверсы усилием 750 кг. Посредством электродвигателя (1,7 кВт) и редуктора двигатель поворачивают на любой угол со скоростью 2,2 об/мин.

Конвейер, используемый при разборке тяговых двигателей (рис. 136), состоит из рамы и опорной балки, четырех поворотных столов, тележек, гидравлических цилиндров, предохранительных устройств и аппаратуры управления. Конвейер укомплектован станком для отвертывания полюсных болтов, поворотными кран-балками, пневматическими гайковертами, электроиндукционными съемниками и рольгангом для транспортировки полюсов.

Двигатель устанавливают краном на позицию I горизонтально и проводят те же работы, что и при ручной разборке. Перекаптовывая двигатель на позицию II коллектором вниз, удаляют подшипниковый щит и якорь. Перекаптовывая остова через холостую позицию III на стол позиции IV и установив его вертикально, выпрессовывают малый подшипниковый щит, удаляют щеткодержатели и полюсные катушки с сердечниками. Конвейер с гидравлическим приводом имеет электродвигатель мощностью 10 кВт для насоса 70 л/мин при 65 кг/см².

Сердечники из полюсных катушек и якорные подшипники из щитов удаляют на прессе. При распрессовке подшипников усилие передают на кольцо, а не на ролики, чтобы не произошел излом или трещина бурта.

Машины разбирают аналогично тяговым двигателям. У мотор-генераторов с разъемным остовом отвертывают болты, разъединяют провода, снимают верхнюю половину остова и удаляют якорь вместе с подшипниковыми щитами. Делители напряжения (динамоторы) и мотор-вентиляторы с генераторами управления устанавливают горизонтально, снимают щеткодержатели, остова генератора, спрессовывают якорь генератора, удаляют с противоположной стороны подшипниковый щит и при вертикальном положении машины вынимают якорь. Для разборки вспомогательных электрических машин применяют станки (рис. 137), которые могут быть использованы также для их сборки и ремонта.

Очистка узлов и деталей. Части двигателей из черных металлов, не имеющие деталей из алюминиевых сплавов, изоляции и резины, промывают в моеч-

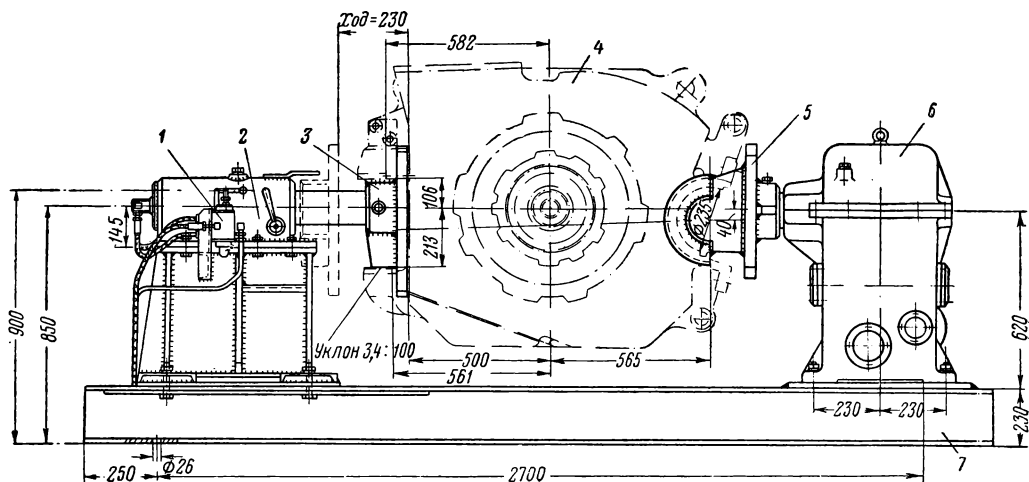


Рис. 135. Стенд для разборки тяговых двигателей:

1 — реверсивный переключатель; 2 — гидравлический цилиндр; 3 — опора тягового двигателя со стороны траверсы; 4 — тяговый двигатель; 5 — опора со стороны моторно-осевых горловин; 6 — редуктор поворота тягового двигателя; 7 — рама основания

ной машине. Остов двигателя, подшипниковые щиты, буксы и другие детали, уложенные в ящики из металлических прутьев, загружают краном на стол камеры, поворачивают его со скоростью $3,5 \text{ об/мин}$ и промывают детали моющим раствором, затем горячей водой под давлением 9 м вод. ст. Моющий раствор содержит в воде 5—10% каустической соды или 2—3% пасты, состоящей из 25% петролатума, 30% каустической соды и 45% жировых отходов.

Моющая машина производительностью два остова или комплекта деталей в час укомплектована баками для раствора и воды, фильтром, трубчатыми теплообменниками, насосной установкой и вытяжной вентиляцией.

Для очистки металлических деталей применяют гидроабразивные установки, работающие по принципу пульверизатора или эжектора. Сжатый воздух из форсунки попадает в смесительную камеру, создает в ней и в трубе разрежение, вследствие которого засасывается из бака гидроабразивная суспензия и, смешиваясь с воздухом, образует струю, которая выбрасывается че-

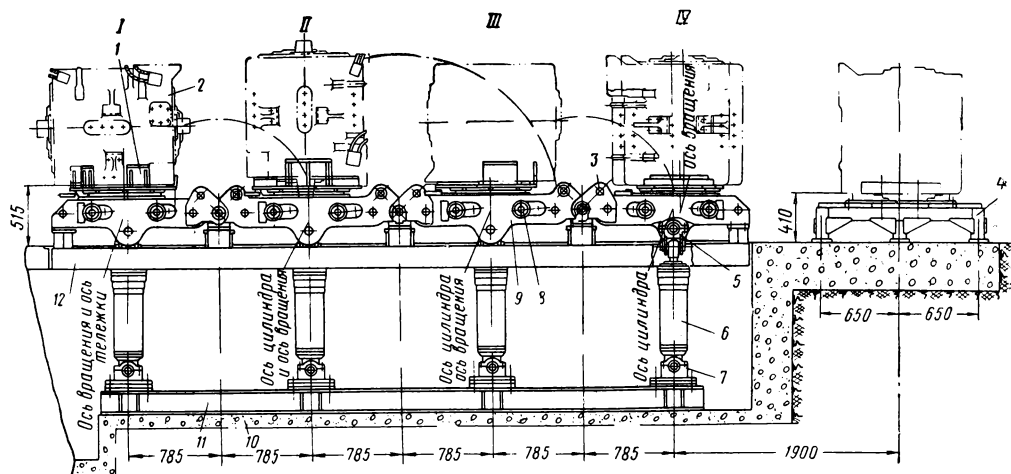


Рис. 136. Конвейер для кантовки и перестановки тяговых двигателей при разборке:

1 — опорная площадка; 2 — тяговый двигатель; 3 — предохранительное устройство; 4 — неподвижный стол; 5 — поворотные столы; 6 — силовой цилиндр; 7 — подшипник; 8 — тележка; 9 — средний стол; 10 — фундамент; 11 — опорная балка; 12 — рама конвейера

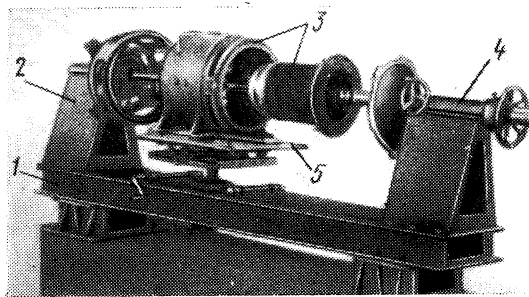


Рис. 137. Станок для разборки и сборки вспомогательных электрических машин.

1 — станина; 2 — передняя бабка; 3 — разбираемая машина; 4 — задняя бабка; 5 — стол

рез сопло на очищаемую поверхность. Для защиты от коррозии очищенные детали промывают в 1,5%-ном нагретом до 80° С растворе нитрита с добавлением 1% кальцинированной соды.

Сильно загрязненные металлические детали очищают песком или дробью при давлении воздуха до 6 ат. Технология очистки металлическим песком и дробью аналогична очистке кварцевым песком, но при этом сокращаются профессиональные заболевания, расход песка снижается в 35—80 раз и не требуется устройств для его

сушки. Установка для полуавтоматической сталеструйной очистки представляет собой камеру, покрытую внутри листами резины, с вентиляционной системой для удаления загрязненного воздуха через диффузоры и циклон.

Стальная дробь с воздухом из однокамерного, нагнетательного сталеструйного аппарата на очищаемые поверхности поступает под давлением через два керамических сопла. Отработанная дробь ссыпается вниз камеры и попадает через шнек и элеватор в сепаратор, а оттуда через отсеки сталеструйного аппарата в бункер и снова на изделие. При возвратно-поступательном движении по вертикали одно из сопел очищает внутреннюю, а другое — наружную поверхность вращающегося остова. Невозвратимый расход дробы составляет 4,5—6,5 кг/ч; производительность аппарата 12 м²/ч или один остов двигателя за 20 мин. Установка позволяет очищать изделия со стороной 1,8 м, весом до 2 т.

Для очистки якорных подшипников тяговых двигателей применяют автоматизированные установки. Подшипники, перемещаясь с одной позиции на другую, вращаются вокруг своей оси на поворотных опорах. В это время их промывают сначала струей водного раствора консистентной смазки с добавлением каустической соды, затем горячей водой и сушат. При длительном ожидании ремонта подшипники для защиты от коррозии покрывают смазкой УТВ (1-13).

Якорь, кронштейны щеткодержателей, полюсные катушки очищают, применяя для металлических частей, соединенных с изоляцией, скребки, ерши и проволочные щетки. Особое внимание уделяют поверхности сердечника и вентиляционным каналам якоря, загрязнение которых ухудшает теплоотдачу.

Поверхность изоляции якоря и катушек протирают концами, увлажненными растворителем. Ручная очистка изоляции трудоемка, не обеспечивает качества и огнеопасна в случае применения бензина. Более рациональна промывка в закрытых камерах нагретой до 80° С смесью из 25% растворителя в воде, подаваемой насосом под давлением на очищаемую поверхность, а также очистка изоляции в конденсирующихся парах растворителей.

§ 52. Ремонт остова, букс и подшипниковых щитов

При осмотре остова выявляют трещины и отмечают их краской. Трещины в камерах букс обнаруживают, проверяя их на непроницаемость керосином. Пользуясь мерительным инструментом у остова, проверяют расточку под моторно-осевые подшипники и подшипниковые щиты, пазы для букс, торцы для подшипниковых щитов, бурты для вкладышей моторно-осевых подшипников, приливы для крепления букс, опорные кронштейны и их пластины, проходные

отверстия и резьбы. Размеры a пазов у остова и выступов у букс проверяют приспособлениями (рис. 138).

Диаметры, конусность и овальность расточек для моторно-осевых подшипников и щитов проверяют с привернутыми буксами, при этом между привалочными поверхностями остова и букс устанавливают технологические прокладки толщиной 0,25 мм.

Во время подготовки под электросварку трещин их начало и конец зашлифовывают $\varnothing 8-10$ мм и вырубает пневматическим молотком по всей длине распространения. При толщине металла в местах образования трещин до 15 мм применяют V-образное, при большей толщине Х-образное соединение с углом скоса кромок 60° . При появлении жировых веществ разделку трещин промывают 20%-ным раствором каустической соды. В местах расточки остовов для моторно-осевых подшипников стенки толщиной менее 4 мм вырубает и подгоняют заплату с припуском по толщине для расточки (рис. 139). Заплата внутри остова должна иметь ровную поверхность для прилегания полюсной катушки.

Трещины заваривают постоянным током, при обратной полярности электродами УОНИ-13/55 диаметром 4—5 мм, используя сварочный преобразователь типа ПС-300М.

Если механическая обработка с соблюдением ремонтных размеров невозможна, то изношенные поверхности восстанавливают электронаплавкой горловин остова для моторно-осевых подшипников, верх-

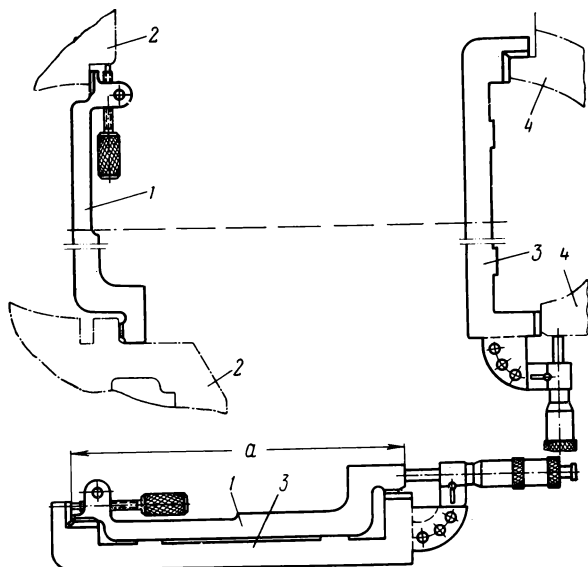


Рис. 138. Приспособления для определения размеров a пазов у остова и выступов у букс:

1 — скоба для остова; 2 — остов; 3 — скоба для буксы; 4 — букса

Рис. 139. Подготовка к постановке заплата в горловину для моторно-осевого подшипника:

1 — заплата; 2 — остов двигателя

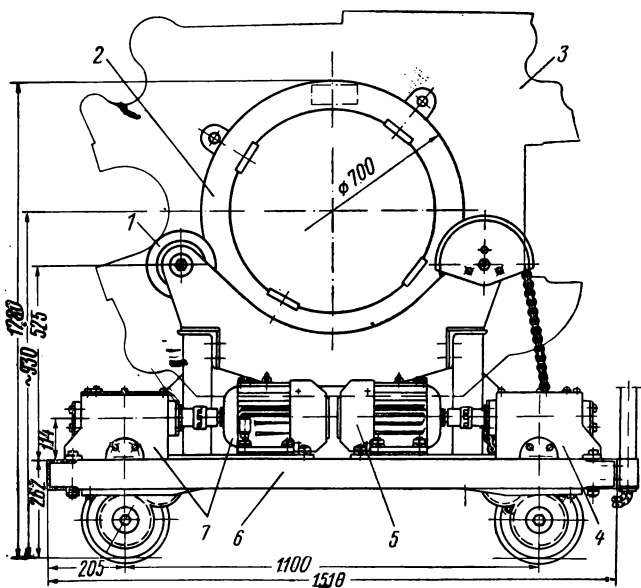
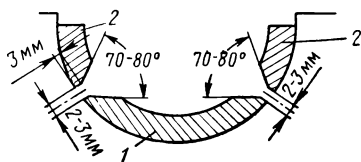


Рис. 140. Передвижной кантователь остова тягового двигателя при наплавке:

1 — роликовая опора; 2 — сменное кольцо; 3 — остов; 4 — редуктор кантователя; 5 — электродвигатель кантователя; 6 — тележка; 7 — электродвигатель и редуктор тележки

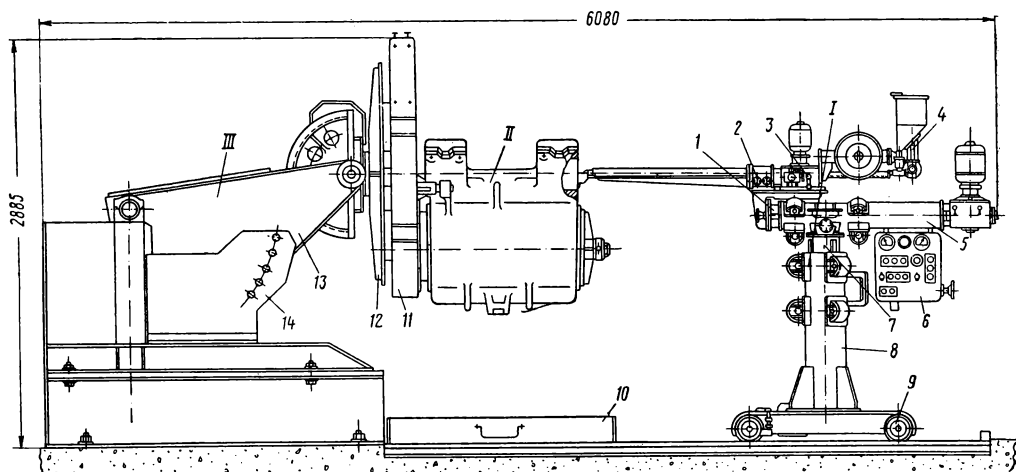


Рис. 141. Установка для наплавки под слоем флюса остовов тяговых двигателей:

1—наплавочный аппарат; 1—горизонтальная штанга с механизмом перемещения; 2—корректировочный механизм; 3—подача сварочной проволоки; 4—флюсоподающий механизм; 5—поворотная горизонтальная обойма; 6—пульт управления; 7—подвижная колонна; 8—вертикальная обойма; 9—тележка; 10—ящик для сбора флюса; 11—остов наплавляемого двигателя; 11—манипулятор; 11—планшайба для крепления остова; 12—поворотный стол с приводом; 13—тумба; 14—опорная рама со шкафом электроаппаратуры

них кронштейнов остова, букс, подшипниковых щитов и крышек. Швы накладывают сверху, поворачивая кантователем (рис. 140) остов на роликовых опорах тележки, вкатываемой в сварочную кабину.

Изношенные поверхности наплавляют электродами ОММ-5 или ЦМ-7 диаметром 5—6 мм, используя однофазные сварочные трансформаторы с регуляторами тока. Поверхности наплавляют также пучком электродов или пластинчатым электродом под слоем флюса с легирующими присадками, получая износостойкую поверхность. Отверстия с неисправной резьбой рассверливают до получения гладкой поверхности, затем наплавляют или вваривают в них втулки и нарезают резьбу. Для электросварки чугунных деталей применяют постоянный ток обратной полярности и железомедные электроды или электроды из монель-металла с обмазкой УОНИ-13/55. Трещины в чугунных деталях заваривают с V-образной разделкой.

Сварку и наплавку деталей выполняют при температуре окружающей среды не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ в кабинах с вытяжной вентиляцией и освещением, пользуясь вспомогательными устройствами, приспособлениями и шаблонами.

Для автоматической наплавки постоянным током, под слоем гранулированного флюса, моторно-осевых горловин остова и букс тягового двигателя создана установка (рис. 141), состоящая из наплавочного аппарата ТА-763 со шкафом управления, манипулятора УСМ-5000 с планшайбой и сварочного преобразователя ПС-500. Установка обеспечивает наплавку двумя электродами $\varnothing 2\text{ мм}$ при обратной полярности горловин в сборе с буксами или без них кольцевыми или продольными швами.

Для наплавки остов устанавливают вертикально на расположенную горизонтально планшайбу манипулятора и закрепляют, затем поворачивают ее с остовом на 90° в рабочее положение и наплавляют. После электросварки и наплавки остов двигателя устанавливают на продольно-строгальный станок с ходом стола 2 000 мм, проверяют и строгает плоскости моторно-осевых горловин для прилегания букс. По исправленным плоскостям остова на поперечно-строгальном станке обрабатывают буксы, проверяя посадку их в пазы остова с натягом 0,03—0,12 мм.

Остов с привернутыми буксами устанавливают на горизонтально-расточной станок, проверяют соосность поверхностей для прилегания главных полюсов и борштанги, затем растачивают горловины для подшипниковых щитов,

проверяя резцом положение торцов остова. Сместив стол расточного станка с остовом на величину централи, растачивают горловины для вкладышей моторно-осевых подшипников и торцуют их при необходимости. Параллельность расточек — размер A и расстояния до поверхности прилегания полюсов B и B измеряют приспособлениями (рис. 142).

Подшипниковые щиты заводского ремонта требуют наплавки поверхностей посадки в остова, подшипникового гнезда и лабиринтов. Щиты наплавляют электродами ОММ-5 или ЦМ-7 ручными полуавтоматами. На автоматической сварочной установке щиты наплавляют проволокой $\varnothing 4$ мм, кольцеобразными валиками шириной 10—12 мм, под слоем флюса толщиной 25—35 мм (рис. 143). Наплавку начинают от бурта подшипникового щита тягового двигателя и, наложив 5—6 валиков с шагом 7—8 мм, заканчивают с противоположной стороны у флюсоудерживающего приспособления.

После наплавки обтачивают поверхность посадки щита в остов, выдерживая тугую (Т) или глухую (Г) посадку в горловины и перпендикулярность торцов, растачивают и шлифуют гнездо для якорного подшипника (чистота $\nabla 6$, плотная посадка по системе вала — П), обрабатывают лабиринтные уплотнения. Концентричность поверхностей A и B для посадки щита в остов тягового двигателя и для посадки подшипника проверяют приспособлением (рис. 144), допуская отклонение не более 0,1 мм.

Буксы и подшипниковые щиты с тонкими буртами для крепления, а также с изломом кронштейна для кожуха зубчатой передачи заменяют вновь изготовленными из стального литья 25Л (ГОСТ 977—65). После механической обработки и взаимной пригонки остов, буксы и щиты клеймят, обозначая их комплектность. Скобы для крепления межкатушечных соединений и проводов, крышки коллекторных люков и якорных подшипников, выводные коробки, сетки, заглушки и кожух оси ремонтируют с пригонкой к остову тягового двигателя.

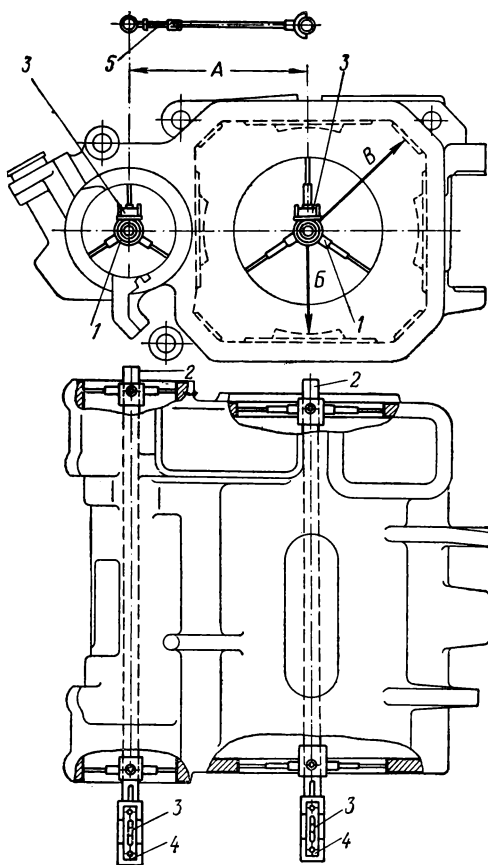


Рис. 142. Приспособления для проверки расточки остова под щиты и моторно-осевые подшипники:

1 — центрирующая звездочка; 2 — труба; 3 — микроуровень; 4 — втулка под микроуровень; 5 — микрометрический нутромер

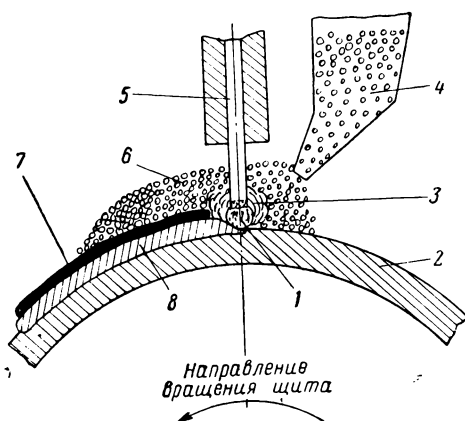


Рис. 143. Наплавка подшипникового щита под слоем флюса:

1 — сварочная дуга; 2 — подшипниковый щит; 3 — защитная оболочка сварочной дуги из расплавленного флюса; 4 — бункер с флюсом; 5 — сварочная проволока; 6 — флюс; 7 — шлаковая корка; 8 — наплавляемый валик

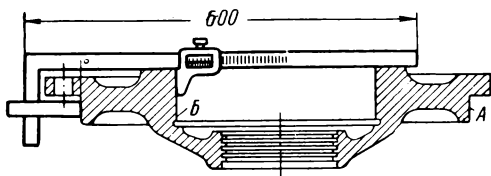


Рис. 144. Приспособление для проверки concentricности посадочных поверхностей подшипникового щита

Отремонтированный остов и детали продувают сжатым воздухом, обезжиривают, протирают насухо и окрашивают с внутренней стороны серой электроэмалью ГФ-92-ХС. Снаружи тяговые двигатели и вспомогательные машины окрашивают после сборки и испытаний.

§ 53. Ремонт обмоток, сердечников и фланцев полюсов

При деповском ремонте проверку и устранение неисправностей катушек выполняют в остове без их снятия. Целость цепей катушек, сопротивление изоляции относительно остова и между слоями проверяют мегомметром. Надежность контактных соединений и пайку выводов катушек испытывают постоянным током по схеме рис. 145.

Полюсные катушки R_x присоединяют к соответствующим зажимам последовательно с постоянным сопротивлением R_3 , замыкают выключатель P_2 и, поднимая напряжение генератора G , повышают ток до номинального значения. Покачивание соединений между катушками при плохом контакте или нарушении пайки вызывает резкое изменение показаний амперметра. О неисправностях судят также по местному чрезмерному нагреванию отдельных соединений. В дальнейшем посредством реостата R_n и потенциометром Π добиваются нулевых показаний сначала вольтметра V_1 , затем гальванометра G ; при этом пользуются выключателями P'_1, P''_1 и переключателем p , который по окончании измерений устанавливают в нейтральное положение. Реостат R_n и выключатель P'_1 предназначены для возможности испытания отдельных участков цепи и катушек различных тяговых электрических машин.

Для окончательной проверки через катушки пропускают в течение двух минут максимальный ток: двойной часовой у тяговых двигателей и равный 1,5 номинального тока у вспомогательных машин. При исправности соединений катушек сопротивление цепи резко не изменится, напряжение в диагонали моста будет отсутствовать, вольтметр и гальванометр сохраняют положение стрелки на нуле. Скрытые неисправности в соединениях катушек находят, проверяя падение напряжения по участкам при номинальном токе.

Полярность катушек проверяют магнитной стрелкой или компасом. Омическое сопротивление катушек измеряют мостом МД6 или УМВ, допуская отклонение до 10% от номинального. Пониженное сопротивление указывает на замыкание витков, увеличенное на ненадежность контактов, выплавление наконечников, обрыв или подгар жил проводов. Межкатушечные соединения с перегревом разъединяют, наконечники зачищают, лудят или перепаявают, пользуясь электроклещами и ванной с припоем. Неисправные болты, накладки, шайбы и изоляцию соединений заменяют.

Смещение и следы износа на поверхности у катушек или фланцев, дребезжание при обстукивании фланцев и угольников указывают на ослабление посадки катушек, которые уплотняют

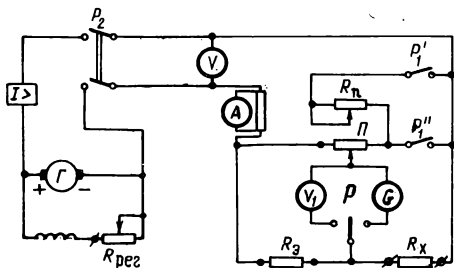


Рис. 145. Принципиальная электрическая схема для проверки пайки наконечников и контактов в межкатушечных соединениях

прокладками из пропитанного прессшпана. При нагре-
тых до 100°C катушках крепят
полусные болты, изме-
ряют штихмасом расстояния
между противоположными
сердечниками, если необхо-
димо, ставят стальные про-
кладки между сердечниками
и корпусом.

При повреждениях кор-
пусной изоляции, замыкании
или обрыве витков и вывод-
ных проводов неисправные
катушки заменяют.

После устранения неисправностей смонтированные катушки сушат в печи
и пропитывают лаком, заполняя полость остова или обливая катушки. После
стекания излишков лака обработанные поверхности остова протирают увлаж-
ненными концами и сушат катушки в печи до получения установленного со-
противления изоляции, а затем наносят на их поверхность покровный лак,
еще раз сушат и при температуре не ниже 80°C подтягивают полюсные болты.

При заводском ремонте у катушек заменяют поверхностную (ремонт 1-го
объема) или корпусную, а при необходимости и витковую изоляцию с перемот-
кой меди (ремонт 2-го объема). Проверив у катушек полярность, омическое
сопротивление и электрическую прочность изоляции между слоями, испыты-
вают витковую изоляцию. Замыкания у катушек с малым числом витков обна-
руживают при помощи трансформаторов нормальной и повышенной частоты
(рис. 146); при замыкании витков катушки K в цепях, включенных по схеме a ,
увеличивается ток холостого хода первичной обмотки трансформатора; в це-
пях по схеме b нарушается симметрия магнитного потока; более точные резуль-
таты дает включение по схеме $в$, основанной на явлении двойной трансформа-
ции, при котором почти полностью устранено влияние емкостных связей между
витками. При замыкании одного витка или неполных замыканиях с увеличе-
нием числа витков указанные способы испытания теряют чувствительность,
так как снижается испытательное напряжение между витками катушки.

Для испытания импульсным методом витковой изоляции катушек L_1 и L_2
с малым числом витков их присоединяют к выводу импульсного генератора и
индикатору установки ИУ-57 (рис. 147). Катушки и конденсаторы C делителей
напряжения установки образуют мост, в диагональ которого включен инди-
катор. При витковом замыкании в одной из катушек нарушается равен-
ство индуктивностей и между выводами K_2 и K_4 возникает разность потенциалов,
отклоняющая луч индикатора. Для много-
витковых катушек вспомогательных ма-
шин этот метод также непригоден, так
как вследствие емкостной несимметрии
катушек между выводами K_2 и K_4 всегда
есть разность потенциалов.

Требуемое межвитковое напряжение у
многовитковых катушек получают за счет
высокой частоты (рис. 148). Катушка L_1 ,
являющаяся первичной обмоткой транс-
форматора, и испытуемая катушка L_2 ,
являющаяся его вторичной обмоткой,
имеют общий магнитопровод \mathcal{J}_1 . Испы-
тательное напряжение на катушке L_2 :

$$U_2 = U_1 \frac{n_2}{n_1},$$

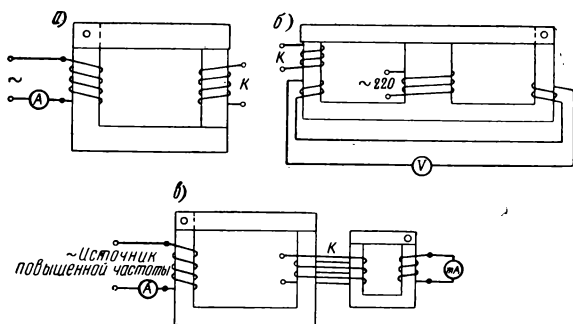


Рис. 146. Схемы трансформаторов для проверки
межвитковой изоляции полюсных катушек

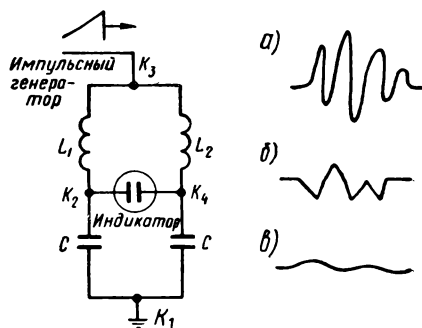


Рис. 147. Принципиальная электри-
ческая схема испытания витковой
изоляции полюсных катушек:

a — изображение на экране при замыкании
витков в катушке L_1 ; $б$ — то же при замы-
кании в катушке L_2 ; $в$ — обе катушки за-
мыканий не имеют

где U_1 — напряжение на катушке L_1 ;
 n_1 — число витков катушки L_1 ;
 n_2 — число витков катушки L_2 .

Для получения испытательного напряжения при ограниченном магнитном потоке увеличивают в контуре L_1C_1 частоту собственных колебаний

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}} \approx 50 \text{ кГц.}$$

Напряжение в виде затухающего высокочастотного колебания возникает в момент прохождения напряжения частотой 50 гц через максимум. Испытуемую катушку L_2 закладывают в сердечник цепи возбуждения, съемную часть основного магнитопровода и магнитопровод индикаторной цепи замыкают, концы катушки присоединяют к измерительной цепи, включают разрядник P , вращающийся со скоростью 1 500 об/мин. При этом подается накал на кенотрон K_1 и напряжение от трансформатора Tr на катушку L_1 . Ток катушки L_1 создает в сердечнике $Ж_1$ магнитный поток, который индуцирует напряжение в катушке L_2 .

Испытательное напряжение получают, регулируя сопротивлением R ток трансформатора Tr . Если в катушке нет замкнутых витков, то в индикаторной магнитной цепи поток отсутствует; при пробое витковой изоляции образуется магнитный поток в цепи $Ж_2$, электродвижущая сила в индикаторной катушке $K_и$ и загорается лампа $СЛ$.

При отсутствии замыканий у катушек во время заводского ремонта 1-го объема удаляют поверхностную изоляцию, заменяют неисправные провода и наконечники, перепаивая их припоем ПМФ. Для катушек с изоляцией классов А и В применяют одножильный провод ПМУ (ГОСТ 6598—53) на номинальное напряжение 4 000 в, для катушек с кремнийорганической изоляцией провод РКГМ. Головки катушек заделывают электроизоляционной замазкой, укладывают изоляцию с промазкой клеящим лаком и с заходом ее на оставшуюся корпусную изоляцию. При заниженной толщине катушек под покровную изоляцию ставят прокладки из пропитанного прессшпана или миканита и прессуют катушки с охлаждением на прессе в приспособлениях (рис. 149).

Для повышения электрической прочности, водостойкости и монолитности катушки с изоляцией классов А и В пропитывают компаундом 225-Д, катушки с изоляцией класса Н — компаундом К-43 или лаком К-58, смешанным с раствором эпоксидной смолы ЭД-6. Перед компаундированием для предупреждения порчи резиновой изоляции провода покрывают касторовым маслом, катушки обматывают лентой, чтобы после пропитки вместе с ней удалить излишки компаунда.

При отсутствии установок для компаундирования катушки в зависимости от изоляции пропитывают лаком 447, ФЛ-98, К-58 или ЭФ-ЗБСУ. Для создания защитного поверхностного слоя после пропитки катушки покрывают лаком ГФ-95 или эмалью ПКЭ-14 и сушат. При серийном производстве покрытие и сушку катушек выполняют на полуавтоматических конвейерных линиях с про-

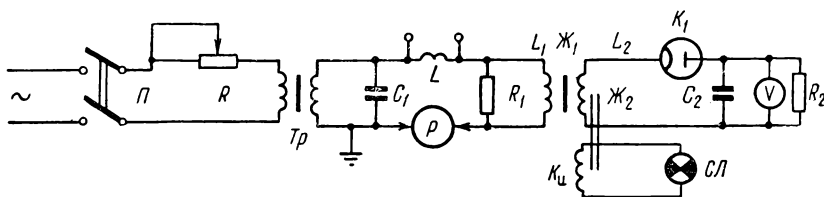


Рис. 148. Принципиальная электрическая схема высокочастотной установки для проверки полюсных катушек:

Π — рубильник; R — реостат регулировочный; Tr — трансформатор питающий; C_1 — емкость колебательного контура; P — разрядник вращающийся; L — катушка дроссельная; R_1 — сопротивление блокировочное; L_1 — катушка индуктирующая; $Ж_1$ — магнитная цепь возбуждения; $Ж_2$ — магнитная цепь индикатора; L_2 — катушка испытуемая; K_1 — кенотрон; C_2 — емкость измерительной цепи; V — вольтметр; R_2 — сопротивление утечки; $K_и$ — катушка индукторная; $СЛ$ — лампа сигнальная

пускной способностью 40 катушек в час. Отремонтированные катушки должны иметь сквозную пропитку, монолитную и плотную без пустот, твердую изоляцию и не липкую поверхность.

Катушки с повреждением межслойной, витковой или корпусной изоляции ремонтируют с заменой изоляции, а при необходимости с перемоткой меди и заменой обмоточного провода (заводской ремонт 2-го объема). При таком ремонте катушек удаляют корпусную изоляцию и замазку, выявляют замыкания, выжиги и обрывы меди, проверяют крепление выводных скоб, патронов и проводов. Катушки из голой шинной меди, намотанной плашмя, с повреждением шин или витковой изоляции отжигают для использования меди. В печи светлого отжига катушки сначала помещают в воду, затем на 1,5—2 ч под разогретый до 500—750° С колпак с электронагревателем 60 кВт. Образованию окалины препятствует водяной пар, размягчающий изоляцию. После отжига катушки погружают в воду и удаляют изоляцию. Поврежденные места у медных шин вырезают, а шины наращивают, допуская до четырех паяк, припоем ПМФ при помощи угольных электродов и трансформатора мощностью 25 кВА.

Катушки главных полюсов тяговых двигателей из шинной меди, укладываемой плашмя, наматывают на станках типов ТТ-24 и ТТ-20 с применением оправок-шаблонов, приспособлений для перехода меди из слоя в слой и устройств для пайки, приклепывания скоб и патронов. Одновременно с намоткой шин укладывают и промазывают лаком витковую изоляцию из электролита или асбестовой бумаги, пропитанной в глицеральном лаке. После приклепывания или пайки скоб выравнивают слои и заполняют скосы и неровности замазкой из лака Бт-99 — 25%, пушеного асбеста — 13% и маршалита — 62%.

При кремнийорганической изоляции замазку составляют из эмали ПКЭ-19 с сиккативом № 63—33%, асбестового волокна — 17% и пылевидного кварца КП1-2 или маршалита — 50%. Сначала катушки изолируют асбестовой лентой вразбежку, затем, включая выводы, бандажируют киперной лентой в полуперекрышу, сушат замазку и компаундируют, при температуре 50° С удаляют киперную ленту, прессуют, проверяют шаблоном размеры и испытывают витковую изоляцию.

Впадины на поверхности выравнивают замазкой, сушат ее на воздухе, затем изолируют катушки электровозных двигателей шестью-семью слоями миканитовой ленты ЛФЧ-ББ или пятью слоями стекломиканитовой ленты ЛФК-ТТ у двигателей НБ-412М. Корпусную изоляцию полюсных катушек тяговых двигателей электропоездов выполняют четырьмя-пятью слоями липкой стеклоэскапоновой ленты ЛСЭЛ в полуперекрышу. На провода ставят защитные полотняные колпачки, стягивают катушку киперной или стеклянной лентой. При необходимости для получения размеров катушки по толщине ставят мика-

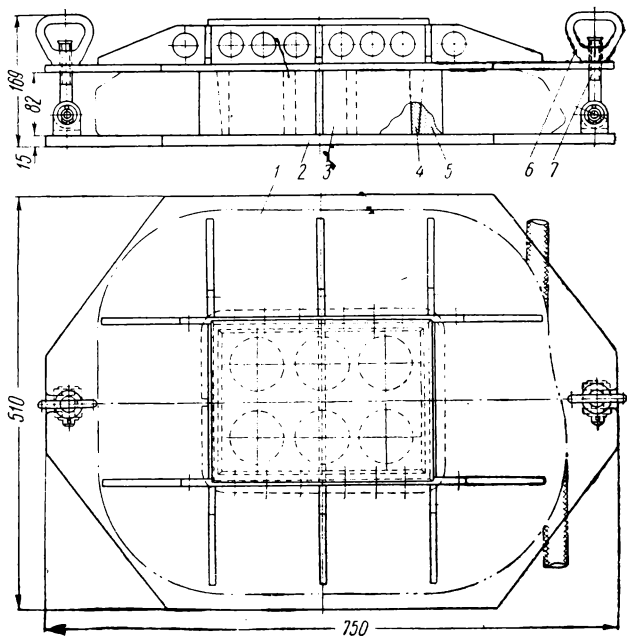


Рис. 149. Приспособление для опрессовки катушек главных полюсов тяговых двигателей:

1, 2 — накладки; 3, 5 — секторы; 4 — клин; 6 — барашек; 7 — болт откидной

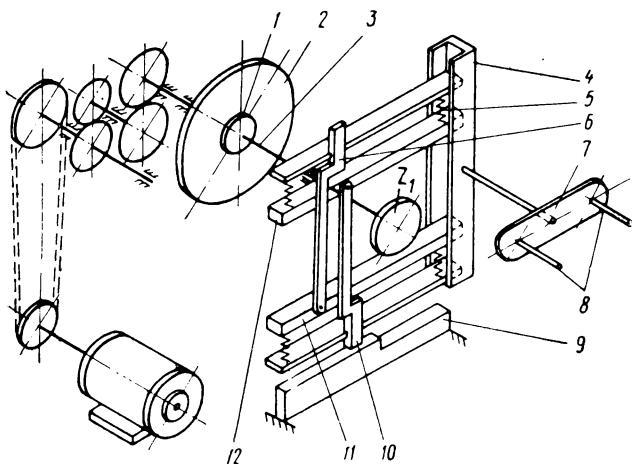


Рис. 150. Схема станка для намотки катушек электрических машин шинной медью на ребро.

1 — фланец; 2 — планшайба; 3 — шпindelъ; 4 — головка; 5 — пружина; 6, 10 — клинья; 7 — шаблон; 8 — поддерживающие штыри; 9 — планка; 11, 12 — рейки; Z₁ — зубчатое колесо

нитовые прокладки. Поверхностную изоляцию катушек выполняют в полуперекрышу лентой хлопчатобумажной лакоткани (класс А), микалентой ЛФЧ-ББ, стеклоэскапоновой лентой ЛСЭЛ-0,17 (класс В) или стеклянной лентой ЛСС ФК (класс Н). Забандажировав киперной лентой в $\frac{1}{4}$ перекрыши, катушки сушат и вторично компаундируют, как и при заводском ремонте 1-го объема.

Катушки с корпусной изоляцией стеклоэскапоновой лентой ЛСЭЛ-1 вместо компаундирования подвергают гидравлическому обжатию после суточной выдержки на воздухе.

После вторичного компаундирования удаляют киперную ленту, прессуют катушки, проверяют шаблоном их размеры, испытывают межслойную и витковую изоляцию, покрывают лаком и сушат. Корпусную изоляцию испытывают у 10% одновременно ремонтируемых катушек; для испытания катушку засыпают стальной дробью и на одну минуту прикладывают между медью и дробью напряжение 12 кВ, при неудовлетворительных результатах испытывают всю партию катушек.

Катушки добавочных полюсов из шинной меди МГМ, намотанной на ребро, ремонтируют, сохраняя их форму и размеры. Вновь изготавливаемые катушки наматывают на станках, обеспечивающих движение головки с шаблоном при автоматическом переходе с поступательного на вращательное движение и обратно. По мере намотки катушки витки сходят с оправки на поддерживающие штыри.

Станок Новочеркасского электровозостроительного завода (рис. 150) позволяет наматывать на ребро катушки с наибольшим размером 600×150 мм при сечении меди 5×45 мм²; планшайба станка совершает 10 об/мин, а оправка 4,5—5,5 об/мин. Габариты станка $2 \times 2,4 \times 1,5$ м, вес 3 200 кг.

После намотки меди катушки погружают на 2—3 мин в лак 447 вязкостью 21—27 сек по вискозиметру ВЗ-4 при 20° С или в лак Гф-95, вынимают из ванны и дают стечь излишкам лака. Подвесив медь катушки на стойку, растягивают ее гармошкой и укладывают между витками пропитанные лаком Гф-95 или К-58 штампованные прокладки из асбестовой бумаги или электронита с перекрышей 5 мм на стыках так, чтобы они выступали по периметру на 1—2 мм с обеих сторон. Для получения размеров по высоте катушки укладывают дополнительные прокладки.

После проверки на отсутствие витковых замыканий, качества пайки кабельных наконечников и кабелей изолируют выводные скобы, выравнивают неровности замазкой, бандажируют лобовую часть, ставят защитный бандаж на кабели и пропитывают катушки с кремнийорганической изоляцией в лаке К-58, смешанном с раствором эпоксидной смолы ЭД-6. Связав катушку лентой, ее скрепляют струбцинами и запекают в печи 4 ч при 120—140° С, затем 6—8 ч при 180—200° С. Проверив габаритные размеры, испытывают витковую изоляцию, измеряют омическое сопротивление катушки. Дальнейший ремонт, компаундирование или гидростатическое обжатие и испытание катушек добавочных полюсов выполняют так же, как и катушек главных полюсов.

Катушки вспомогательных машин из обмоточного провода (ПБД, ПЭЛБО) с пересохшей изоляцией при наличии обрывов, межслойных и витковых замыканий заменяют вновь изготовленными, если неисправности нельзя устранить наращиванием крайних витков. Катушки из обмоточного провода с хлопчатобумажной, капроновой и другой изоляцией изготавливают на намоточных станках со счетчиком числа витков, применяя оправки, шаблоны, электрический паяльник и деревянные клинообразные подбойки. При намотке промазывают слои клеящим лаком, после намотки катушки сушат на шаблоне, изолируют четырьмя—шестью слоями стеклоскапоновой лакоткани ЛСЭ-0,17, пропитывают, проверяют размеры, омическое сопротивление и электрическую прочность витковой и корпусной изоляции.

Сердечники главных полюсов тяговых двигателей собирают из штамповок листовой стали, в отверстия которых после прессования давлением $60—75 \text{ кГ/см}^2$ ставят заклепки, расклепывая их в заклепочниках крайних толстых боковых листов. В отверстия посередине листов запрессовывают стержень с резьбой для крепления полюса болтами к остову. У главных полюсов вспомогательных машин нарезку для крепления полюса к остову выполняют в комплекте спрессованных листов.

Сердечники должны быть прочно спрессованы и склепаны, не иметь расслоения и искривления листов, выступов, заусенцев и острых углов, а размеры их, особенно по высоте, соответствовать чертежу. Стержни полюсов со срывом ниток или износом резьбы заменяют. Поврежденную и изношенную резьбу в пакете листов при отсутствии причин, требующих перепрессовки сердечника, высверливают, нарезают увеличенную резьбу и ввертывают втулки с номинальной резьбой. При ослаблении листов и заклепок сердечник прессуют, головки заклепок расклепывают или приваривают электросваркой.

При уменьшении размеров, наличии отломанных частей и трещин, замыкании листов, глубоких вмятинах, искривлении и расслоении листов сердечник разбирают и заменяют негодные детали. Листы сердечника с отверстиями для заклепок и стержня вырубает на комбинированных штампах из листовой стали $1,5—2 \text{ мм}$; вырубное усилие кривошипного прессы достигает $75—100 \text{ Т}$. Листы сердечников из Ст. 2 (ГОСТ 3680—57 *) и стали Э11, Э12 и Э13 (ГОСТ 802—58) при необходимости повышения магнитной проницаемости заменяют листами из холоднокатаной электротехнической стали Э310 или Э330. Крайние листы толщиной $5—6 \text{ мм}$ вырубает по контуру на прессы усилием до 150 Т . Отверстия в листах пробивают в другом штампе. Сердечники главных полюсов собирают, прессуют в приспособлении на гидравлическом прессы, ставят заклепки, запрессовывают стержень и проверяют размеры.

Сердечники добавочных полюсов из стали 25Л (ГОСТ 977—65) у электровозных тяговых двигателей имеют наконечники, служащие опорой для рамки полюсной катушки. Из-за трещин в местах изгиба и около отверстий наконечники при заводском ремонте заменяют, отливая их из кремнистой латуни МЦ59-1-1 (ГОСТ 1020—60). Отливки строгоют, сверлят отверстия по кондуктору и приклепывают к сердечнику. Неисправные заклепки заменяют. Непригодную резьбу в сердечнике высверливают, отверстие заваривают, затем сверлят по кондуктору и нарезают нормальную резьбу. Применяют также вставки с номинальной резьбой в вырез сердечника по форме ласточкина хвоста, соединяя их электросваркой.

Полюсные болты проверяют резьбовыми калибрами и заменяют неисправные новыми

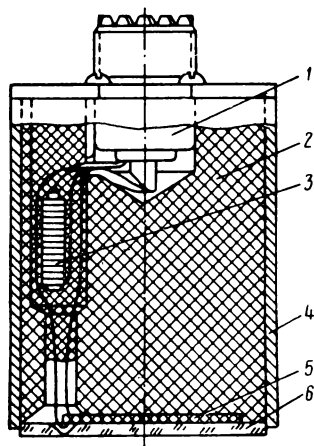


Рис. 151. Ультразвуковой щуп для проверки полюсных болтов:

1 — штепсельный разъем; 2 — демпфер; 3 — катушка индуктивности; 4 — корпус; 5 — пьезоэлектрическая пластина; 6 — дно из плексигласа

из стали 45 (ГОСТ 1050 — 60*) с термообработкой, обеспечивающей предел текучести 50 кг/мм^2 . Для обнаружения трещин болты проверяют ультразвуковым щупом с дефектоскопом УЗД-64 (рис. 151). Для контакта со щупом поверхность головки болта зачищают и смазывают компрессорным маслом. Для предупреждения ложных сигналов поверхность головки болта должна быть ровной и перпендикулярной его оси.

Ультразвуковые волны проходят через болт и отражаются от противоположного его конца, при этом на экране появляется донный импульс. При наличии трещины волны отражаются от нее и на экране между начальным и донным появляется дополнительный импульс.

Полюсные фланцы и полуфланцы из стали 75Г, рамки из стали 45, потерявшие пружинящие свойства или поврежденные, заменяют. Изготавливаемые пружинные рамки нагревают до $820\text{—}840^\circ \text{C}$ и, выдержав 5—10 мин, закаляют в масле, затем отпускают при $360\text{—}420^\circ \text{C}$ с выдержкой 20—30 мин и охлаждают в воде. После термической обработки до твердости *HRC* 35—40 для удаления окалины рамки травят в ванне с 10—15%-ным раствором серной кислоты, промывают в воде и сушат 15—20 мин. Сердечники полюсов, фланцы, рамки и стальные прокладки окрашивают лаком БТ-99 и сушат.

§ 54. Ремонт щеткодержателей

Неисправности щеткодержателей составляют до 15% повреждений электрических машин, а их сменяемость при заводском ремонте достигает 30—40% у тяговых двигателей и 15—20% у вспомогательных машин. Ремонтируемые щеткодержатели разбирают, очищают, проверяют, устраняют неисправности и заменяют непригодные к ремонту детали. Кронштейны щеткодержателей со слюдяной изоляцией (рис. 152), имеющие трещины корпуса, пробой изоляции и ослабление запрессовки пальцев, распрессовывают. Кронштейны с сопротивлением изоляции в холодном состоянии менее 100 *Мом* сушат 12—16 ч при $120\text{—}160^\circ \text{C}$ и при неудовлетворительных результатах также распрессовывают. Гребенку кронштейна проверяют шаблоном, резьбу в отверстиях — калибром, а при значительной неисправности распрессовывают пальцы и восстанавливают кронштейн электронаплавкой и механической обработкой. При изготовлении кронштейнов щеткодержателей тяговых двигателей, пользуясь приспособлением (рис. 153), в стальной отливке растачивают два глухих отверстия и, приняв их за базу, фрезеруют гребенку, поверхности для крепления кабельных наконечников, сверлят по кондуктору отверстия и нарезают в них резьбу. Пальцы кронштейнов с неисправной резьбой выпрессовывают и заменяют, при этом заменяют и их изоляцию. Вновь подготовленную изоляцию пальцев — миканитовые шайбы и обрезную слюду-шаблонку мусковит укладывают в гнезда кронштейна, нагревают ее вместе с кронштейном до $150\text{—}160^\circ \text{C}$ и прессуют. Оцинкованную поверхность полувтулок кронштейна восстанавливают.

Установив в гнезда кронштейна отремонтированные полувтулки, запрессовывают пальцы давлением 3,5—5 *T*, при отклонении давления от нормы уменьшают или увеличивают число лепестков слюды или заменяют полувтулки. Сопротивление изоляции пальцев проверяют мегомметром. Выступающую изоляцию пальца во избежание порчи обматывают киперной лентой и фрезеруют пальцы без охлаждения жидкостью.

Механически обработанные кронштейны сушат 3 ч при $150\text{—}160^\circ \text{C}$, проверяют сопротивление изоляции, охлаждают, выступающую изоляцию пальцев покрывают глифталевым лаком, насаживают миканитовые втулки и фарфоровые изоляторы, оставляя по длине зазор. Затем кронштейны сушат 2—3 ч при $150\text{—}160^\circ \text{C}$, заполняют разогретым компаундом зазоры, насаживают изоляторы до упора. Изоляторы должны сидеть плотно, ниже торца пальцев на 0,5—3 мм, и не проворачиваться.

Кронштейны, за исключением гребенки, поверхностей для наконечников, торцов пальцев и изоляторов дважды окрашивают эмалью ГФ-92-ХК (ГОСТ 9161—59) и сушат 8—10 ч на воздухе или 3 ч в печи при 70—80° С. Размеры кронштейнов проверяют контрольным угольником, электрическую прочность изоляции пальцев испытывают переменным током 50 гц при напряжении на 20% выше испытательного для собранной отремонтированной машины. Не менее двух кронштейнов от партии проверяют после 6 ч пребывания в воде, и если их сопротивление изоляции менее 100 Мом, испытывают «на воду» всю партию; кронштейны с низким сопротивлением изоляции переделывают, годные — сушат. Вместо кронштейнов щеткодержателей со слюдяной изоляцией применяют кронштейны из прессматериала АГ-4В, состоящего из модифицированной фенолоформальдегидной смолы и 25—30% бесщелочного стекловолокна (рис. 154).

Для изготовления кронштейнов из АГ-4В материал загружают в прессформу и нагревают до $105 \pm 5^\circ \text{C}$; прессмасса размягчается и под давлением гидравлического прессы мощностью 200 Т заполняет прессформу.

Кронштейны прессуют при давлении 500—550 кг/см² и температуре $175 \pm 5^\circ \text{C}$, продолжительность 1 мин на 1 мм максимальной толщины. При прессовании смола переходит в твердое неплавкое состояние и прочно соединяет стекловолокно. После прессования кронштейн термически обрабатывают, выдерживая 12—16 ч в печи при 160° С. Кронштейны щеткодержателей из АГ-4В проще по конструкции, снижают стоимость ремонта, надежны

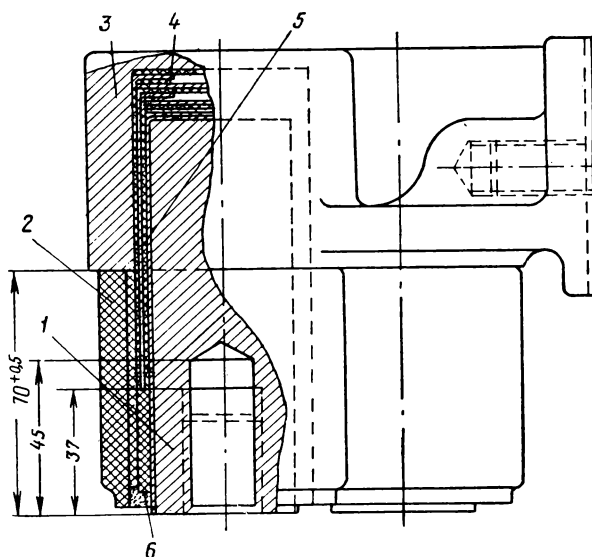


Рис. 152. Кронштейн щеткодержателя тягового двигателя НБ-406 со слюдяной изоляцией:

1 — палец; 2 — фарфоровый изолятор; 3 — корпус; 4 и 5 — слюдяные шайбы и пластины; 6 — компаундная масса

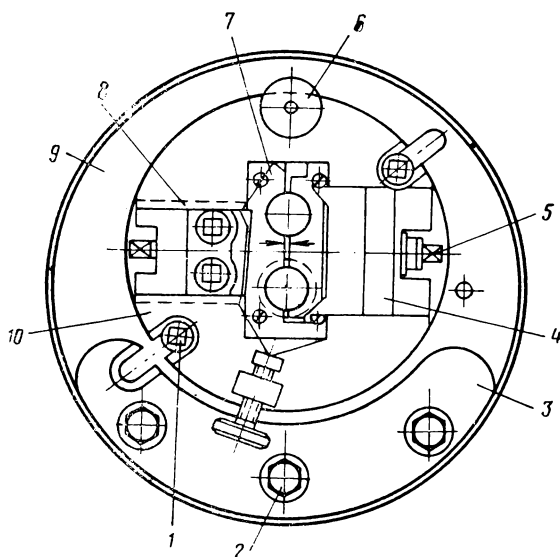


Рис. 153. Приспособление для расточки отверстий в корпусе кронштейна щеткодержателя тягового двигателя НБ-412М:

1, 2 — болты; 3 — противовес; 4, 8 — зажимные кулачки; 5 — винт; 6 — фиксатор; 7 — корпус кронштейна; 9 — планшайба; 10 — диск поворотный

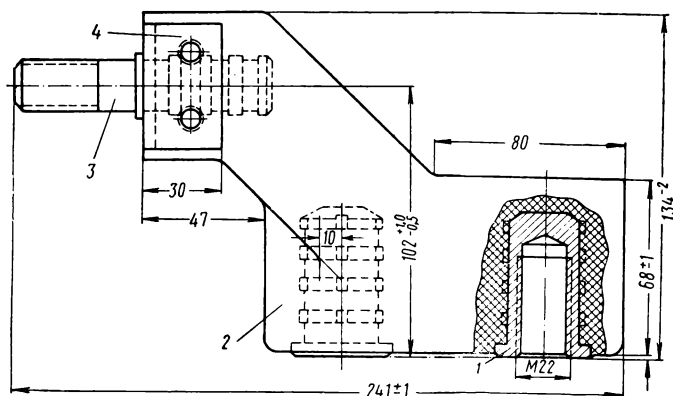


Рис. 154. Кронштейн щеткодержателя тягового двигателя ДК-103Г из стеклопластика АГ-4В:

1 — втулка стальная; 2 — изоляция из прессматериала; 3 — шпилька; 4 — планка крепления выводов

в эксплуатации. Стеклопластик АГ-4В также заменяет изодиновую и бакелитовую изоляцию пальцев щеткодержателей вспомогательных машин.

Кронштейн из АГ-4В с перекрытием по поверхности механически обрабатывают до полного удаления следов перекрытия и зачищают без пасты стеклянной бумагой. У кронштейнов с глубокими повреждениями разделяют поврежденную часть, очищают открытое место, протирают ацетоном или бензином и шпатлюют эпоксидным компаундом (100 частей смолы ЭД-5, 20 — отвердителя метафенилендиамина и 300 частей наполнителя — предварительно прокаленной кварцевой муки). После шпатлевки кронштейн выдерживают 24 ч при 20° С, затем 5—6 ч при 120° С. Механически обработанную поверхность пластмассы покрывают эпоксидной эмалью ЭП-51, предохраняющей от абсорбции влаги, и проверяют электрическую прочность изоляции отремонтированных кронштейнов.

Болты щеткодержателей с повреждениями заменяют изготовленными из стали 45 с термообработкой, обеспечивающей временное сопротивление не менее 70 кг/мм².

Корпуса щеткодержателей из латуни ЛС-59-1Л (ГОСТ 1019—62) или ЛК-80-3 обезжиривают 10—15 мин в ванне с 10—15%-ным раствором каустической соды, подогретым до 80—90° С, пескоструят, промывают в воде и травят в смеси азотной и серной кислот. Трещины у корпусов засверливают на концах и разделяют, корпус нагревают до 300—350° С ацетилено-кислородной горелкой и заваривают латунной проволокой Л-62 с флюсом из 70% буры, 20% хлористого натрия и 10% борной кислоты; поверхности гребенки, окон и отверстий восстанавливают наплавкой латуни с механической обработкой.

Размеры окон восстанавливают также установкой сменных обойм или опрессовкой давлением 70 кг/см² с предварительной постановкой вкладышей и нагревом корпуса газовой горелкой до 500—560° С. Ширину окон можно восстанавливать путем разрезки корпуса вдоль окон, газосварки частей в приспособлении, долбежки окон, протяжки, проверки размеров окна и расстояния до поверхности корпуса, прилегающей к кронштейну.

Размеры окон щеткодержателей также восстанавливают электролитическим меднением. Корпуса объединяют в группы с разницей по ширине окна до 0,1 мм и устанавливают требуемую толщину покрытия. Поверхности меднения зачищают наждачной бумагой, поверхности, не подлежащие меднению, и металлические приспособления смазывают веретенным маслом и покрывают обмазкой из 55% парафина и по 15% церезина, канифоли и компаундной массы.

После меднения корпуса щеткодержателей промывают в горячей и холодной воде, сушат, удаляют защитную обмазку, затем фрезеруют у них торцы и калибруют окна протяжкой из стали 9хс со скоростью резания 1,5 м/мин, выдерживая по ширине окна допуск + 0,1 мм. Корпус щеткодержателя в соответствующих местах покрывают дугостойкой электроэмалью.

§ 55. Ремонт якоря

Проверка сердечника и обмотки якоря. После очистки якоря от загрязнений выясняют состояние обмотки, проверяя электрическое сопротивление изоляции мегомметром, витковую изоляцию, целостность цепи обмотки и качество пайки шин или проводов в петушках коллектора. При увлажнении изоляции якорь сушат в печи при 110—130° С. При замыкании обмотки на корпус выясняют место замыкания и устраняют вызывающие его причины. Обрыв витков обмотки вызывает подгар коллекторных пластин; при волновой обмотке подгорает несколько пластин, расположенных на расстоянии шага по коллектору, причем число подгоревших мест равно числу пар полюсов. Грубый контроль витковых замыканий проводят индуктированием напряжения в обмотке якоря при помощи электромагнита переменного тока 200 гц с раздвижными полюсами (рис. 155). Якорь устанавливают с наименьшим зазором над полюсами электромагнита и поворачивают вокруг оси. Индуктируемая э. д. с. вызывает в замкнутом витке обмотки якоря ток значительной величины. Над пазом с короткозамкнутым витком прикладывается стальная пластина притягивается и дребезжит. Вследствие малого испытательного напряжения на виток этот метод не дает надежных результатов.

Для проверки якоря с петлевой обмоткой и уравнительными соединениями методом падения напряжения на поверхность коллектора устанавливают по шагу обмотки укрепленные в дуге угольные контакты, к которым подведено напряжение от аккумуляторной батареи (рис. 156). Прикладывая поочередно к смежным коллекторным пластинам пару щупов, соединенных с милливольтметром, следят за показаниями, которые при отсутствии витковых замыканий примерно одинаковы и отклоняются не больше чем на $\pm 20\%$ от средней величины замеров. Отсутствие показаний милливольтметра указывает на обрыв, увеличенное отклонение — на надрыв или плохую пайку проводов, предельное отклонение стрелки прибора — на витковое замыкание обмотки. Для надежного испытания витковой изоляции обмоток, определения мест замыкания и обрыва витков, места пробоя изоляции у якостей постоянного и пульсирующего тока применяют установку ИУ-57. Установка состоит из двух основных частей: 1 — пульта управления с размещенной в нем электрической аппаратурой, электронными приборами, коммутирующими устройствами, проводами; 2 — стойки для якостей с коммутатором, посредством которого импульсы испы-

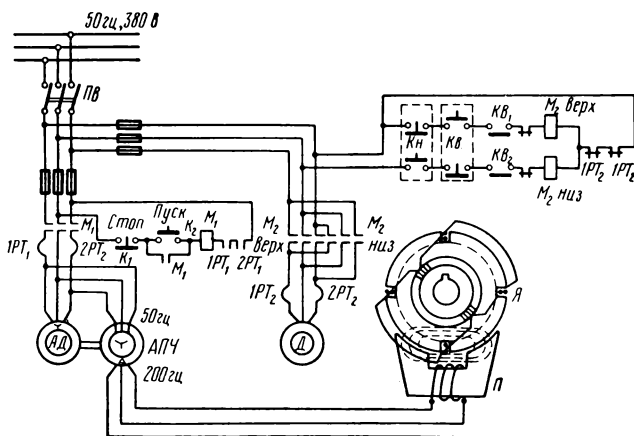


Рис. 155. Принципиальная электрическая схема стенда для проверки витковой изоляции обмоток якорей тяговых двигателей:

АД — асинхронный электродвигатель двухмашинного агрегата; АПЧ — преобразователь частоты; Д — электродвигатель редуктора для подъема и опускания; П — полюса электромагнита с катушкой; M_1 и M_2 — магнитные пускатели; ПВ — пакетный выключатель; КВ₁ и КВ₂ — конечные выключатели; Я — проверяемый якорь

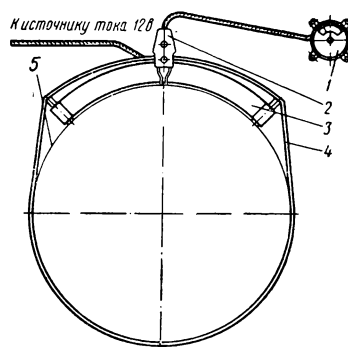


Рис. 156. Приспособление для замера падения напряжения между коллекторными пластинами:

1 — миллиамперметр; 2 — вилка со щупами; 3 — дуга с контактами; 4 — лента киперная; 5 — коллектор

тательного напряжения, регулируемого в пределах 0—500 в, подают на коллектор испытуемого якоря.

Принципиальная электрическая схема установки ИУ-57 для импульсных испытаний изоляции показана на рис. 157. Основные элементы установки ИУ-57: блок развертки с тиратроном Λ_1 , импульсный генератор — тиратрон Λ_4 и индикатор — электронно-лучевая трубка Λ_8 . Так как амплитуда волны при испытаниях в зависимости от типа якоря и вида ремонта достигает 5—6 кВ, а к пластинам электронно-лучевой трубки можно подводить не более 400 в,

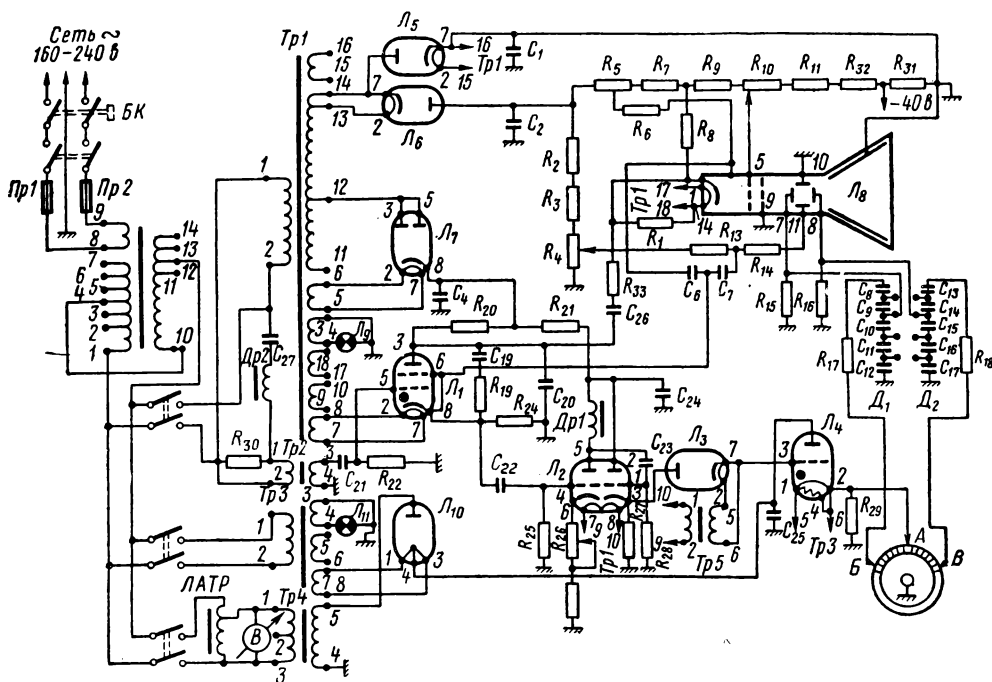


Рис. 157. Принципиальная электрическая схема установки ИУ-57 для импульсных испытаний изоляции:

БК — контактор; Пр — предохранитель; ЛАТР — регулируемый автотрансформатор блока питания; Λ_1 — тиратрон ТГ1-0,1/1,3; Λ_2 — лампа электронная 6Н8С; Λ_3 , Λ_4 — лампы 2Ц, 2С; Λ_5 — тиратрон ТГ1-50/5; Λ_6 — лампа 6Ц5С; Λ_7 — электронно-лучевая трубка 13ЛО37; Λ_8 , Λ_9 — лампы накаливания 6,3 в; Λ_{10} — лампа электронная В1-0,1/30; Δ_1 , Δ_2 — делители напряжения; Тр1, Тр2, Тр3, Тр4, Тр5 — трансформаторы; Др1, Др2 — дроссели; C_1 — C_{26} — конденсаторы; R_1 — R_{33} — сопротивления

в схеме предусмотрены делители напряжения Δ_1 и Δ_2 , при помощи выводов которых индикатор подключается к коллектору испытуемого якоря.

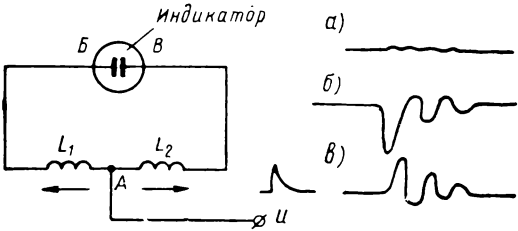
Для обнаружения витковых замыканий обмоток выводы импульсного генератора и индикатора подключают к смонтированным на стойке подвижным электродам коммутатора. Центральный электрод А от импульсного генератора и боковые электроды Б и В от выводов индикатора устанавливают так, чтобы каждый из них касался только одной коллекторной пластины, а между электродом А и электродами Б или В было одинаковое число пластин.

У якорей НБ-406 и НБ-412 с петлевой обмоткой боковые электроды размещают на расстоянии пяти пластин от центрального, у якорей с волновой обмоткой (НБ-411, ДК-106 и др.) на расстоянии 10—15 пластин. При таком соединении подача импульса высокого напряжения в обмотку испытуемого якоря осуществляется по схеме, приведенной на рис. 158.

При отсутствии витковых замыканий разность потенциалов в цепи индикатора равна нулю и на экране индикатора появляется нулевая линия (рис. 159, а). У якорей с петлевой обмоткой и уравнительными соединениями (НБ-406 и НБ-412) изображение, близкое к нулевому, может иметь место при

Рис. 158. Подача импульса высокого напряжения в обмотку испытуемого якоря:

A — вывод импульсного генератора; B и B — выводы индикатора; L_1 и L_2 — часть обмотки якоря между выводами AB и AB ; a — изображение на экране индикатора при отсутствии замыканий в обмотке; b — то же при замыкании в цепи L_1 ; $в$ — то же при замыкании в цепи L_2



витковых замыканиях. Во избежание ошибок якорь повертывают на угол, равный полюсному делению: если изображение на экране будет сохраняться аналогичным, то в якоря пробоев и замыканий нет.

Если равновесие моста нарушено вследствие виткового замыкания за пределами участка $BAВ$, на экране появляется кривая (рис. 159, $г$). Поворачивая якорь, при замыкании на участке AB (см. рис. 157) получают изображение (рис. 159, $б$); изображению (рис. 159, $в$) соответствует замыкание на участке AB . Закорачивание короткозамкнутого витка не меняет изображения на экране или изображение меняется незначительно, если виток замкнут не наглухо через загрязнение. Искровой разряд в изоляции витков обнаруживают по небольшим непрерывным изменениям амплитуды кривой на экране или на слух.

Установка ИУ-57 позволяет контролировать шаг обмотки. Присоединяя выводы импульсного генератора к выводам 1 и 2, а выводы индикатора к выводам 3 и 4, устанавливают приспособление (рис. 160) на произвольный паз якоря так, чтобы сталь якоря и приспособления образовали замкнутую магнитную цепь. Напряжение импульсного генератора поднимают до 500 в, а затем по обе стороны от паза, на котором установлено приспособление, на коллекторе замыкают поочередно пластины. Замыкание витков, относящихся к данному пазу, вызывает появление в них э. д. с., индуцируемой импульсным генератором. Благодаря трансформаторной связи замкнутого витка и обмотки приспособления в ней появляется э. д. с., отклоняющая луч индикатора. Полученное расстояние по коллектору между найденными группами пластин сравнивают с обмоточными данными и делают вывод о правильности шага обмотки.

Для определения места пробоя изоляции на корпус вывод импульсного генератора подключают к одной из пластин коллектора, а корпус установки и один из выводов индикатора соединяют с валом якоря. Подняв напряжение генератора до 5—6 кВ, перемещают второй вывод индикатора по коллектору или вращают якорь. При проходе вывода индикатора через замкнутый на корпус виток на экране наблюдается наименьший потенциал относительно корпуса. Аналогично собирают цепи для определения места обрыва витка, после чего напряжение на коллекторе повышают до 500 в. При прохождении электродом индикатора места обрыва форма волны на экране резко изменяется.

Надрыв шин или проводов и плохую пайку коллектора обнаруживают, измеряя омическое сопротивление обмотки якоря мостом и выявляя неисправные места милливольтметром по падению напряжения.

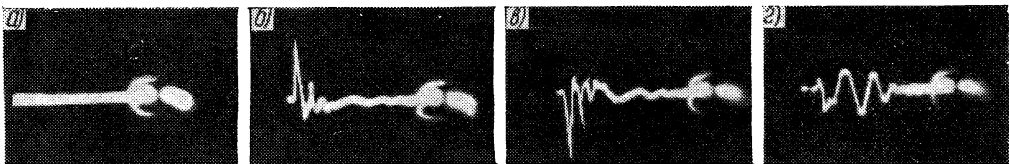


Рис. 159. Форма кривой на экране индикатора при замыкании витков в различных местах обмотки:

a — обмотка исправна; $б$ — замыкание на участке AB (см. рис. 157); $в$ — замыкание на участке AB ; $г$ — замыкание за пределами участка $BAВ$

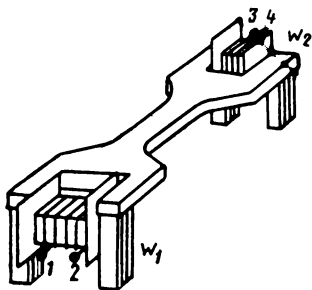


Рис. 160. Приспособление для проверки правильности шага обмотки якоря:

1, 2 — выводы для присоединения импульсного генератора; 3, 4 — то же индикатора; w_1 и w_2 — обмотки приспособления

Обмотку между концами у петушков коллектора очищают и устраняют замыкания, надрывы, трещины, неплотности заделки, плохую пайку и поджоги. При необходимости обмотку ремонтируют с частичной подъемкой отдельных катушек неразрезной или с заменой верхней части катушек разрезной обмотки. Проводники обмотки наращивают внакладку, соединения паяют, опиливают, зачищают и изолируют. Места плохой пайки в коллекторе зачищают, уплотняют шины или провода и пропаивают припоем ПОС-61 с температурой затвердевания 180°C ; при изоляции класса Н пайку выполняют чистым оловом или припоем ПСр3Кд с температурой затвердевания 300°C . Для пайки применяют паяльные лампы, электропаяльники, ванны или электроконтактный способ. После пайки коллектор обтачивают, шлифуют и продоруживают.

Проволочные бандажы с механическими повреждениями, ослаблением, сдвигом, оплавлением, обрывом скоб или конца витка в замке заменяют. Бандажы с плохой пайкой и полудой переплавляют припоем ПОС-40 (ГОСТ 1499—54), при изоляции класса Н чистым оловом или припоем ПСр. Качество бандажей проверяют простукиванием, их изоляцию от корпуса — мегомметром.

Якорные клинья с повреждением или ослаблением посадки заменяют вновь изготовленными из текстолита Б (ГОСТ 2910—54*) или стеклотекстолита при изоляции класса Н. При небольших разрывах брезентового чехла оголенную часть проволочного бандажя покрывают эмалью ГФ-92-ХК.

У якорей с разрезной обмоткой проверяют посадку металлического фланца и подтягивают болты. При необходимости между металлическим и миканитовым фланцами ставят кольцо из пропитанного лаком прессшпана. Поверхность прилегания фланца к нажимной шайбе и место посадки уплотняют белилами. При расслоении миканитового фланца, нарушении подбандажной изоляции, повреждении задних лобовых соединений, повреждении или ослаблении металлического фланца удаляют проволочный бандаж, часть изоляции и выполняют исправления.

Посадку обмоткодержателей проверяют осмотром и по звуку при обстукивании, неисправную резьбу для крепления фланца или вентилятора и износ посадочных поверхностей восстанавливают электронаплавкой и механической обработкой, защищая изоляцию от порчи при перегреве.

Мелкие неисправности стали якоря исправляют зачисткой и опиловкой. Обмотку якоря сушат и пропитывают с нанесением покровного лака.

У машин с самовентиляцией проверяют посадку и крепление вентилятора с вывертыванием ослабших болтов, заменой предохранительных шайб и осмотром отверстий и резьбы. Вентиляторы с ослаблением посадки, с трещинами и изломом лопастей заменяют. У стальных вентиляторов восстанавливают поврежденные сварные швы и выправляют изогнутые лопасти. Устанавливаемые вентиляторы статически балансируют, для уравнивания бобышки или кольцевые выступы, допуская небаланс до 20 г на внешней окружности. Вентиляторы с горячей посадкой притачивают к обмоткодержателю с натягом. Размеры проверяют специальным штангенциркулем, который при замере посадочной поверхности обмоткодержателя на другой стороне губок дает диаметр расточки вентилятора. Чисто обработанные посадочные поверхности не должны иметь конусности, овальности, торцового и радиального биения. Посадку вентилятора с натягом обеспечивают нагреванием его до 150°C в электрическом нагревателе. Прочность вентилятора до посадки проверяют на разгонном станке при 3 000 об/мин.

Для совпадения отверстий шайбы и вентилятора их сверлят по кондукто-

ру, для быстрой установки делают контрольные риски. Торцовое биение смонтированного вентилятора не должно превышать 1 мм.

У ремонтируемых якорей проверяют уравновешенность. При статической неуравновешенности центр тяжести якоря не совпадает с осью его вращения; при динамической неуравновешенности центры тяжести отдельных симметричных относительно оси якоря частей смещены и не совпадают с осью вращения, в том числе у статически уравновешенного якоря. Неуравновешенная масса m при вращении вызывает появление возмущающего усилия, величина которого равна центробежной силе инерции:

$$P = m \omega^2 r,$$

где ω — угловая скорость вращения якоря;

r — расстояние от центра тяжести неуравновешенной массы до оси вращения.

Большие возмущающие усилия динамически неуравновешенного якоря вызывают одностороннюю выработку колец и снижение долговечности подшипников, ослабление вентилятора, коллектора, нажимных шайб и стали, обрыв шин и проводов обмотки, искрение на коллекторе и перебросы на корпус.

Для предупреждения неуравновешенности якоря соблюдают заданную точность обработки деталей, правила сборки узлов, проверяют их уравновешенность и балансируют. Статическая балансировка заключается в подборе величины и места расположения добавляемого или удаляемого груза. Статически уравновешенная деталь или якорь при поворачивании вокруг горизонтальной оси в центрах или на опорах находятся в положении безразличного равновесия.

Для статической балансировки на концы вала якоря устанавливают стальные кольца, приспособленные для опор якоря на горизонтальные параллели балансировочного станка. Под действием силы тяжести (рис. 161) неуравновешенной массы Q и развиваемого ею вращающего момента Qh якорь будет перемещаться вдоль опор-параллелей в случаях, когда направление силы тяжести не совпадает с осью вращения якоря, а создаваемый неуравновешенной массой момент больше момента сил трения в опорах M_0 . Для уменьшения трения опорные поверхности стальных колец приспособления и параллелей станка термически обрабатывают до высокой твердости и шлифуют для того, чтобы снизить остаточный статический неуравновешенный момент M_0 , пропорциональный коэффициенту трения и радиальной нагрузке на опоры-параллели.

Статическое уравновешивание при неудачном положении грузов Q_1 может увеличить динамическую неуравновешенность и ухудшить условия работы якоря. Поэтому для устранения неуравновешенности якоря динамически балансируют на станках типа 9А-734 Минского станкостроительного завода с оп-

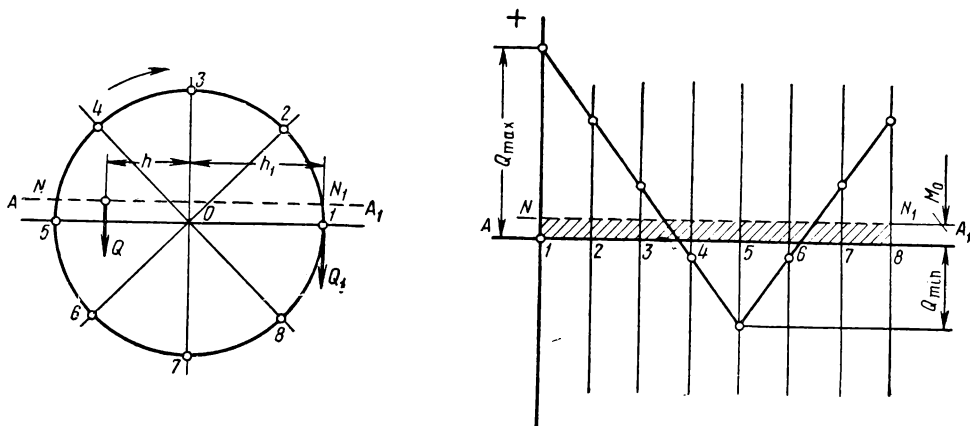


Рис. 161. Схема действия сил при статической балансировке якоря

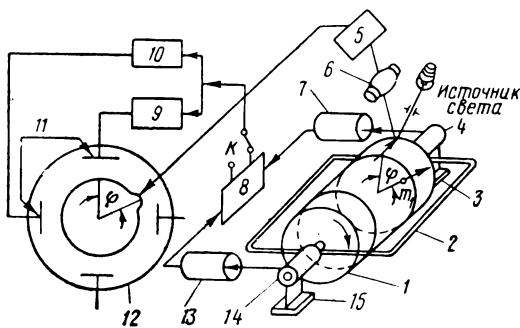


Рис. 162. Принципиальная схема устройства для динамической балансировки якорей

частота которого равна оборотам якоря, а амплитуды пропорциональны перемещению опор. Эти напряжения подают на вычислительное устройство 8 для приведения величины и фазы сигналов датчиков в соответствие с величинами и фазами несбалансированности в каждой из плоскостей уравнивания якоря.

Плоскость уравнивания выбирают переключателем К. Приведенное напряжение подают на вход двухканального усилителя, осуществляющего сдвиг на 90° по фазе напряжения выхода первого канала 10 по отношению к выходу второго канала 9. Канал 10 усилителя связан с горизонтально отклоняющими, канал 9 — с вертикально отклоняющими пластинами 11 электронно-лучевой трубки. Электронный луч на экране 12 описывает окружность, диаметр которой пропорционален величине несбалансированности в плоскости уравнивания. Для отметки места несбалансированности на образующей якоря наносят краской черту шириной в три угловых градуса, попадающую при вращении в «поле зрения» фотоэлемента 6, и цифры по окружности 12, которые соответствуют цифрам экрана лучевого указателя.

Возникающие импульсы фототока усиливаются и подаются на модулятор 5 электронно-лучевой трубки. В момент поступления импульса на окружности, полученной на экране, образуется яркая неподвижная точка, определяющая место несбалансированности. Определив величину и место расположения уравнивающего груза, его приваривают к якорю и проверяют эффект. Возможно также удаление грузов, нарушающих уравнишенность якоря.

Ремонт и смена вала якоря. У валов якорей встречаются трещины, риски, задиры, забоины и износ шеек, конусов, резьб, разработка центровых и стопорных отверстий, шпоночных канавок. Для обнаружения трещин валы в доступных местах проверяют магнитным дефектоскопом, осматривая поверхности под лупой с пятикратным увеличением. Внутренние кольца роликовых подшипников, упорные и лабиринтные втулки с наименьшим наружным диаметром $d = 70$ мм при необходимости снимают, нагревая их электромагнитным съемником (рис. 163). Неразъемные подшипники удаляют, нагнетая под давлением между валом и кольцом консистентную смазку или цилиндрическое масло. При замене внутренние кольца разъемных роликовых подшипников, насаженных на вал с натягом от 25 до 65 мк, нагревают до $100\text{--}110^\circ\text{C}$. Поверхностные трещины, риски, задиры и забоины удаляют, обрабатывая вал на ближайший ремонтный размер с чистотой поверхности $\nabla 7$.

Валы, у которых после обработки на крайний размер остаются поперечные трещины, распрессовывают на гидравлическом прессе усилием до 200 Т. После удаления заусенцев и забоин коническую часть вала проверяют по смещению вдоль оси калибра-втулки, а посадочную поверхность — по краске. У тяговых двигателей допускается износ конуса до 0,3 мм на диаметр (смещение калибра до 3 мм) и прилегание калибра к поверхности конуса не менее 65%.

Размеры конуса восстанавливают вибродуговой наплавкой под флюсом и механической обработкой с чистотой поверхности $\nabla 8$. Перед наплавкой кольцо роликового подшипника удаляют, цилиндрическую часть вала защищают асбестовой лентой, конус обезжиривают, затем наплавляют при обратной полярности на короткой дуге с перерывами для остывания. Диаметрально противоположные участки шириной 30—40 мм, длиной 75 мм наплавляют электродами УОНИИ 13/55 диаметром 5 мм при токе 160—180 а. Неисправную резьбу вала перетачивают на ремонтный размер с изготовлением гайки или наплавляют и нарезают вновь.

Шпоночную канавку на валу зачищают от заусенцев, трещины в ее углах длиной до 10 мм и глубиной до 5 мм выпиливают, при необходимости канавку уширяют на 1 мм с изготовлением ступенчатой шпонки. Центры вала исправляют, соблюдая concentricность поверхности конуса и шеек. Износ вала в местах посадки кольца подшипника вызывает необходимость механической обработки с изготовлением колец ремонтных размеров или восстановления размеров вала.

Нанесение пленки эластомера ГЭН-150 (В) толщиной 2—4 мк на шейку вала и расточку кольца повышает надежность, износостойкость и долговечность соединения. Нанесение пленки целесообразно, если износ поверхностей не выходит значительно за размеры вала, предусмотренные чертежом. Для нанесения пленки шейку вала обезжиривают протиркой смесью ацетона с бензином и покрывают на токарном станке эластомером с условной вязкостью 10 сек посредством бестуманного краскораспылителя БТО-3М. Пленку сушат 15—20 мин на воздухе при 20° С; диаметр вала измеряют пассаметром. На внутреннюю обезжиренную поверхность кольца пленку наносят центробежным способом на токарном станке, нагревают ее до 180—200° С, выдерживают час, проверяют толщину прибором «293» Челябинского завода и устанавливают кольцо на вал.

Восстановление размеров вала металлизацией эффективно у якорей вспомогательных машин, не имеющих втулки. При металлизации вал подвергают дробеструйной обработке для увеличения шероховатости и сцепляемости с наращиваемым металлом до 40 кГ/см². Проточки ласточкина хвоста и рваную резьбу на валу из-за ослабления его прочности не допускают. Не позднее двух

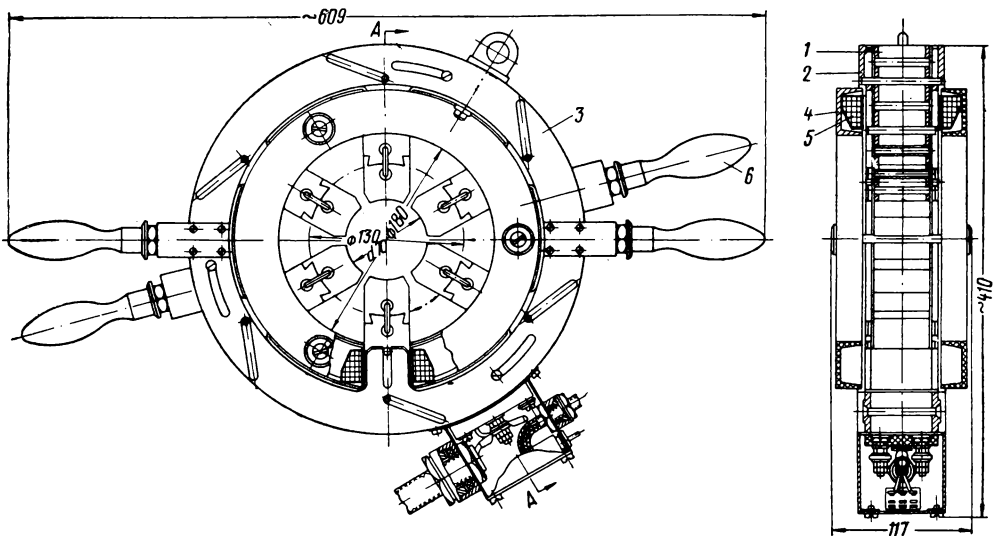


Рис. 163. Раздвижной электромагнитный съемник для колец и втулок:

1 — магнитопровод; 2 — кольцо подвижное левое; 3 — кольцо подвижное правое; 4 — кольцо защитное; 5 — катушка; 6 — рукоятка

часов после подготовки вал металлзируют на токарном станке электрометаллизатором ЛК, обрачивают и шлифуют.

Вибродуговая наплавка валов электродной проволокой $\varnothing 1\text{--}1,2$ мм под слоем флюса постоянным током 100—200 а напряжением 25—35 в при обратной полярности осуществляется автоматически на токарном станке при помощи наплавочной головки, панели управления, флюсоудерживающего устройства, устройства для удаления шлаковой корки, бункера для флюса, измерительных приборов и конечных выключателей.

Скорость подачи проволоки 150—200 м/ч, амплитуда вибраций 1,5—2,5 мм. Вибродуговая наплавка сопровождается низкой температурой нагревания вала, небольшими термическими напряжениями и остаточными деформациями, обеспечивает мелкозернистую структуру наплавленного слоя с повышенной механической прочностью.

Осталивание валов обладает следующими преимуществами по сравнению с хромированием: производительность в четыре раза выше; расход электроэнергии в шесть раз ниже; стоимость восстановления сокращается в два раза; возможно нанесение равномерного снижающего механическую обработку покрытия толщиной от 0,02 до 3 мм. При осталивании отсутствует термическое воздействие и не требуется термическая обработка, обеспечивается прочность сцепления покрытия с основным металлом, возможно получение твердого покрытия. Электролитическое осталивание представляет собой процесс выделения железа из электролита при прохождении постоянного тока низкого напряжения.

При трещинах, потере прямолинейности и размеров, которые не могут быть восстановлены в соответствии с нормами на ремонт, валы заменяют. Валы вспомогательных машин изготовляют из катаной углеродистой конструкционной Ст. 45 (ГОСТ 1050—60*), валы тяговых двигателей — из легированной стали 20ХН3А (ГОСТ 4543—61).

Заготовки валов вытачивают с припуском примерно 2,5 мм по диаметру для обработки. Одна из заготовок партии должна иметь припуск 100 мм по длине для изготовления лабораторных образцов. Для повышения механических свойств при сохранении достаточной вязкости материала заготовки термически обрабатывают.

Заготовки из стали 20ХН3А загружают в электропечь типа Н-60 при 300—500° С, в течение 4—6 ч повышают температуру до 820—840° С, выдерживают при этой температуре в зависимости от диаметра 1,5—3 ч (для $\varnothing 90\text{--}170$ мм) и закалывают в масляной ванне. Для отпуска заготовки нагревают до 560—600° С, выдерживают при этой температуре 2—5 ч и охлаждают в масляной ванне.

После термообработки должны быть обеспечены следующие свойства:

валы из Ст. 45 — предел прочности $\sigma_b \geq 70$ кг/мм²; предел текучести $\sigma_t \geq 45$ кг/мм²; относительное удлинение 16%; относительное сужение сечения 40%; твердость НВ-247 ÷ 207;

валы из стали 20ХН3А — предел прочности $\sigma_b \geq 70$ кг/мм²; предел текучести $\sigma_t \geq 50$ кг/мм²; относительное удлинение 19%; относительное сужение сечения 50%; твердость НВ-289 ÷ 207; ударная вязкость 8 кг/см².

Заготовки валов механически обрабатывают по первому классу точности с соблюдением размеров, без резких переходов с одного диаметра на другой, с чистотой $\nabla 7$ на шейках для посадки колец подшипников и $\nabla 8$ на конусах. Площадь прилегания конуса вала к калибру должна быть не менее 65% с равномерным распределением краски по поверхности. У тяговых электрических машин постоянного тока по ГОСТ 2582—66 со стороны привода конический конец вала выполняют по ГОСТ 3730—47. При этом паз для шпонки не делают и надежная посадка зубчатого колеса на конус осуществляется путем нагревания.

Валы притачивают к проверенной якорной втулке с обеспечением требуемых посадок, проверяют магнитным дефектоскопом и запрессовывают, выдерживая указанные в чертежах усилия (60—110 Т).

Ремонт коллектора.

При деповском и заводском ремонте 1-го объема, не распрессовывая коллектор, измеряют его диаметр и размеры петушков, проверяют монолитность, крепление болтов или гайки, состояние рабочей поверхности и петушков, изоляции пластин и миканитового конуса. При ослаблении пластин затягивают болты или гайку коллектора, сжимаемого на прессе, усилием 30—35 Т для тяговых двигателей и 5—10 Т для вспомогательных машин. При этом для эластичности миканитовых манжет температура коллектора должна быть не ниже 80° С. Если есть поджоги, оплавления, неравномерный износ и неисправности рабочей поверхности, то коллектор протачивают при глубине резания до 0,1 мм с наименьшим уменьшением диаметра.

Петушки и торцы пластин коллектора от наплывов и поджогов зачищают напильником. Забоины на пластинах коллектора глубиной более 0,5 мм заправляют тугоплавким припоем. Перед обточкой коллектора исправляют центровые отверстия и шейки вала. Установку якоря на станке для обработки коллектора проверяют индикатором по шейкам вала или кольцам подшипников, допуская биение до 0,3 мм. Для защиты от стружки и пыли обмотку у петушков и миканитовый конус закрывают чехлами.

Наилучшие результаты без затягивания меди у краев пластин дает обтачивание коллектора алмазным резцом при осевой подаче 0,05 мм за оборот. При обтачивании исправляют канавку у петушков и закругляют радиусом 1—3 мм торцы пластин. Якорь с двумя коллекторами обтачивают с одной установки, якорь генераторов управления обтачивают после посадки на вал, у двигателей с полым валом используют ложный вал.

После обточки коллектор продороживают, удаляя миканит между пластинами на глубину 0,7—1,5 мм на станках фрезой $\varnothing 20$ мм при 1 500 об/мин.

Коллектор $\varnothing 380$ —350 мм у якорей с расстоянием между центрами вала до 2 м продороживают на полуавтомате (рис. 164). После продороживания коллектор продувают сухим сжатым воздухом, направляя струю от обмотки, удаляют в отдельных местах слюду и, если это не сделано на станке, снимают у пластин шабером фаски 0,2—0,25 мм под углом 45°. Обработку коллектора заканчивают шлифованием кругами, брусками или мелкозернистой стеклянкой шкуркой, прижимаемой деревянным башмаком.

Предварительно шлифуют коллектор торцом цилиндрической чашки 150 × 80 × 32 мм из зеленого карбида кремния, зернистостью № 36, твердостью T_1 на бакелитовой смазке, при окружных скоростях коллектора — 60 м/мин, круга — 29 м/сек, продольной подаче круга 0,7 мм/об и поперечной — 0,2 мм/ход.

Для окончательного шлифования рекомендуется круг ЧЦ1 50 × 80 × 32 К 38 ОСТЗБ (ГОСТ 2424—60*), окружные скорости коллектора 56 м/мин, круга 30 м/сек, продольная подача круга 0,5 мм/об, поперечная — 0,08 мм/ход.

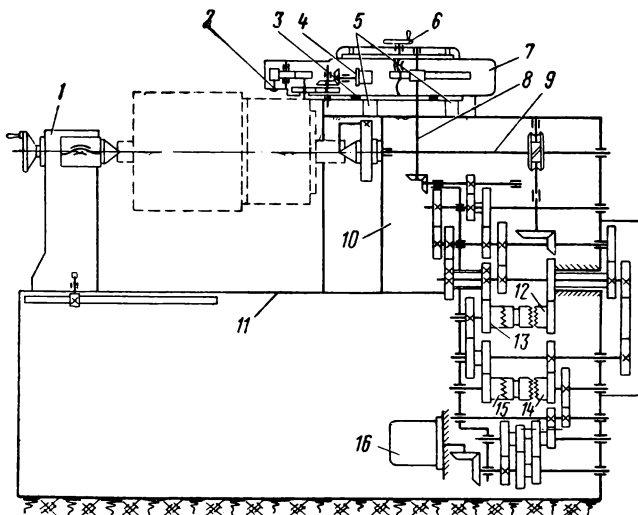


Рис. 164. Схема полуавтомата Харьковского завода теплового электрооборудования для продороживания коллекторов:

1—задняя бабка; 2—фрезерная головка с плавающей фрезой; 3—регулируемые упоры; 4—электродвигатель фрезы; 5—поворотная колонка; 6—маховик; 7—ложка ползуна; 8—вал привода ползуна; 9—шпиндель; 10—передняя бабка; 11—станина; 12—муфта поворота шпинделя (якоря); 13—муфта возвратной подачи; 14—муфта рабочей подачи; 15—муфта блокировочная; 16—электродвигатель привода

Приспособление для шлифования должно быть жестким, высокой точности и обеспечивать постоянное нажимное усилие.

Для шлифования коллекторов абразивными брусками, непрерывно и равномерно перемещаемыми вдоль коллектора, применяют приспособления к суппорту станка, обеспечивающие нажимное регулируемое усилие $0,1—1,0 \text{ кг/см}^2$. Для предварительного шлифования при окружной скорости коллектора 20 м/сек применяют бруски $40 \times 40 \times 75 \text{ ЭБ120СМ}_2\text{Б10}$, для окончательного при номинальной окружной скорости коллектора — бруски КЗМ40 М₃Б10. При этом шлифование происходит с минимальным пылевыведением без оплавления стружки, внедрения зерен в пластины, затягивания меди и засаливания поверхности.

Поверхность коллектора полируют колодками из бука до чистоты $\nabla 8$ (ГОСТ 2789—59), удаляют пыль волосной щеткой, протирают концами, увлажненным бензином, проверяют биение относительно вала и смещение смежных пластин¹. Автоматизации, быстроты, объективности и точности контроля коллекторов достигают при использовании прибора П-114, который ускоряет контроль в пять раз по сравнению с ручной проверкой. Якорь повертывают в центрах или на опорах, и если при этом имеется радиальное смещение в одном из двух контролируемых сечений смежных пластин более 3 мк или недопустимое биение коллектора, то на световом табло прибора появляются сигналы.

При заводском ремонте 2-го объема, пробое корпусной изоляции или изоляции между пластинами, выплавлении значительного числа шин или проводов, замене пластин устанавливают возможность получения после ремонта нормированных размеров по внутреннему и наружному диаметрам коллектора, а также правильность сборки по допуску на полюсное деление и наличию зазора $0,5—1,0 \text{ мм}$ между коллекторными пластинами и миканитовым конусом. Со стороны обмотки проверку выполняют после спрессовки коллектора.

Коллектор с якоря спрессовывают на горизонтальном гидравлическом прессе. Перед разборкой коллектора на поверхность пластин укладывают прессшпан, стягивают их хомутом и размечают положение деталей относительно шпоночной канавки коробки коллектора с тем, чтобы после ремонта установить их на прежние места. Крепление коллектора ослабляют на прессе, отвертывают болты или гайку, при помощи отжимных болтов снимают заднюю шайбу, а затем комплект пластин, стянутых хомутом. Очистив торец и ласточкин хвост комплекта, раскладывают по порядку отдельно медные пластины и миканитовые прокладки. непригодные к ремонту коллекторные пластины и миканитовые прокладки заменяют.

Заготовки коллекторных пластин из полосовой холоднокатаной меди трапецеидального сечения (ГОСТ 3568—47*) или из кадмиевой меди (ГОСТ 4134—48), соблюдая точность по высоте профиля, штампуют на эксцентриковом прессе с припуском $1—2 \text{ мм}$ по периметру для токарной обработки, зачищают заусенцы и рихтуют на плите или на пневматическом прессе в «вафельном» штампе. Заготовки сортируют по толщине, отдельно с плюсовыми и минусовыми допусками, раскладывая их в пачки по 100 шт. Толщину заготовок определяют в пачке как среднее арифметическое двух-трех замеров при давлении под прессом. Заготовки пластин очищают от загрязнений и наносят в гальванической ванне на поверхность у петушков слой хрома до 10 мк , предупреждающий прилипание припоя при лужении шлицев. Проверив заготовки по углу профиля, их собирают в кольцо с прокладками из миканита, распределяя по окружности с отклонением от номинального положения не более $\pm 0,2 \text{ мм}$.

Прокладки штампуют на прессе из твердого коллекторного миканита с пониженной усадкой КФШ (ГОСТ 2196—60); при кремнийорганической изоляции применяют коллекторный нагревостойкий миканит на амофосе КФА. Номинальную толщину межламельного миканита принимают с учетом суммарной

¹ Повышение твердости пластин до 110 единиц по Бринеллю при чистоте поверхности 10—12 класса получают накаткой коллекторов на токарном станке приспособлением с роликом.

усадки 7—11%. Если минусовые отклонения пластин не компенсируются плюсовыми отклонениями прокладок, применяют утолщенные на 0,2 мм прокладки, распределяя их равномерно по окружности.

Коллекторное кольцо из пластин и прокладок собирают в приспособлении, дважды нагревают до 180° С в электрической печи (рис. 165) и дважды прессуют на прессе (рис. 166) при давлении между пластинами 300—500 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$.

После прессования внутреннюю поверхность коллекторного кольца в холодном состоянии протачивают по шаблону с образованием ласточкина хвоста резцами с пластинами твердого сплава Т15К6, Т30К4 или ВК2. После проточки кольцо

разбирают и, сохраняя взаимное расположение пластин и прокладок, фрезеруют шлицы в петушках пластин на станке с пневматическими тисками и приспособлением. Шлицы должны иметь равномерную ширину, постоянный радиус нижней поверхности, одинаковые направления скосов и равные расстояния на торце петушков между началом шлиц и образующей конуса. После проверки и удаления заусенцев лудят шлицы в электрической ванне припоем ПОС-40.

Вырубку, рихтовку, фрезерование и лужение коллекторных пластин при массовом производстве выполняют на полуавтоматических линиях производительностью 3 000 пластин в смену. Медные пластины и изоляционные прокладки собирают на конусе и, подложив прессшпан, стягивают хомутом. Сняв с конуса, коллекторное кольцо устанавливают на плиту вверх петушками и выравнивают, затем нагревают и прессуют в приспособлении на прессе, обеспечивая давление между пластинами и прокладками 350—500 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$. Кольцо дважды нагревают до 180° С и прессуют в нагретом, а после остывания в холодном состоянии.

Затем обрабатывают ласточкин хвост и проверяют лампочкой 220 в, нет ли замыканий пластин. Окрасив торец ласточкина хвоста пластин электроизоляционной эмалью и просушив ее, устанавливают комплект на шайбу или коробку коллектора, соблюдая положение шпоночной канавки. Завернув болты или гайку, проверяют зазор между миканитовым конусом и пластинами коллектора, при необходимости ставят прокладки из формовочного миканита ФМША (ГОСТ 6122—60) или ФФКА при кремнийорганической изоляции. Перекос пластин по образующей коллектора не должен превышать $\frac{1}{4}$ ширины пластины. Перекос торцов пластин и нажимных шайб относительно торца коробки, а также эллиптичность коллекторов не должны превышать 0,7—1,2 мм в зависимости от диаметра.

Для статической формовки коллектор дважды нагревают в течение 4 ч до 160° С (при кремнийорганической изоляции до 200° С) и, повышая давление ступенями до указанного в чертеже, дважды прессуют, одновременно подтягивая диаметрально противоположные болты.

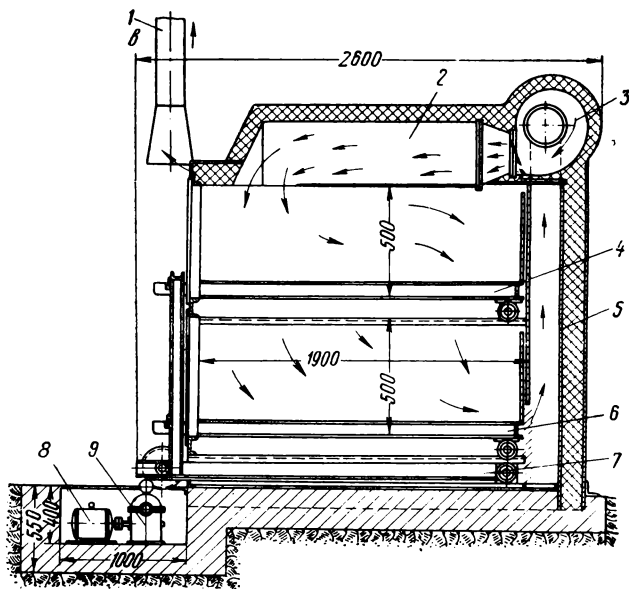


Рис. 165. Электрическая двухъярусная печь для нагревания коллекторов:

1 — вытяжная вентиляция; 2 — электрокалорифер; 3 — вентилятор; 4 — тележка верхняя; 5 — каркас; 6 — тележка нижняя; 7 — тележка ведущая; 8 — электродвигатель; 9 — редуктор

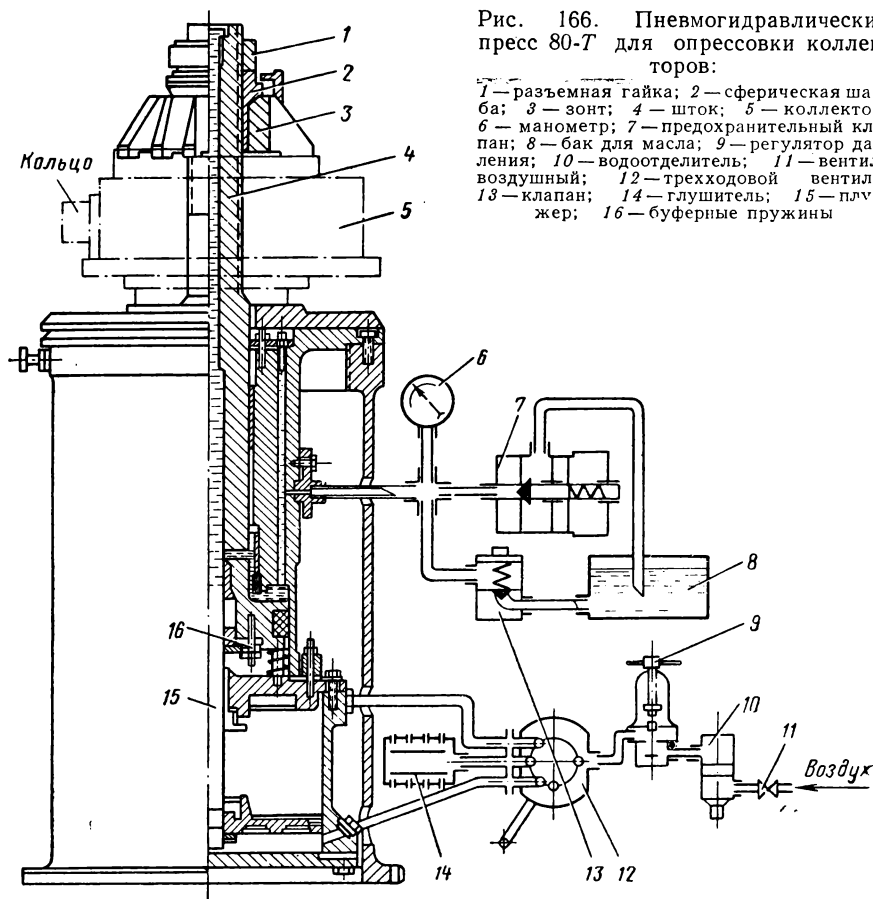


Рис. 166. Пневмогидравлический пресс 80-Т для опрессовки коллекторов:

1 — разъемная гайка; 2 — сферическая шайба; 3 — конус; 4 — шток; 5 — коллектор; 6 — манометр; 7 — предохранительный клапан; 8 — бак для масла; 9 — регулятор давления; 10 — водоотделитель; 11 — вентиль воздушный; 12 — трехходовой вентиль; 13 — клапан; 14 — глушитель; 15 — плунжер; 16 — буферные пружины

После статического формования коллектор балансируют и формуют динамически; при замене миканитовых конусов на вновь изготовленные коллектор формуют дважды, при использовании ремонтных конусов — один раз.

При динамическом формовании коллектор закрепляют на шпинделе разгонной установки, нагревают до 140°C и вращают 15—60 мин при включенной нагревательной системе со скоростью 1,25 максимальной. После разгона нагретый коллектор прессуют на гидравлическом прессе давлением 30—40% номинального, снова нагревают и прессуют давлением 65—75% номинального. Коллекторы, формующиеся один раз, подвергают прессованию давлением 65—75% номинального. Одновременно подтягивают крепление, не допуская эллиптичности коллектора, перекоса пластин и шайбы. Коллекторы, формующиеся дважды, охлаждают до температуры цеха, подтягивают крепление, вновь нагревают, разгоняют при скорости 1,25 максимальной, прессуют при номинальном давлении, подтягивают крепление в нагретом и холодном состоянии. Номинальное давление прессования коллектора (в кг) при конусности $\alpha = 30^{\circ}$:

$$P = 1,8 p_0 F,$$

где p_0 — удельное давление между пластинами, не менее 200 кг/см^2 ;

F — одна боковая площадь пластины, см^2 .

Для машин электроподвижного состава $P = 15—170 \text{ Т}$.

Коллектор отформован, если после разгона пластины не имеют радиального смещения более $0,1 \text{ мм}$, разница в биении холодного и нагретого коллектора не превышает $0,03 \text{ мм}$, коллекторные болты или гайки не подтягиваются. Закрыв щель между миканитовым конусом и медью жгутом из пропитанной киперной ленты, окрашивают конус электроэмалью, бандажируют вылеты

манжет отожженной стальной проволокой $\varnothing 1,5\text{--}2,0\text{ мм}$ и стягивают их хомутом. Отформованный коллектор балансируют статически и динамически (при $\varnothing > 500\text{ мм}$).

Коллекторы с миканитовой изоляцией ввиду сложности конструкции и технологии изготовления, а также нестабильности сборки в эксплуатации заменяют коллекторами с корпусной изоляцией из материалов на основе стекловолокна и модифицированных фенолоформальдегидных смол — реактопластов К-211-3 или АГ-4С (ГОСТ 10087—62*). Вследствие жесткости эти материалы применяют для коллекторов с несложной арматурой без заполнения межламельной изоляции. Использование пластмасс для корпусной изоляции коллекторов подтвердило надежность конструкции, несложность изготовления, возможность экономии меди и формовочного миканита. Коллекторы с пластмассовой изоляцией не допускают замены отдельных пластин и при необходимости в этом так же, как и при износе пластин, требуют смены всего коллектора.

При изготовлении коллекторов с корпусной изоляцией из пластмассы (рис. 167) после сборки коллекторных пластин укладывают в нагретую до $130\text{--}135^\circ\text{С}$ прессформу (рис. 168) кольцо с комплектом пластин и плашками, втулку коллектора, скрученную в жгуты прессмассу АГ-4С, и прессуют ее при давлении $400\text{--}500\text{ кг/см}^2$ с выдержкой $30\text{--}50\text{ мин}$. Опрессованный коллектор выпекают 5 ч при $140\text{--}150^\circ\text{С}$ для снятия внутренних напряжений, удаления летучих веществ и более глубокой поликонденсации смолы. После охлаждения спрессовывают кольцо, плашки и передают коллектор для дальнейшей обработки. Механически обработанную поверхность пластмассы покрывают эпоксидной эмалью ЭП-51.

Точность и стабильность размеров, хорошие электроизоляционные свойства в широком интервале температур и влажности лучше обеспечиваются при изготовлении коллекторов методом литьевого прессования. Сущность этого метода состоит в том, что из загрузочной камеры разогретый прессматериал впрыскивают в прессформу через каналы нагретых литников, причем материал быстро прогревается по всей массе. Для хорошего качества коллекторов соблюдают время заполнения прессформ, температуру и время подогрева прессмассы, температуру, выдержку и давление прессования, режимы термической обработки.

При ремонте коллекторов с пластмассовой корпусной изоляцией подгоревшие места зачищают, промывают бензином, покрывают бакелитовым лаком или эмалью ГФ-92-ХК. Местные повреждения пластмассы исправляют, удаляя часть материала с последующей очисткой, промывкой и заполнением эпоксидным компаундом (смола ЭД-5—100 весовых частей, метакрилендиамин—20 и кварцевая мука 300). Отремонтированные детали выдерживают при 20°С 24 ч , затем при 120°С — $5\text{--}6\text{ ч}$, зачищают и покрывают эмалью ГФ-92-ХК.

При полной разборке коллектора в связи с ослаблением пластин или пробоем изоляции протачивают пластмассу, не затрагивая меди, и спрессовывают ее, используя специальные кольца. После разборки нагревают медные пластины до 180°С и удаляют с них в нагретом состоянии остатки пластмассы в галтовочном барабане. Ввиду вредности пыли и стружки из пластмассы АГ-4 соб-

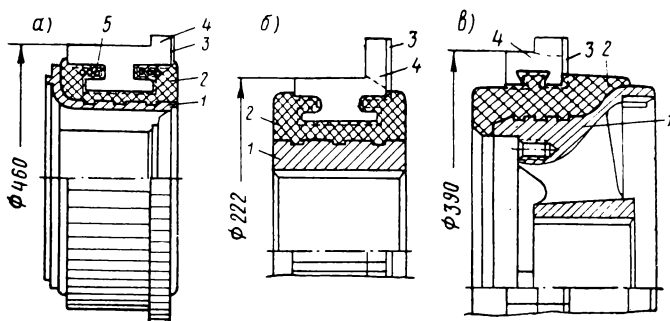


Рис. 167. Коллекторы с пластмассовыми корпусами:

а — тягового двигателя ДК-106; б — генератора управления ДК-405К; в — мотор-вентилятора НБ-430 и мотор-компрессора НБ-431; 1 — стальная литая втулка; 2 — пластмассовый корпус; 3 — миканитовые пластины; 4 — медные пластины; 5 — стальные армировочные кольца

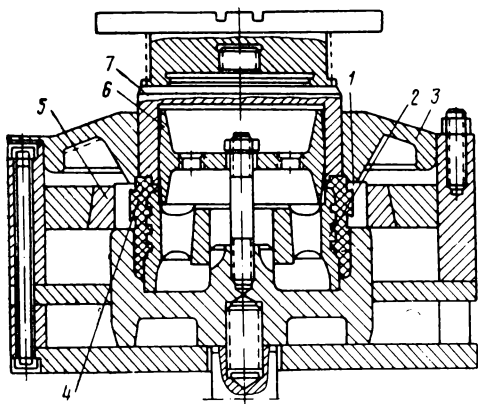


Рис. 168. Прессформа для изготовления коллекторов с изоляцией из пластмассы:

1 — комплект пластин; 2 — втулка коллектора; 3 — крышка прессформы; 4 — пластмасса; 5 — плашки с кольцом; 6 — технологическая втулка; 7 — пуансон

людают меры по охране труда (вентиляция, защита кожи и др.).

Принимая коллекторы, проверяют: перекося торцов пластин и нажимных шайб относительно коробки; перекося пластин по образующей; эллиптичность рабочей поверхности и состояние конусов; положение шпоночной канавки. Миканитовые конусы не должны иметь морщин, а между их поверхностью и выступающими частями пластин должен быть зазор. Пластины, болты или гайки коллектора при обстукивании не должны вибрировать. Запас на подтягивание нажимной шайбы должен быть не менее 3 мм, а провал отдельных пластин не более 0,2 мм.

Отсутствие замыканий между пластинами проверяют на стенде с регулируемым трансформатором 50 гц при напряжении 50 в на каждые 0,1 мм номинальной толщины миканитовой прокладки. При проверке медными электродами касаются на 1—3 сек соседних коллекторных пластин; на короткое замыкание указывает звуковой или световой сигнал.

Для проверки коллекторов на межламельное замыкание выпрямленным напряжением до 500 в применяют переносный прибор Новочеркасского электровозостроительного завода, питаемый от кислотного аккумулятора на 6 в. Замыкание пластин снаружи устраняют, при внутреннем замыкании разбирают коллектор. Замыкание пластин нельзя выжигать электрическим током.

При проверке корпусной изоляции коллектора пластины обвязывают навитой в виде пружины стальной проволокой и присоединяют электроды к коробке коллектора и проволоке. Испытания проводят в камере стенда на тележке, пользуясь установкой с регулируемым трансформатором на 12 кз. Напряжение постепенно доводят до испытательного и выдерживают 1 мин (табл. 30). Коллекторы с пробоем изоляции разбирают, устраняют причины, снова собирают и испытывают.

Таблица 30

Изоляция на номинальное напряжение относительно корпуса, в	Испытательное напряжение между медью и коробкой коллектора, кВ	
	Машины, спроектированные после 1966 г.	Машины, спроектированные до 1966 г.
До 100	2	1,5
1 500	8	5,6
3 000	12	8,8

Манжеты и цилиндры из формовочного миканита после разборки коллектора очищают стеклянной шкуркой и проверяют. Мелкие неисправности манжет и цилиндров устраняют наклейкой слюды или формовочного миканита и запекают при 200°С с выдержкой 35 мин на 1 мм толщины в прессформах при давлении 300 кг/см². Изделия с глубокими трещинами, расслоением, рыхлостью и прогарами заменяют изготовленными из миканита ФФША или ФМША (ГОСТ 6122—60) у машин с изоляцией класса А и В или из миканита ФФКА у машин с изоляцией класса F и H. Для коллекторных манжет с допусками на толщину ± 0,1 мм применяют калиброванный миканит толщиной до 0,2 мм, для цилиндров и фланцев якоря — до 0,5 мм.

Миканит должен иметь толщину не менее 0,93 номинальной и усадку не более 7% при 20° С и давлении 600 кг/см². В зависимости от изоляции заготовки склеивают лаком глифталевым 1155 (ТЭУ 107-60) или кремнийорганическим ЭФ-5Б (ТУ МХП № 2300-57) с добавлением ускорителя высыхания — сиккатива 64Б. Разбавителем глифталевого лака служит спирто-бензольная смесь в соотношении 1 : 1, а для кремнийорганического лака — бензил.

Для изготовления непрессованных цилиндров нарезают из формовочного миканита заготовки и покрывают их клеящим лаком. Нагревают до 200° С цилиндрическую оправку, покрывают ее смазкой УТ (ГОСТ 1957—52) и бумагой, затем обертывают вокруг нее со сдвигом стыков разогретые при 160° С до размягчения смолы заготовки. Число слоев миканита определяется его толщиной и толщиной цилиндра (1,5—2 мм у машин на 3 000 в). Оправку с миканитом стягивают хомутом и запекают не менее 40 мин в печи при 200° С, затем охлаждают до 40° С, удаляют хомут, зачищают цилиндр и контролируют его качество.

Прессованные цилиндры коллектора, фланцы и полукольца якоря, втулки выпекают под давлением в прессформах при 200° С, с выдержкой 10—15 мин на 1 мм толщины при глифталевом и 30 мин при кремнийорганическом лаке.

Манжеты диаметром до 500 мм делают цельными, манжеты большего размера — составными. Заготовки манжет вырезают по шаблону, смазывают лаком, разогревают до размягчения и укладывают со сдвигом стыков в нагретую до 160—170° С прессформу, у которой рабочие поверхности покрыты тугоплавкой смазкой УТ (консталином) и телефонной или пергаментной бумагой. Число заготовок определяют, исходя из необходимой толщины манжеты, миканита и усадки 15%. Заготовки прессуют при 50%-ном давлении, затем с прессформой нагревают в печи при 180—210° С и прессуют окончательно при давлении 300—500 кг/см² с выдержкой 35—40 мин на 1 мм толщины манжеты. После охлаждения прессформы под давлением удаляют наплывы лака, смазки и бумагу, зачищают кромки, проверяют размеры и качество манжет.

Ремонт сердечника якоря. После разборки якоря сердечник очищают от изоляции и наплывов лака, продувают сжатым воздухом, протирают увлажненными бензином концами и проверяют.

У якорей тяговых двигателей сердечник разбирают при: глубоких задирах по расточке, трещинах, изломе бурта и криволинейности втулки; трещинах или ослаблении посадки обмоткодержателей; ослаблении запрессовки, завальцовки, расслоении или сдвиге листов; криволинейности пазов, биении стали относительно вала, превышающем 1 мм; крупных выжигих и вмятинах стали; замене бандажного крепления обмотки клиновым. Выжиги стали не более чем в двух пазах, занимающие до 20% по длине и высоте паза и до 15% по глубине зубца, оставляют без перепрессовки сердечника.

У вспомогательных машин с диаметром якоря до 400 мм обмоткодержатели и стальной пакет насаживают непосредственно на вал, поэтому при замене вала сердечник разбирают.

Якорную втулку с бесшпоночной посадкой на вал допускается растачивать, а также наплавлять с обработкой на увеличенный размер в местах посадки обмоткодержателей. При необходимости обмоткодержатели наплавляют и растачивают по размерам втулки. Изготовленные и отремонтированные обмоткодержатели статически балансируют.

Пригодные к использованию листы стали якоря рихтуют, очищают от загрязнений и лаковой пленки. Ремонтируемые листы набирают на гребенку приспособления и загружают в выварочную ванну с 5%-ным раствором каустической соды в воде, нагретым до 80—90° С. Температуру раствора регулируют переключением нагревателя мощностью 15 кВт. После выварочной ванны листы промывают в обмывочной ванне струями горячей и холодной воды, под напором и сушат в камере с нагревателем на 1,5 кВт.

Очищенные листы дважды покрывают бакелитовым лаком (ГОСТ 901—56) или масляным лаком 202, разбавленным скипидаром до вязкости 80 сек по вискозиметру ВЗ-4 при 20° С. Лакировку листов стали и запекание пленки вы-

полняют на установке с лакировочным механизмом из двух пар резиновых вальцев, вращаемых через редуктор электродвигателем. Первая пара вальцев наносит с обеих сторон на листы слой лака из ванны, вторая пара отжимает излишки, обеспечивая равномерность покрытия.

Лакированные листы на верхней ветви конвейера передвигаются со скоростью $2,1 \text{ м/мин}$, попадают в камеру с электрическими нагревателями, после покрытия масляными лаками сушатся при 400°С , направляются по перекидному лотку на нижнюю обратную ветвь конвейера, при выходе из камеры охлаждаются воздухом от вентилятора и попадают на кассеты выкатной тележки. Производительность установки за смену 1 200 листов $\varnothing 660 \text{ мм}$ или 2 000 листов $\varnothing 440 \text{ мм}$. Двусторонняя толщина лаковой пленки на листах не должна превышать $0,03 \text{ мм}$; просветы, подтеки и утолщения не допускаются. Омическое сопротивление пакета стали из 20 листов площадью 1 дм^2 под давлением 60 кг/см^2 должно быть не менее 50 ом .

Неисправные листы заменяют изготовленными из электротехнической стали Э12 или Э13 толщиной $0,5 \text{ мм}$ (ГОСТ 802—58); для уменьшения потерь от гистерезиса и вихревых токов применяют стали Э310 и Э320. Листы штампуют на прессе с выполнением пазов, осевого отверстия и отверстий вентиляционных каналов.

Листы стали на втулке или валу якоря собирают с допусками прессовой посадки; для точности в пазы ставят 1—2 направляющие с размерами на $0,2 \text{ мм}$ меньше ширины паза. После сборки пакет прессуют давлением 50 кг/см^2 . Для жесткости торцов сердечника якоря крайние 4—6 листов из Ст. 2 (ГОСТ 3680—57*) толщиной $1,0$ — $1,5 \text{ мм}$ скрепляют клеем БФР-2 или эпоксидным клеем.

Листы набирают на стойки с промежутками 20 — 30 мм и сушат 10 — 15 мин при 90 — 100°С . После остывания до температуры цеха собранные в пакеты листы укладывают в прессформу; во избежание слипания прессформу и промежуточные листы между пакетами покрывают пудрой или смазывают. Пакеты прессуют при давлении 100 кг/см^2 и заклинивают, затем выпекают 3 ч при 170 — 180°С . После охлаждения прессформу расклинивают, удаляют прокладочные листы, проверяют качество склеивания листов.

Крайние листы стали сердечника якоря иногда соединяют точечной сваркой у зубьев. Для постановки дополнительной изоляции конец паза на длине 15 мм делают расширенным, при проволочных бандажах часть листов выполняют с уменьшенным на 5 — 6 мм диаметром для образования канавок.

После сборки пакета стали на вал или якорную втулку напрессовывают передний обмоткодержатель. При запрессовке обмоткодержателей без нагрева контролируют давление. В опрессованном сердечнике якоря проверяют длину и радиальное биение пакета стали, ширину пазов и углублений для бандажей. Якорные пазы калибруют на продольно-протяжном станке. Поверхности для посадки вентилятора, металлического фланца и коробки коллектора при необходимости протачивают. Сердечник балансируют, уравнивающие грузы приваривают к обмоткодержателям электросваркой, затем напрессовывают коллектор и проверяют положение пластин относительно пазов стали, допуская смещения их по окружности не более $1,5 \text{ мм}$. Щель между коробкой коллектора и обмоткодержателем заполняют пропитанной в лаке бечевкой, поверхность сердечника покрывают лаком и сушат.

Лобовые части сердечника якоря на стойках или бандажировочном станке изолируют нагретым миканитом, склеивая его с поверхностью обмоткодержателей и между слоями клеящим лаком, стягивают изоляцию бандажом или хомутами и сушат в печи при 110°С . Для изоляции обмоткодержателей взамен слюдосодержащих миканитов применяют стеклоэскапоновую лакоткань, покрытую сначала бакелитовым, а затем глифталевым лаком—стеклофолий. Толщина стеклофолы $0,22 \pm 0,03 \text{ мм}$, среднее значение пробивного напряжения электрического поля не менее 30 кв/мм . Изоляцию плотно утягивают без морщин, расслоений и рыхлости, ее стыки должны быть смещены один относительно другого, а уровень изоляции у петушков коллектора лежать выше донышка шлиц, но не более чем на $1,5 \text{ мм}$.

Укладка якорных обмоток и бандажировка. Отремонтированный сердечник якоря продувают воздухом и очищают от загрязнений, а концы шин обмотки, пользуясь приспособлением, срезают соответственно наклону шлиц коллекторных пластин. Якорь размечают по схеме, пользуясь шаблоном и керном. У якорей с разрезными катушками, сняв с обмоткодержателей проволоочный бандаж и прессшпан, на изоляцию задней лобовой части укладывают выравнивающий гибкий миканит ГФ2, укрепляя его пропитанной киперной лентой.

Катушки нагревают 10—15 мин в электропечи при 80—100° С, натирают пазовую часть парафином, опускают луженые коллекторные концы в канифольный флюс и укладывают легкими ударами через текстолитовую подбойку, соблюдая вылет из паза, шаг по стали и коллектору. При укладке шин в шлицы коллектора оставляют запас по длине меди длиной 1—5 мм для перемещения при осадке обмотки. Шины в петушках выравнивают плоскогубцами и осаживают ударами через стальную оправку. При необходимости шины уплотняют постановкой боковых медных луженых пластин. Неплотности в лобовых частях обмотки заполняют прокладками из миканита.

Уложив обмотку, нагревают якорь 5—6 ч в печи при 110—130° С и подтягивают коллекторные болты. В пазы якоря укладывают полосы прессшпана и деревянные бруски, затем на бандажировочном станке осаживают нагретую обмотку проволокой \varnothing 2,5—3,0 мм при натяжении 320—400 кг. Повышения качества достигает многократной осадкой обмотки одной и той же проволокой. Конец проволоки, пропущенной через натяжное устройство, закрепляют со стороны коллектора, включают станок и наматывают проволоку вдоль якоря, затем зажимают, обрезают и крепят на другом его конце. При вращении якоря в противоположном направлении бандаж перематывается с постоянным натяжением. Ослабление проволоки в результате осадки обмоток компенсируется в натяжном устройстве перемещением поршня с траверсой с роликами. Перемотку проволоки проводят 4—8 раз до прекращения осадки.

В модернизированном бандажировочном станке осуществлены: бесступенчатое регулирование скорости перемещения каретки, торможения якоря, предупреждающее ослабление проволоки при остановке, автоматическое переключение в крайних положениях вращения якоря и подачи каретки, постоянное фиксированное натяжение проволоки в пределах 100—450 кг с компенсацией ослабления при перемотке.

После осадки нижних обмоток и охлаждения якоря в шлицы коллектора ставят луженые медные клинья. Снимают проволоочный бандаж и проверяют электрическую прочность изоляции напряжением, равным 1,3 испытательного для данной машины. Уложив изоляцию на нижние обмотки, укладывают нагретые верхние катушки, нагревают и осаживают обмотку на станке. После остывания якоря ставят клинья в шлицы коллектора и снимают временный бандаж, оставляя 5—6 витков в задней лобовой части. Обрезав выступающие части U-образной изоляции, проверяют электрическую прочность изоляции обмотки напряжением 1,2 испытательного для машины.

При удовлетворительных результатах испытания снимают фланцы, ставят под выступающую изоляцию временное кольцо, выполняют пайку верхних шин со скобами нижних на контактной электросварочной машине, защищают наплывы и заусенцы, продувают и изолируют скобы с постановкой миканитовых прокладок. На токарном станке срезают выступающие из петушков шины, проверяют отсутствие обрывов и витковых замыканий обмоток, рабочую часть коллектора покрывают разведенным в воде мелом, надевают втулку и уплотняют ее асбестовым шнуром, миканитовый конус защищают асбестовой лентой, петушки смазывают канифольным флюсом. Якорь устанавливают в ванну коллектором вниз, погружают петушки в припой ПОС-60, выдерживают, пока их температура не станет равной температуре припоя (230—270° С), удаляют припой в тигель и вынимают якорь из ванны.

Во время пайки коллекторов в ванне пластины и изоляция перегреваются, для каждого типа якорей требуются специальные приспособления и до 550 кг припоя, расплавляемого каждый раз до начала работы в течение 1,5 ч. Хоро-

шую без перегрева пайку пластин, высокую производительность и экономию припоя получают при контактной пайке коллекторов на установке, состоящей из станины с центрами в бабках, угольного и медного электродов с горизонтальным и вертикальным перемещением, пневматического устройства для наклона якоря и трансформатора с шестью ступенями регулирования тока, подводимого к угольному электроду при пайке. После пайки зачищают и крепят коллектор. Неплотности и щели в шлицах не допускаются. При проверке качества пайки милливольтметром напряжение между соседними пластинами не должно отклоняться более чем на $\pm 15\%$ от средней величины замеров.

Для уплотнения обмоток якорей тяговых двигателей в передней лобовой части нагнетают электроизоляционную теплопроводную пасту, состоящую из асбестового волокна, 43% белого маршалита, 30% мела и термореактивных связующих — кремнийорганического лака ЭФ5, льняного масла и сиккатива. Удалив с поверхности излишки пасты, наматывают временный бандаж на лобовую часть со стороны коллектора и делают первую пропитку якорю. Затем укладывают постоянные бандаж и клинья, проводят вторую пропитку, покрывают поверхность якоря лаками и эмалями и крепят коллектор.

Использование стеклобандажей для крепления якорных обмоток упрощает технологический процесс — не нужна укладка подбандажной изоляции, постановка скобочек и замков, пайка бандажей. Наряду с экономичностью стеклобандаж обладают более высокой механической прочностью и повышают надежность крепления обмоток, так как при эксплуатации не распадаются, не ослабевают и не сползают с лобовых частей якоря. Стеклобандажная нетканая лента из стекловолокна ЛСБ-Ф, пропитанного полиэфирэпоксидным лаком ПЭ-933, имеет предел прочности при растяжении 70 кг/мм^2 .

После предварительного выравнивания лобовых частей якоря наматывают стеклобандаж с укладкой витков в полуперекрышу на обычном бандажировочном станке, оборудованном счетчиком числа витков и натяжным приспособлением. На каждой стороне якоря в зависимости от типа укладывают 150 — 360 витков. Конец ленты прикрепляют к бандажу, пользуясь паяльником.

Электрическую прочность изоляции отремонтированного якоря проверяют напряжением, превышающим на 10% испытательное напряжение для окончательно отремонтированной электромашины при проверке ее на стенде.

Ремонт обмотки якоря. При неисправностях, требующих замены обмотки, а также при заводском ремонте 2-го объема снимают якорные бандаж и на токарном станке разрезают проводники на расстоянии 5—6 мм от петушков коллектора, а также у задних лобовых соединений. Текстолитовые клинья выпрессовывают на станке-автомате. Обмотку из шинной и ленточной меди вынимают для ремонта, катушки из обмоточного провода удаляют для замены. Для облегчения выемки обмоток якорь нагревают в печи до 80°C .

Ремонт катушек из шинной меди включает удаление изоляции, ремонт меди, наложение витковой и корпусной изоляции, проведение испытаний.

Для равномерного отжига меди без образования окалины с одновременным более быстрым размягчением изоляции используют печь светлого отжига. После 75 мин пребывания катушек при 500°C в среде, насыщенную водяным паром при атмосферном давлении, их выгружают, разрезают изоляцию дисковой фрезой и разворачивают в приспособлении с электрическим приводом. После очистки шин от изоляции неисправные места и луженые концы отрезают ножницами, зачищают войлочным кругом с наждаком и наращивают внакладку медью, припаявая ее фосфористомедным припоем.

После наращивания шины правят, обрезают по длине на станках и формуют, изгибая на ребро и в плоскости. Концы шин со стороны коллектора лудят в электрованне припоем ПОС-40 с канифольным флюсом. К нижним шинам разрезной обмотки припаявают штампованные соединительные скобы. Шины изолируют в полуперекрышу слоем микаленты ЛФЧ, а на концах — шелко-слюдайной лентой. Их покрывают лаком Бт-95, закладывают в углы и на концах слюдяные пластины, собирают в пакет, обжимая прямолинейную его часть в тисках. Забандажировав киперной лентой, пакет сушат

8 ч при 120° С и в нагретом состоянии прессуют не менее 2 мин в формах с водяным охлаждением. Электрическую прочность изоляции между шинами проверяют напряжением 1 500 в переменного тока 50 гц в течение 5 сек.

Удалив киперную ленту при сохранности изоляции шин, укладывают корпусную изоляцию — 6 слоев в полуперекрышу микаленты ЛФЧ толщиной 0,1 мм. При изолировании пазовую часть покрывают лаком Бт-95, выравнивают прокладками, чередуют направление слоев микаленты. Поверх изоляции укладывают временный бандаж из киперной ленты и сушат полукатушки сначала 24 ч при остаточном давлении 350 мм рт. ст., а затем 12 ч при 120° С и атмосферном давлении.

Нагретые полукатушки прессуют в формах под давлением. Сняв киперную ленту, укладывают асбестовую ленту, затем кабельную бумагу встык, нагревают полукатушки 20—25 мин при 120°—130° С и прессуют в формах с выдержкой 2 мин. После проверки шаблоном полукатушки испытывают переменным током 50 гц, витковую изоляцию напряжением 1 200 в в течение 5 сек и корпусную изоляцию напряжением 12 000 в в течение 1 мин.

После испытания переменным током 50 гц целесообразно минутное испытание импульсным напряжением.

Изготовление неразрезных катушек обмотки якоря отличается от изготовления разрезных отдельными операциями.

Надежность катушек повышают применением для корпусной изоляции в комбинации с микалентой стекломикалент на кремнийорганическом лаке ЭФ-5, стеклоэскапоновой лакоткани и ленты ЛСЭЛ-19.

Катушки обмотки якорей вспомогательных машин с изоляцией класса А, из обмоточного провода (ГОСТ 6324—52) с хлопчатобумажной, эмаливо-шелковой или капроновой изоляцией (ПБД, ПЭЛБД, ПЭЛШД и ПЭЛКД) наматывают на шаблон одновременно с нескольких барабанов на станках с натяжным приспособлением. При намотке между слоями проводов укладывают изоляционные прокладки, после намотки пакет стягивают временным бандажом из тафтяной ленты и придают ему форму растяжкой на станке с пневматическим приводом, лобовые части пакета выгибают на шаблоне.

Отформованный пакет дважды сушат 3 ч при 100—110° С, пропитывают в лаке 447 и сушат 8 ч при той же температуре. Затем зачищают и лудят припоем ПОС-30 концы проводников. Пакет проводников покрывают клеящим лаком, укладывают временный бандаж, нагревают при 110—120° С, укладывают в прессформу и прессуют, выдерживая до остывания под прессом с водяным охлаждением. После удаления бандажа пазовую часть катушки изолируют пятью слоями лакоткани ЛХ-2 или ЛШ-2 (ГОСТ 2214—66), лобовые части, головки и углы перехода катушки изолируют в полуперекрышу слоем ленты 20 мм из шелковой лакоткани с косой нитью. Покровную изоляцию катушек выполняют слоем пропитанной в лаке 447 тафтяной ленты.

Изолированные катушки сушат 1 ч при 110° С. Хорошее качество дает корпусная изоляция из высокоэластичной стеклоэскапоновой лакоткани ЛСЭЛ. Катушки с изоляцией класса В из провода с однослойной стекловолочнистой изоляцией ПЭТКСО или с двухслойной изоляцией ПСДК изолируют стекломикалентой с промазкой кремнийорганическим лаком и сушат при 180° С. Изготовленные катушки осматривают, укладку витков проверяют сигнальной лампой, размеры — шаблонами, витковую изоляцию испытывают переменным током 220 в, корпусную изоляцию катушек на 3 000 в — напряжением 11 кв, катушек на 1 500 в — напряжением 8 кв и катушек на номинальное напряжение до 100 в — испытательным напряжением 2,3 кв.

§ 56. Ремонт якорных подшипников

В тяговых двигателях применяют цилиндрические роликовые подшипники тяжелой серии, сферические подшипники и подшипники средней серии. Вспомогательные машины имеют в основном шариковые подшипники.

Срок службы якорных подшипников против расчетного снижают: несоблюдение технических требований при эксплуатации, монтаже и демонтаже подшипниковых узлов; неточность сопрягаемых деталей и отступления от технических требований при ремонте; невысокое качество смазки и сложные температурные условия работы. При износе беговых дорожек и буртов колец, роликов и гнезд сепараторов увеличиваются радиальные и осевые зазоры, возрастают динамические усилия в подшипниках, нарушается геометрическая форма деталей, изменяется структура наружного слоя рабочей поверхности с образованием забоин, смятия, выкрашивания, шелушения и задиров. При недостаточной и некачественной смазке наблюдаются задиры и абразивный износ.

Характерные повреждения подшипников тяговых двигателей: неисправность сепараторов с ослаблением заклепок; откол буртов наружных колец большей частью с внешней стороны; провертывание и поперечные трещины с разрывом внутреннего кольца; продольные задиры на роликах и внутренних кольцах; ожог рабочих поверхностей током; чрезмерный нагрев с повреждением деталей.

При деповском ремонте электромашин выполняют ревизию подшипниковых узлов, при этом исправные внутренние кольца роликовых подшипников, имеющие нормальную посадку, с вала двигателя не снимают. Ремонтируемые якорные подшипники для удаления смазки промывают в горячей воде и в бензине с добавлением 5—8% по объему трансформаторного масла. Для повышения качества промывки применяют моечные машины и ультразвуковые агрегаты.

После промывки наружное кольцо с роликами и сепаратором в сборе осматривают для определения ремонта, провертывая при этом детали и пользуясь лупой. Внутреннее кольцо контролируют намагничивая для обнаружения трещин, размагничивают и измеряют геометрию дорожки качения, а в случае снятия с вала — и внутренней поверхности. При необходимости восстанавливают натяг цинкованием или клеем типа ГЭН-150(В). Неразъемные шариковые подшипники со штампованными сепараторами осматривают с проверкой легкости вращения и измеряют боковое биение колец.

Ремонтируемые без переборки подшипники очищают от коррозии, подтягивают ослабшие заклепки, комплектуют с внутренними кольцами, проверяют радиальные зазоры и разность их крайних значений, а затем промывают в бензиновой ванне с добавлением 1—2% трансформаторного масла. При ремонте оставляют на нерабочих поверхностях черноту до 10% площади, местную выработку на торцах, следы зачистки забоин, мелкие шлифовальные риски.

Допускаемые отклонения от номинальных размеров: износ, овальность и конусность по внешнему диаметру наружного кольца до 0,03 мм; уменьшение диаметра беговой дорожки внутреннего кольца на 0,03 мм, ее конусность и овальность до 0,01 мм; уменьшение ширины колец на 0,5 мм; увеличение радиального зазора на 0,1 мм и осевого разбега на 0,2 мм; уменьшение диаметра посадки внутреннего кольца в соответствии с градацией ремонтных размеров через 0,25 мм, но не более чем на 1 мм; уменьшение твердости на торцах колец до 58, а в зоне контакта до 60 единиц шкалы С по Роквеллу.

При ослаблении заклепок их подтягивают, взамен неисправных ставят новые из мягкой стальной проволоки, при ослаблении более 50% и при наличии обрывов все заклепки заменяют. Головки заклепок образуют ударами ручника с применением обжимок из стали ШХ15.

Подшипники, имеющие предельный износ, нарушение геометрической формы, трещины и погнутость сепаратора, ослабление или обрыв заклепок, трещины, раковины, отколы, шелушение роликов и колец, а также заклинивание, толчки и ненормальный шум при вращении, заменяют или ремонтируют, руководствуясь ГОСТ 520—55*, ГОСТ 6275—57 и правилами ремонта.

При заводском ремонте 1-го объема электрических машин якорные подшипники ремонтируют или заменяют новыми. Ремонт с перекомпоновкой роликов позволяет восстанавливать около 50% якорных подшипников и включает следующие операции: разборка подшипников с расклепкой сепараторов; промывка и очистка деталей; магнитный или ультразвуковой контроль колец и роликов; полировка рабочих поверхностей, измерение и сортировка роликов

по диаметру и высоте; сборка подшипников из годных деталей; размагничивание; проверка радиального зазора и разности крайних размеров; промывка в ванне.

Детали контролируют измерительными приборами и инструментами с точностью замеров до 10% установленного допуска (не более $\pm 1 \text{ мк}$). Индикаторный инструмент настраивают по концевым мерам (плиткам). При измерениях деталей определяют отклонения от номинальных размеров, непараллельность поверхностей, разность диаметров тел качения, их овальность и конусность.

Наружные кольца проверяют по внешнему диаметру индикаторными скобами, по внутреннему диаметру индикаторным нутромером с ценой деления не более 2 мк, конусность и овальность беговой дорожки — индикаторным прибором (рис. 169), ширину между буртами — плоскими калибрами. Вращая кольцо на оправке в центрах, индикатором определяют торцовое, радиальное и боковое биение по буртам дорожек качения. Мелкие риски на беговой дорожке, ее овальность и конусность более 0,02 мм, токовые ожоги устраняют шлифовкой с увеличением диаметра на 0,7 мм и ширины на 0,5 мм.

Внутренние кольца проверяют по наружному диаметру индикаторной скобой, по внутреннему диаметру калибрами или индикаторным нутромером, ширину колец — штангенциркулем, закругления фасок — радиусными шаблонами. Внутренний диаметр внутреннего кольца должен соответствовать ремонтным размерам с уменьшением через 0,25 мм, но не более чем на 1 мм. Уменьшение диаметра беговой дорожки внутреннего кольца допускается на 0,3 мм, ее конусность и овальность до 0,1 мм, уменьшение ширины кольца на 0,5 мм.

Износ поверхностей посадки колец компенсируют цинкованием, хромированием или осталиванием, причем покрытие не должно отслаиваться и шелушиться. Посадочные поверхности подшипников качения также восстанавливают нанесением пленки эластомера ГЭН-150 (В) с сушкой ее на воздухе и при 110—120° С.

Износ поверхностей качения колец компенсируют увеличением роликов по диаметру и длине на 0,4 мм больше номинальных размеров. Ролики по диаметру и между торцами измеряют прибором 408М. Если конусность, овальность и бочкообразность превышают 5 мк, а также при наличии вогнутости (корсетности) цилиндрическую поверхность роликов шлифуют на бесцентровом шлифовальном станке. Если отклонения по длине и биение торцов роликов в комплекте превышают 25 мк, то их шлифуют на станке и проверяют прибором (рис. 170) перпендикулярность торцов к цилиндрической поверхности.

На кольцах и роликах, не предназначенных для шлифования на станке, токовые ожоги в зависимости от развития допускается зачищать шкуркой № 40 с маслом.

Размеры сепараторов проверяют штангенциркулем, допуская износ гнезд по диаметру и глубине на 0,6 мм. При точных измерениях детали подшипников и мерительный инструмент должны иметь температуру окружающей среды.

Для выявления в кольцах и роликах невидимых трещин усталости, закалочных, шлифовальных и ковочных, а также волосовин, неметаллических включений и флокенов их проверяют методом магнитного порошка или ультразвуковым. При шлифовочных ожогах трещины, появляющиеся в эксплуатации, методом магнитного порошка выявляются не всегда и для этого применяют метод травления. Для проверки методом магнитного порошка детали намагничи-

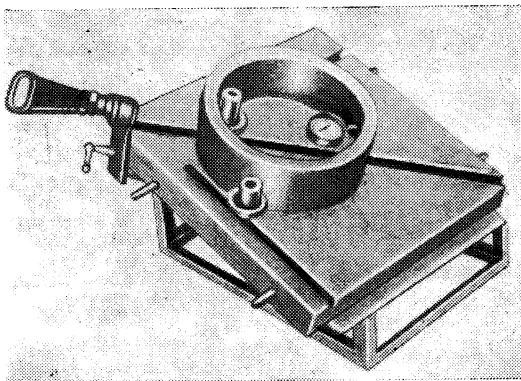


Рис. 169. Прибор для проверки колец роликовых подшипников

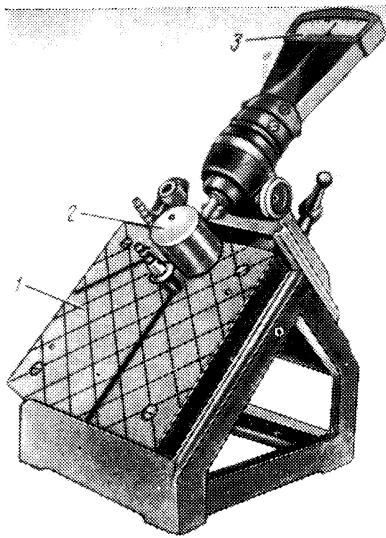


Рис. 170. Прибор для проверки перпендикулярности цилиндрической поверхности ролика относительно его торца:

1 — плита; 2 — ролик; 3 — миниметр

притягивать стальных опилок. Демагнитизатор для деталей подшипников состоит из транспортера с электроприводом, дросселя с разомкнутым сердечником и катушки размагничивания с конусным раструбом, питаемых переменным током 380 в (рис. 172). Передвигаясь на транспортере со скоростью 3 м/мин, размагничиваемая деталь проходит переменное магнитное поле дросселя и магнитное поле катушки, постепенно снижающееся и исчезающее по мере удаления детали на транспортере. Размагниченная деталь с транспортера попадает на приемный стол и транспортируется к месту сборки.

Для использования обладающих меньшей сменяемостью наружных колец взамен забракованных внутренних колец, сепараторов и роликов ставят исправленные или вновь изготовленные детали с ремонтными размерами.

Для изношенных валов изготавливают с ремонтными размерами внутренние кольца подшипников из стали ШХ15 или ШХ15СГ ГОСТ 801—60. Заготовки нагревают до 1050° С и при температуре не ниже 850° С отковывают кольцо с припуском 5 мм на сторону. Поковки равномерно, с замедленной скоростью охлаждают на воздухе, затем для снятия внутренних напряжений и улучшения структуры отжигают в электропечи, нагревая их сначала в течение 5,5—6 ч до 700° С, затем после часовой выдержки до 800° С в течение 4—5 ч и выдерживают 2,5—3 ч. Охлаждают поковки в печи, снижая температуру до 400—450° С со скоростью 20—30° С/ч. Цикл отжига поковок для колец составляет около 35—40 ч, а твердость по Бринеллю после отжига для стали ШХ15 от 178 до 207 единиц и для стали ШХ15СГ — HB215. Поковки обтачивают с при-

вают на стенде в магнитном поле переменного тока 50 гц по схемам рис. 171. Ролики проверяют при полюсном, продольном и поперечном намагничивании; при поперечном намагничивании ролик намагничивают дважды с поворотом вокруг оси на 90°. Кольца проверяют при полюсном, поперечном и циркулярном намагничивании.

Детали, имеющие остаточную магнитную индукцию более 10 000 гс и напряженность магнитного поля не менее 12 э, контролируют на остаточной намагниченности после включения тока в первичной цепи источника на 1 сек. После намагничивания детали погружают в ванну с магнитной суспензией и осматривают. Для выявления волосовин с размерами менее 0,05 мм и залегающих под поверхностью на глубине до 0,2 мм требуется при полюсном намагничивании остаточная напряженность магнитного поля не менее 100 э. Для циркулярного намагничивания колец напряженность магнитного поля должна быть не менее 25 э.

После магнитного контроля кольца и ролики должны быть размагничены и не

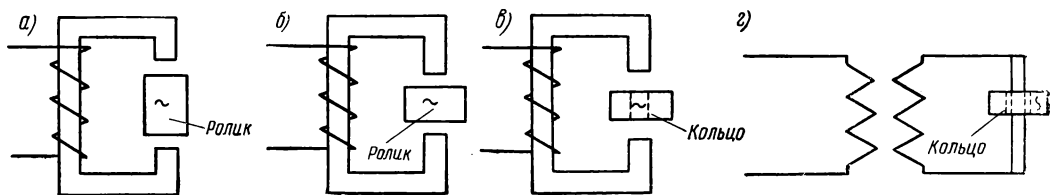


Рис. 171. Схемы намагничивания ролика и кольца роликового подшипника:

а — полюсного продольного; б и в — полюсного поперечного; г — циркулярного

пуском 0,6 мм на сторону, затем закаливают для получения высокой твердости, упругости и сопротивляемости истиранию.

Кольца из стали ШХ15 с толщиной стенки 10—25 мм и наружным диаметром 90—250 мм нагревают 30—45 мин до 845—865° С, выдерживают 25—35 мин и закаливают в веретенном масле при 25—40° С. Для снятия напряжений и повышения ударной вязкости после закалки

проводят низкотемпературный отпуск колец в ванне с цилиндрическим маслом при 160—180° С с выдержкой 2,5—5 ч в зависимости от диаметра. После термической обработки кольца контролируют по внешнему виду и на твердость, которая должна находиться в пределах 61—64 единиц шкалы С по Роквеллу, затем шлифуют их на внутришлифовальном, круглошлифовальном и плоскошлифовальном станках кругами СМ1 и СМ2 с зернистостью 40—60.

Выточенные ролики загружают в электропечь при температуре до 600° С, нагревают 20—40 мин до 835—860° С, выдерживают при этой температуре 15—35 мин и закаливают в веретенном масле № 3 с температурой 25—40° С или в 3—5%-ном водосодовом растворе, нагретом до 40—50° С. После закалки ролики отпускают в масляной ванне при 150—160° С с выдержкой 3—4 ч.

Термически обработанные до твердости HRC 62—HRC 65 ролики шлифуют по поверхности качения на бесцентрошлифовальном станке, затем, базируясь на эту поверхность, шлифуют один из торцов на плоскошлифовальном станке.

Окончательно торцы роликов шлифуют на том же станке с магнитной плитой. Поверхности качения роликов шлифуют с учетом размеров беговой дорожки наружного кольца комплектуемого подшипника и полируют в оправке на сверлильном станке.

Сепараторы подшипников изготавливают из латунных труб ЛС-59-1Л, после токарной обработки фрезеруют гнезда для роликов, сверлят в них отверстия для заклепок и снимают заусенцы. Крышки сепараторов вытачивают и сверлят в них отверстия.

Подшипники собирают с эталонным внутренним кольцом, устанавливая диаметр роликов, которые при данном размере беговой дорожки наружного кольца обеспечивают в свободном состоянии следующие радиальные зазоры:

Внутренний диаметр подшипника, мм	80—100	100—120	120—140	140—180	180—200
Наименьший радиальный зазор, мм	0,10	0,12	0,14	0,15	0,16

При сборке подшипника проверяют радиальный зазор для трех положений, осевой разбег и расклепывают заклепки. Для повышения производительности при клепке в минуту до 10 головок заклепок $\varnothing 4$ —6 мм применяют электропневматический пресс — полуавтомат ЭКП-5 первого Московского подшипникового завода. Нагревание заклепок до 900—950° С при включении трансформатора 20 квт регулируют при помощи реле времени. Усилие штока пневматического цилиндра 2700 кг. Проверив внутренний и внешний диаметры, ширину, радиусы закруглений фасок, радиальный зазор и осевой разбег, взаимоза-

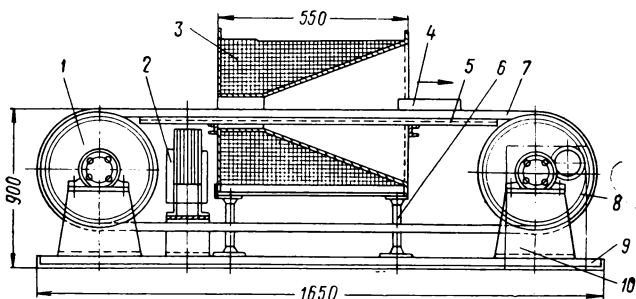


Рис. 172. Устройство для размагничивания деталей роликовых подшипников:

1 — барабан; 2 — дроссель размагничивания; 3 — катушка размагничивания; 4 — деталь подшипника; 5 — направляющие транспортера; 6 — стойки крепления катушки; 7 — транспортер; 8 — приводной барабан; 9 — рама; 10 — редуктор с электродвигателем

няемость частей, монтируемых на валу и в щите, подшипники промывают и смазывают трансформаторным маслом. Для длительного хранения подшипники покрывают техническим вазелином или нагретой до 55—70°С смазкой ПП-95-5 и упаковывают в пергаментную бумагу. При заводском ремонте электрических машин 2-го объема якорные подшипники качения, как правило, заменяют новыми.

§ 57. Пропитка изоляции обмоток

Общие сведения. Повышения надежности и долговечности электрических машин достигают заполнением пор в материале и промежутков в изоляции обмоток электроизоляционными лаками и компаундами. Изоляцию вращающихся обмоток якорей пропитывают в лаках, которые при сушке с удалением растворителей переходят в необратимое твердое состояние. Пory и промежутки в изоляции полюсных катушек заполняют под давлением жидким в нагретом состоянии компаундом, который имеет незначительное количество растворителей, термопластичен и затвердевает после остывания.

Улучшение эксплуатационных качеств изоляции после пропитки характеризуется: снижением на 15—25% рабочей температуры изоляции, так как лак и компаунд обладает большей теплопроводностью в сравнении с вытесненным воздухом; замедлением старения изоляции защищаемой пленкой лака или компаунда от непосредственного соприкосновения с кислородом воздуха; повышением при тех же сроках службы нагревостойкости изоляции на 20—25%; уменьшением перемещений, механических повреждений и износа изоляции за счет эластичных веществ, цементирующих обмотку и увеличивающих сцепление между частицами материала; уменьшением поверхности соприкосновения изоляции с окружающей средой и повышением влагостойкости за счет испарения влаги при сушке и заполнения пор и промежутков в изоляции негигроскопичными лаками или компаундами; увеличением электрической прочности изоляции за счет пропитывающих веществ, имеющих более высокое пробивное напряжение в сравнении с воздухом; получением при компаундировании изоляции непористого слоя без пустот, что исключает ионизацию воздушных прослоек и повышает стойкость изоляции при высоких напряжениях; образованием на поверхности изоляции покровного слоя, стойкого к воздействию растворителей, масла, влаги и загрязнений.

Пропитка изоляции обмоток включает: очистку от загрязнений; предварительную сушку для удаления влаги; заполнение пор и промежутков в изоляции лаками или компаундами; сушку после пропитки лаком для удаления растворителей и превращения лака в твердое необратимое состояние; нанесение на поверхность изоляции покровных лаков или эмалей с сушкой для образования защитной пленки.

Предварительную сушку изоляции проводят для удаления влаги, которая снижает электрическую прочность, препятствует проникновению лака или компаунда при пропитке и, оставшись закупоренной, снижает надежность. При сушке в воздушной среде с атмосферным давлением интенсивное удаление воды происходит при нагревании выше 110°С. При понижении давления (вакуумная сушка) испарение влаги ускоряется, остаточное содержание ее уменьшается, из пор в изоляции удаляется воздух и эффективный результат получают при температуре 60°С.

Для сушки изоляцию нагревают токами высокой частоты, лучеиспусканием или горячим воздухом. Для конвекционного нагрева изделия помещают в сушильные печи с циркуляцией воздуха; для нагревания лучеиспусканием — в автоклавы с обогревом.

С повышением температуры влага и летучие растворители удаляются быстрее, время сушки сокращается, но для каждого класса нагревостойкости изоляции температура ограничивается, так как с ее повышением на 8—10°С скорость старения изоляции увеличивается вдвое (табл. 31).

Таблица 31

Класс нагревостойкости изоляции	Оптимальная температура сушки перед пропиткой, °С		Максимальная температура сушки, °С
	при атмосферном давлении	при остаточном давлении 650 – 80 мм рт. ст	
A	110—120	80—100	130
B	130—140	120—130	150
F	140—160	—	180
H	175—185	—	200

На продолжительность сушки изоляции, помимо давления воздушной среды и температуры, влияют: состав, содержание и связь влаги с материалом; свойства, структура, размеры и форма изоляции; масса и теплоемкость изделия; способ нагревания, скорость циркуляции и кратность обмена воздуха; требуемое состояние изоляции после сушки. Качество сушки определяют мегомметром по величине сопротивления изоляции при определенной температуре.

Сопротивление изоляции полюсных катушек и якорей после предварительной, промежуточной и окончательной сушки в течение установленного времени должно быть при 110—114° С не ниже 5 Мом для изоляции на 3 000 в, не ниже 3 Мом для изоляции на 1 500 в и не ниже 2 Мом для низковольтных генераторов. При низком сопротивлении изоляции сушку продолжают. Сопротивление изоляции при повышении температуры замера снижается и составляет при 115—119° С около 80%, при 120—124° С около 60%, при 125—129° С около 40% его величины для 110—114° С.

Изоляцию обмоток классов А и В пропитывают битумно-масляными лаками. Недостатки лаков типа № 447 — плохое просыхание в толстом слое, немаслостойкость, низкая цементирующая способность, снижение в эксплуатации термоэластичности и образование пористости. Лак 447Мс добавлением 8—10% меламинаформальдегидной смолы, несколько снижающей теплостойкость пленки, обладает повышенной цементирующей способностью, стабильностью при хранении, лучше просыхает в толстых слоях и требует меньшего времени сушки. Водоземulsionные лаки обладают рядом недостатков и для пропитки изоляции обмоток тяговых машин не применяются.

Изоляцию обмоток класса В обычно пропитывают термореактивными фенолалкидными лаками АФ-17 и ФЛ-98 с высокой масло- и влагостойкостью, хорошей цементирующей способностью, повышенной скоростью сушки и просыхающими в толстом слое. Лаки АФ-17 и ФЛ-98 разработаны для пропитки обмоток, подверженных значительным центробежным и динамическим усилиям. Лак ФЛ-98 ТУЯН86—59 по сравнению с лаком 447 требует больших температур и времени сушки и для обмоток с эмалированными проводами не рекомендуется.

Для пропитки изоляции класса F применяют глифталемасляный лак МГМ-8, а при усиленно влагостойком исполнении лак ЭПК-1 и кремнийорганический лак ЭФ-ЗБСУ. Более нагревостоек, быстро сохнет и обладает адгезионной способностью лак К-47, применяемый для пропитки изоляции классов F и H. Для машин, длительно работающих при 180° С и одновременно при 230—250° С, применяют лаки К-55 и К-57. Лаки типа КП не имеют в своем составе растворителей и отвердевают за счет инициатора (перекиси бензоила).

Вязкость, срок хранения, жесткость полимера, высокая нагревостойкость, электроизоляционные свойства и отвердевание в толстом слое без выделения побочных продуктов делают лаки КП ценными для поточного производства. Недостатки этих лаков: невысокая влагостойкость, хрупкость и старение эмали изоляции пропитанных проводов, невозможность повторного использования обмоток.

Рекомендуемые для тяговых электрических машин пропиточные лаки, способ и температура сушки изоляции после пропитки в них указаны в табл. 32.

Лак 447 (ГОСТ 6244—52*) должен иметь по весу 37—43 % основы и вязкость 28—43 сек, лак ФЛ-98 для пропитки изоляции погружением — 20—25 сек по ВЗ-4 при 20° С.

Таблица 32

Класс нагре- востойкости изоляции	Пропиточный лак	Способ сушки	Степень сушки	Температура, °С
А	447	Конвекционный . . .	1	70— 80
			2	110—125
В	447	Конвекционный	1	70— 80
			2	130—140
	ФЛ-98, АФ-17	Конвекционный .	1	135—145
F	КП	Индукционный	1	170—190
	МГМ-8	Конвекционный	1	135—145
	ЭФ-ЗБСУ	Конвекционный	1	110—120
			2	180—200
Н	К-47	Конвекционный	1	100—120
			2	180—200

Для экспресс-измерений вязкости лаков непосредственно в пропиточных ваннах применяют универсальный вискозиметр ЭВИ-57ПЛ.

После пропитки изоляции лаками температуру сушки на первой ступени принимают пониженной, достаточной для удаления легколетучих растворителей. Повышать эту температуру нецелесообразно, так как бурное испарение растворителей приводит к частичному удалению лака из пор и капилляров, а быстрое отверждение лака на поверхности затрудняет удаление летучих из глубины обмоток. На второй ступени необходима более высокая температура сушки для получения хорошего качества пленки и ускорения процесса. Следует учитывать, что при низких температурах сушки лаки не полимеризуются, например, лак ФЛ-98 при температуре ниже 120° С. Повышение рекомендуемых температур сушки, сокращая время, может привести к тепловому старению изоляции и ухудшению лаковой пленки.

Для сушки изоляции полюсов и якорей до и после их пропитки в лаке применяют камерные и конвейерные сушильные печи с принудительной циркуляцией воздуха и паровым, электрическим или масляным обогревом. Печи с нагреванием воздуха в паровых калориферах типа ПКС-5 до 130° С применяют при наличии пара давлением не ниже 8 ат. Для более высоких температур сушки (до 200° С) необходимы печи с электрическим или масляным обогревом.

Для повышения к. п. д. в печи с электрическим калорифером мощностью 42 квт установлен трубчатый теплообменник, в котором подогревается свежий воздух, поступающий в калорифер. Поток воздуха регулируется редукционными клапанами и шиберзаслонками на воздуховодах. Так как перемещается взрывоопасная смесь воздуха и паров растворителей, ротор вентилятора выполняют из алюминия. Для автоматического контроля одна из хромель-копелевых термопар связана с показывающим электронным регулятором температуры, имеющим взрывобезопасные контакты, соединенные с катушками контактов калорифера. Для записи температуры установлен самопишущий милливольтметр. Подъем и опускание дверей сушильных камер, а также перемещение тележки с остовами и якорями происходят от электромеханического привода.

Пропитка изоляции обмоток якорей. Пропитку в лаке изоляции якорей, проходящих деповской ремонт, проводят после предварительной сушки и получения соответствующего сопротивления изоляции. Якорь выгружают из печи и после снижения его температуры до 90—70° С погружают в лак с температурой 20—50° С.

Установка для пропитки изоляции якорей погружением в лак (рис. 173) состоит из пропиточного бака 14, соединенного с лакохранилищем 10. Пропиточный бак имеет крышку, бортовой отсос паров из верхней зоны, подставку с отверстием для конца вала, на которую устанавливают якорь, трубопровод с вентилем и фильтром к лакохранилищу и аварийному спуску лака.

К лакохранилищу на давление 0,5 ат с крышкой, предохранительным клапаном, устройствами для слива лака, замера его уровня и контроля температуры подводят через редукционный клапан 5 и вентили 4 и 6 воздух, при помощи которого лак может быть выжат в пропиточный бак. Лакохранилище располагают ниже пропиточного бака и обратно лак поступает самотеком. Якорь устанавливают вертикально коллектором вверх и погружают в лак до уровня ниже петушков на 30—20 мм. Двухколлекторные якоря пропитывают погружением в лак стороны с коллектором на меньшее напряжение; коллектор после сушки протачивают и продороживают.

Погруженные в лак якоря выдерживают не менее 15 мин до прекращения выделения пузырьков воздуха и растворителей. После пропитки якоря выдерживают 10 мин на воздухе в вертикальном положении для стекания лака, затем устанавливают на подставках коллектором вверх под углом 45° к горизонту и поворачивают четыре раза через 5 мин на четверть оборота для удаления лаковых скоплений, которые затрудняют сушку, понижают электрическую прочность изоляции и вызывают несбалансированность. Не следует удалять излишки лака вращением якоря на станке, так как при этом ухудшается пропитка. После пропитки концами, смоченными в смеси бензина с толуолом, удаляют лак с вала, с рабочей части коллектора и с обработанных мест нажимных шайб.

Якоря сушат в вертикальном положении коллектором вверх, якоря с двумя коллекторами сушат вверх коллектором, который был погружен в лак при пропитке. При горизонтальном положении якорей в печи их поворачивают при сушке. После пропитки изоляции лаком в начале сушки во избежание взрывоопасной концентрации паров растворителей, вентиляционная система должна удалять весь воздух из камеры наружу.

Работа с замкнутой циркуляцией при частичном освежении воздуха допускается через час после загрузки пропитанных изделий и продувки печи работающим на выхлоп вентилятором.

После сушки якоря с нормальным сопротивлением изоляции выгружают из печи. Изоляцию классов А и В при 80—60° С покрывают маслостойким лаком ГФ-95 или двумя слоями серой эмали ГФ-92-ГС (ГОСТ 9151—59), бандаж миканитового конуса и чехлы дважды покрывают красной эмалью ГФ-92-ХК

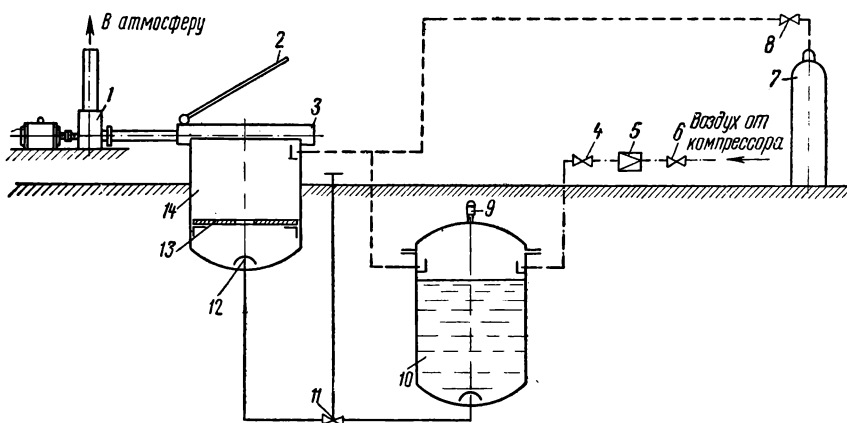


Рис. 173. Схема установки для пропитки изоляции обмоток якорей погружением в лак: 1—вентилятор с электродвигателем; 2—крышка; 3—бортовой отсос; 4, 6 и 8—вентили; 5—редукционный клапан; 7—баллон с жидким азотом; 9—предохранительный клапан; 10—лакохранилище; 11—запорный вентиль; 12—фильтр; 13—подставка; 14—пропиточный бак

и сушат в печи с циркуляцией воздуха. Продолжительность сушки и требуемое сопротивление изоляции А и Б якорей, пропитанных лаком 447 и покрытых лаком ГФ-95, а также полюсных катушек при ремонте их без замены изоляции указаны в табл. 33.

Таблица 33

Наименование операций	Номинальное напряжение изоляции по отношению к корпусу, в		
	3 000	1 500	до 100
Предварительная сушка:			
продолжительность, ч	10	10	5
сопротивление изоляции, Мом	5	3	2
Сушка после пропитки в лаке 447:			
продолжительность, ч	15	15	10
сопротивление изоляции, Мом	5	3	2
Сушка после покрытия лаком ГФ-95:			
продолжительность, ч	5	5	5
сопротивление изоляции, Мом	5	3	2

При заводском ремонте якорей проводят две пропитки в лаке ФЛ-98. Первую вакуумно-нагнетательную пропитку проводят при заводском ремонте 1-го объема со снятием металлического и миканитового фланцев, взамен которых ставят временный фланец, а при заводском ремонте 2-го объема также без фланцев, но с временными бандажами.

Очищенный якорь после предварительного нагревания и сушки при атмосферном давлении устанавливают коллектором вверх в автоклав (рис. 174), опробуют автоклав на плотность сжатым воздухом и сушат изоляцию при вакууме и установленной температуре. При снижении температуры подогревают якорь при атмосферном давлении. По окончании сушки контролируют сопротивление изоляции, а затем при вакууме 650—200 мм рт. ст. и температуре якоря 60—80° С засасывают в автоклав лак. Температура лака в автоклаве должна быть 20—50° С, а уровень на 20 мм ниже петушков коллектора. Отключив вакуум-насос и лакоприемник, пропитывают изоляцию 45 мин под давлением 2 ат, затем отключают воздуховод, удаляют лак из автоклава в лакоприемник, отключают его и для стекания излишков лака выдерживают якорь в автоклаве 15 мин при атмосферном давлении. Выгруженный из автоклава якорь выдерживают в наклонном положении с поворотами для стекания излишков лака, удаляют протиркой лак с обработанных поверхностей, зачищают их стеклянной шкуркой и закрашивают миканитовый конус красной дугостойкой эмалью.

После первой пропитки якорь сушат в автоклаве, чередуя вакуум 500—650 мм рт. ст. и атмосферное давление, контролируют сопротивление изоляции и выгружают для нагнетания пасты и сушки. После наложения постоянных бандажей и установки клиньев якорь проходит вторую вакуумно-нагнетательную пропитку изоляции и сушку, покрытие изоляции лаками или эмалями, отделку миканитового конуса и проверку качества пропитки. Режимы сушки при вакуумно-нагнетательной пропитке лаком ФЛ-98 якорей тяговых двигателей с изоляцией класса В на номинальное напряжение 3 000 в указаны в табл. 34.

Якоря с изоляцией класса F после пропитки кремнийорганическим лаком ЭФ-ЗБСУ сушат 10—12 ч сначала при 110—120° С, затем при 180—200° С. Поверхность изоляции обмоток и миканитового конуса покрывают эмалью ПКЭ-14, выдерживают на воздухе 30 мин и сушат 10—12 ч при атмосферном давлении и температуре 190° С.

Пропитка изоляции полюсных катушек. При деповском ремонте пропитку лаком 447 полюсных катушек в остовах тягового двигателя выполняют на установке рис. 175. Перед пропиткой катушек вентиляционные отверстия остова

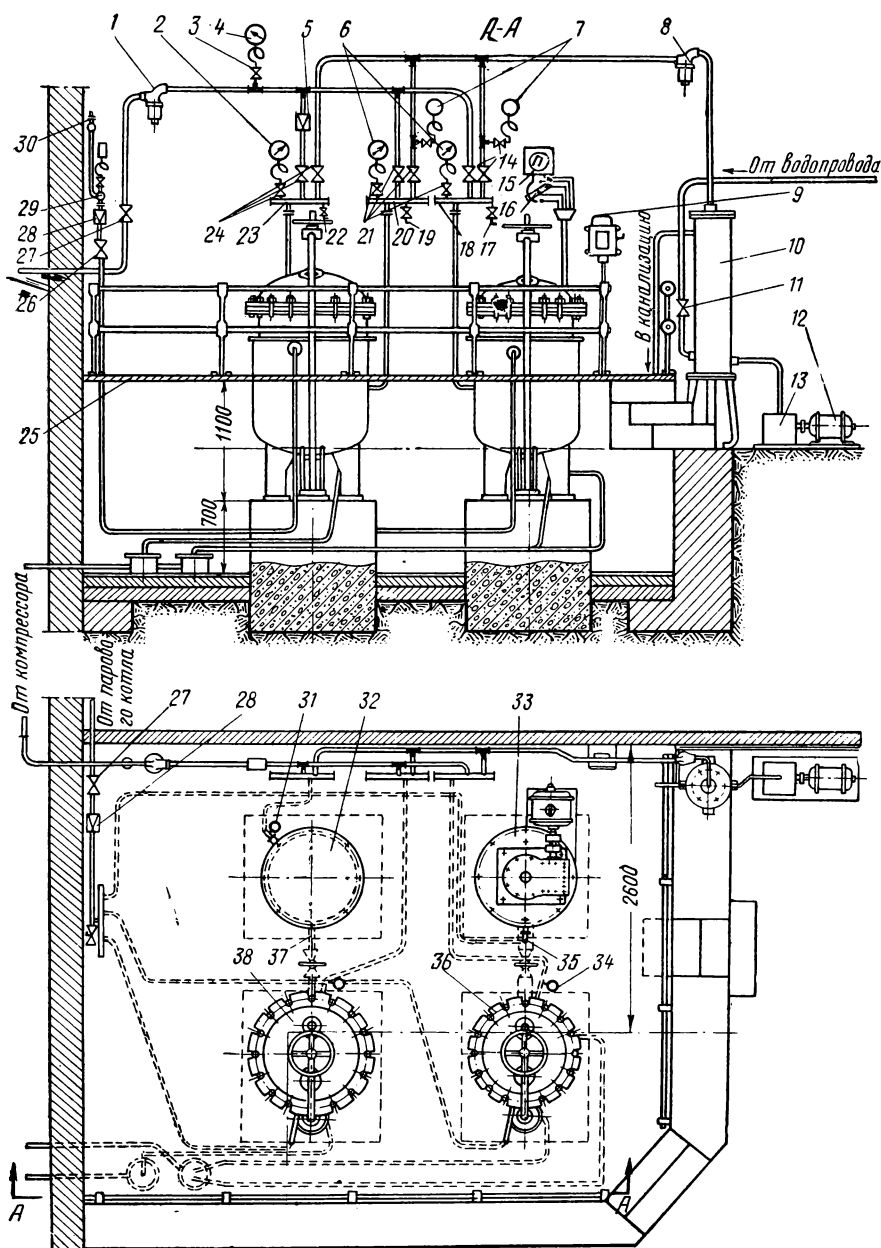


Рис. 174. Установка для компаундирования катушек и вакуумно-нагнетательной пропитки якорей:

1 и 8 — воздухоочистители; 2 — манометр; 3, 11, 14, 21 и 24 — разоблицительные краны; 4 и 6 — манометры; 5 — клапан золотниковый; 7 — вакуумметр; 9 — рубильник; 10 — конденсатор; 12 — электродвигатель; 13 — вакуум-насос; 15 — пирометр; 16 — переключатель пирометров; 17, 19 и 22 — спускные краны; 18, 20 и 23 — воздухоотборники; 25 — помост; 26, 27 — запорные вентили; 28 — клапан редукционный; 29 — пароразборник; 30, 31 и 34 — клапаны предохранительные; 32 — лакоприемник; 33 — смеситель; 35 — массопровод; 36 — автоклав для катушек; 37 — лакопровод; 38 — автоклав для якорей

Таблица 34

Наименование операций	Режим в печи или автоклаве		Продол- житель- ность, ч	Наименьшее сопроти- вление изоляции, Мом
	Температура, °С	Давление		
Сушка якоря перед первой пропиткой:				
нагревание	До 120—130	Атмосферное		
сушка	120—130	»	2	—
	120—130	Остаточное,	4	—
		500—650 мм.рт.ст.		
	120—130	Атмосферное	4	4—2 (в зависи- мости от темпе- ратуры)
Сушка якоря после первой пропитки в в лаке ФЛ-98:				
нагревание	До 60—70	Атмосферное	—	—
сушка	60—70	Остаточное, 500— 650 мм.рт.ст.	3	—
нагревание	До 120—130	Атмосферное		
сушка	120—130	»	2	—
	120—130	Остаточное, 500— 650 мм.рт.ст.	3	—
	120—130	Атмосферное	3	4—2 (в зависи- мости от темпе- ратуры)
Сушка якоря после нагнетания пасты (без постоянного бандажа):				
нагревание	До 120—130	Атмосферное		
сушка	120—130	»	2	—
	120—130	Остаточное, 500— 650 мм.рт.ст.	4	—
	120—130	Атмосферное	2	—
	120—130	Остаточное, 500— 650 мм.рт.ст.	4	—
	120—130	Атмосферное	12	4—2 (в зависи- мости от темпе- ратуры)
Сушка якоря перед второй пропиткой (после наложения постоянного банда- жа):				
нагревание	До 120—130	Атмосферное		
сушка	120—130	Остаточное, 500— 650 мм.рт.ст.	3	4—2 (в зависи- мости от темпе- ратуры)
Сушка якоря после второй пропитки в лаке ФЛ-98:				
нагревание	До 60—70	Атмосферное		
сушка	60—70	Остаточное, 500— 650 мм.рт.ст.	3	
нагревание	До 120—130	Атмосферное		
сушка	120—130	»	2	
	120—130	Остаточное, 500— 650 мм.рт.ст.	3	
	120—130	Атмосферное	3	4—2 (в зависи- мости от темпе- ратуры)

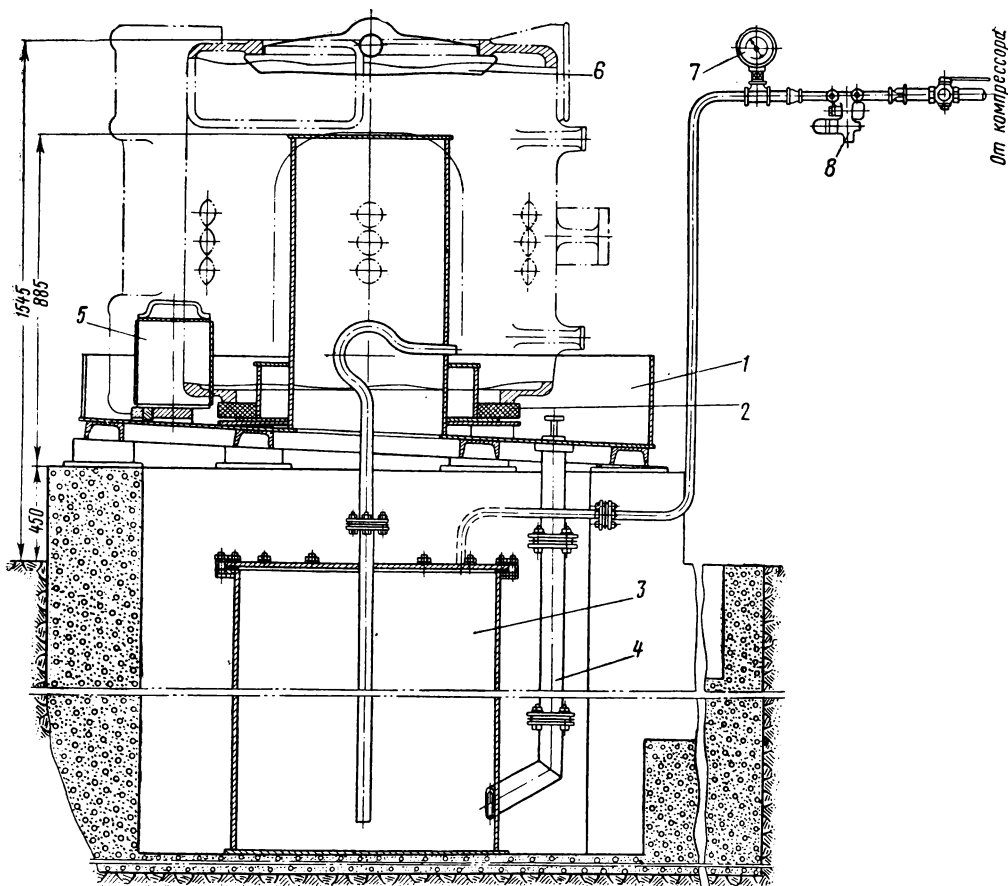


Рис. 175. Установка для пропитки катушек тяговых двигателей без снятия их с остова: 1 — поддон; 2 — уплотняющее кольцо; 3 — бак для лака; 4 — труба спускная; 5 — фиксатор; 6 — захват; 7 — манометр; 8 — золотниковый питательный клапан

закрывают заглушками и ставят его вертикально на поддон установки. Внутри остова размещают пустотелый цилиндр для уменьшения потребного лака. Выжимая воздухом лак из хранилища, заполняют им остов до уровня, на 25 мм превышающего катушки и их соединения. Температура предварительно нагретых катушек должна быть равной $90\text{--}70^\circ\text{C}$, а температура нагревающегося при пропитке лака $20\text{--}50^\circ\text{C}$. При этом лак охлаждает обмотки и объем, занятый воздушными прослойками, уменьшается. В это же время, нагреваясь с понижением вязкости, лак лучше проникает в глубь изоляции и повышает качество пропитки.

Катушки выдерживают в лаке не менее 15 мин до прекращения выделения пузырьков газа, затем лак удаляют. Для стекания излишков лака выдерживают остов 20 мин над поддоном, снимают заглушки и концами, смоченными в смеси бензина с толуолом, удаляют лак с обработанных частей остова. Катушки сушат в печи до получения нормального сопротивления изоляции, остов выгружают и после остывания катушек до $90\text{--}70^\circ\text{C}$ изоляцию классов А и В покрывают окунанием, обливанием или щетинной кистью лаком Гф-95 (ГОСТ 8018—56) или Бт-99 (ГОСТ 8017—56), снова сушат в печи и при температуре не ниже 80°C подтягивают полюсные болты.

Нанесение дополнительного покрытия объясняется тем, что при пропитке в лаке 447 не обеспечивается маслостойкость и гладкая поверхность. Изоляцию смонтированных в остовах катушек вспомогательных машин при деповском ремонте разрешается пропитывать, обливая лаком. Полюсные катушки с кремний-

органической изоляцией вместо пропитки покрывают кремнийорганической эмалью ПКЭ-14 и сушат при 180° С.

Полюсные катушки тяговых двигателей заводского ремонта до монтажа их в корпус машины для повышения электрической прочности изоляции, водостойкости и монолитности сушат и пропитывают под давлением компаундами. Для изоляции классов А и В употребляют компаунд 225-Д сплав из 75,6% битума марки Г (ГОСТ 3508—55), 20,5% обезвоженного льняного масла (ГОСТ 5791—51) и 3,9% сосновой канифоли (ГОСТ 797—64).

Для улучшения морозостойкости, уменьшения хрупкости при низких температурах, увеличения теплореактивности и понижения температуры размягчения в компаунд вводят льняное масло. Для увеличения клейкости и текучести, а также для ускорения высыхания масла в компаунд вводят канифоль.

При нагревании в соприкосновении с кислородом воздуха компаунд со временем увеличивает вязкость и его пропитывающая способность снижается. Поэтому компаунд контролируют и при необходимости сплавляют с компаундом-разбавителем 225-Р. Температуру размягчения компаунда повышают продувкой нагретого воздуха, а также добавлением битума с более высокой температурой размягчения. Температура размягчения компаунда по методу кольца и шара должна быть 95—103° С (ГОСТ 2400—51*), а пропитывающая способность при 150° С не менее 18 листов на перкале.

Перед компаундированием катушки обматывают хлопчатобумажной лентой, чтобы облегчить после пропитки удаление излишков компаунда. Для предупреждения порчи резиновой изоляции провода покрывают касторовым маслом. Катушки укладывают в корзину с зазорами, чтобы ко всем поверхностям их был обеспечен доступ компаунда и сушат 20 ч в печи при 110—130° С, затем загружают в автоклав (см. рис. 174) до уровня на 150—200 мм ниже воздуховода. В автоклаве катушки нагревают 3 ч при неплотно закрытой крышке и атмосферном давлении, что предупреждает разбухание катушек, которое может получиться, если сушку сразу начать под вакуумом при интенсивном испарении растворителей.

В автоклаве поддерживают температуру 130—140° С для изоляции класса А и 160—170° С для изоляции класса В. Крышку автоклава крепят и, чтобы убедиться в отсутствии утечек, подают внутрь него воздух под давлением 6—7 ат. Сняв давление в автоклаве, катушки при заводском ремонте 1-го объема сушат 2 ч при остаточном давлении 350 мм рт. ст., подогревают 1 ч при атмосферном давлении, затем создают вакуум 650 мм рт. ст. и выдерживают его около 1 ч до тех пор, пока выделяется конденсат на смотровых стеклах и в конденсаторе.

К этому времени в смесителе (рис. 176) должна быть разогрета компаундная масса до температуры на 5—10° С ниже температуры в автоклаве, перемешана и проверена температура размягчения и пропитывающая способность. Компаунд впускают в автоклав до уровня на 150—200 мм выше катушек, поддерживая остаточное давление 200—350 мм рт. ст. Продув воздуховод от конденсата, постепенно создают в автоклаве давление воздуха 6—8 ат и поддерживают его 5 ч, не снижая при этом температуру. Закончив пропитку, снижают давление до 2 ат, выпускают компаунд в смеситель, продувают массопровод и дают стечь излишку массы с катушек при 4—5 ат в течение 1 ч. Катушки вынимают из автоклава и, пока они еще не остыли ниже 50° С, с них удаляют временную хлопчатобумажную ленту.

Компаундирование должно обеспечить монолитность и плотность изоляции, сквозную пропитку ее без повреждений и наплывов компаунда, твердую без пустот и не липкую при комнатной температуре поверхность. Для проверки качества компаундирования у отдельных катушек из партии вскрывают изоляцию.

Компаундированные катушки при температуре их 50—80° С погружают в лак Гф-95 и сушат 5 ч в циркуляционной печи при 110—130° С.

Катушки тяговых двигателей, ремонтируемые с заменой корпусной изоляции (заводской ремонт 2-го объема), после наложения асбестовой ленты бан-

дажируют, включая выводы в полуперекрышу слоем киперной ленты, и направляют в первую компаундировку, которую выполняют по следующей технологии (время в ч):

Сушка в печи при 110—130°С	15
Загрузка в автоклав и нагревание	3
Сушка при остаточном давлении 650 мм рт. ст.	1
Перегонка компаундной массы в автоклав	1
Повышение давления в автоклаве до 6—8 ат	0,5
Выдержка катушек под давлением	3
Удаление массы в смеситель при 2 ат	0,25
Стекание массы, давление 4—5 ат	1
Выгрузка катушек из автоклава	0,2

В рубашке автоклава при компаундировании поддерживают температуру 130—140° С для катушек с изоляцией класса А и 160—170° С для катушек с изоляцией класса В. После компаундирования при температуре катушек не ниже 50° С снимают киперную ленту, прессуют их и шаблоном проверяют размеры.

Впадины на поверхности катушек, образовавшиеся после компаундирования, выравнивают замазкой и сушат на воздухе 18 ч. Забандажировав катушки, включая выводы, слоем защитной киперной ленты в $\frac{1}{4}$ перекрыши, их сушат и вторично компаундируют, как и при заводском ремонте 1-го объема без смены корпусной изоляции.

После компаундирования снимают киперную ленту, опрессовывают катушки, проверяют размеры, испытывают витковую изоляцию, покрывают лаком Гф-95, сушат 5 ч в печи при 110—130° С и отделявают.

Установка для компаундирования полюсных катушек и для вакуумно-нагнетательной пропитки якорей (см. рис. 174) состоит из автоклавов для катушек и якорей, смесителя компаундной массы, конденсатора поверхностного охлаждения, лакоприемника, вакуум-насоса с электродвигателем, трубопроводов, кранов, клапанов и измерительных приборов.

При компаундировании катушек в рубашке автоклава и смесителя поддерживают давление пара не ниже 8 ат, температуру 130—140° С для изоляции класса А и 160—170° С для изоляции класса В. В автоклаве для якорей с изоляцией классов А и В температура должна быть 120° С и давление пара за редукционным клапаном около 5 ат. Давление воздуха должно быть в автоклавах не менее 6 ат и в лакоприемнике после

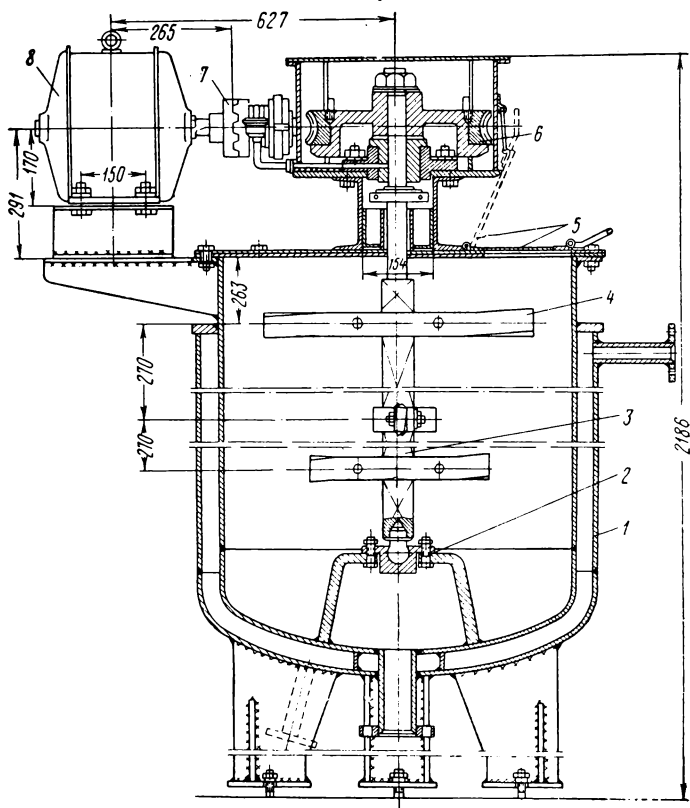


Рис. 176. Смеситель компаундной массы:
1 — котел; 2 — подпятник; 3 — вал; 4 — лопасти; 5 — крышка; 6 — редуктор; 7 — кулачковая муфта; 8 — электродвигатель

золотникового питательного клапана не менее 2 ат. Воздух из автоклавов выпускают в атмосферу через продувочные краны на гребенках. Автоклав для пропитки якорей и автоклав для компаундирования катушек выполнены одинаковыми и отличаются некоторыми размерами. В крышку автоклава вмонтированы стекла для наблюдения за пропиткой и уровнем лака или компаунда.

Якорь или корзину с катушками в автоклаве устанавливают на подставку с отверстиями для лака или компаунда. Трубопроводы к автоклаву служат для подачи сжатого воздуха, пара, создания вакуума и удаления конденсата.

Автоклавы, смеситель, массопровод и паропроводы имеют теплоизоляционную обмуровку. Смеситель (см. рис. 176) имеет вал с лопастями для перемешивания компаундной массы. Для предупреждения порчи при пуске с недостаточной разогретой массой электродвигатель соединен с редуктором предохранительной муфтой. Конденсатор водяного поверхностного охлаждения предназначен для конденсирования паров растворителей и защиты от попадания их в вакуум-насос. Воздух и неконденсирующиеся газы при сушке откачивают вакуумным насосом 1 100 л/мин при 500 об/мин, который через бачок поверхностного охлаждения и распределительную гребенку соединен трубопроводом с автоклавами. Для каждого автоклава есть разоблицительный кран, вакуумметр и спускной кран.

В установках для нагрева до 200° С применяют цилиндрическое масло с температурой вспышки не ниже 300° С или безводный глицерин с температурой кипения 290° С при атмосферном давлении, используя котлы низкого давления из малоуглеродистой стали с индукционной обмоткой, преимущество которых — постоянная готовность к работе и возможность легко изменять режим.

§ 58. Сборка и контрольные испытания электрических машин

Сборка. Корпус машины, подшипниковые щиты, буксы, полюсные катушки и сердечники, щеткодержатели, якорь и подшипники, крепежные и другие детали перед сборкой осматривают, очищают от загрязнений, защитной смазки, ржавчины и наплывов лака.

Сборку электрических машин проводят в такой последовательности: подготовка корпуса машины; комплектование полюсов и их монтаж; соединение обмоток полюсных катушек и их проверка; установка кронштейнов щеткодержателей; изолирование межкатушечных соединений; подготовка якоря и щитов с запрессовкой подшипников; сборка якоря с остовом двигателя; установка щеткодержателей и щеток; проверка качества сборки и испытания на стенде; окраска машины; укомплектование деталями; подготовка к транспортированию.

Поступивший на сборку корпус тягового двигателя должен быть укомплектован пригнанными к нему буксами и подшипниковыми щитами, иметь паспортную табличку и заводской номер.

Полюсные катушки нагревают, выдерживая при 70—90° С не менее 2 ч, ставят в отверстия изоляционные прокладки, каркасы из листовой стали и пружинные фланцы, и на прессе усилием до 3 Т запрессовывают сердечники, обеспечивая плотную посадку катушек. При этом изоляция катушек не должна утягиваться, собираться в складки, задирается и получать повреждения.

Катушки с сердечниками монтируют в корпус машины, установленный вертикально вверх большой горловиной; между катушками и корпусом ставят металлические и изоляционные прокладки, между сердечниками дополнительных полюсов тяговых двигателей и приливами корпуса — диамагнитные латунные вставки. Под головки полюсных болтов ставят пружинные шайбы и крепят болты, обеспечивая плотное прижатие катушек к корпусу. Для завинчивания полюсных болтов пользуются торцовыми ключами, пневматическими гайковертами или станком с электрическим приводом (рис. 177).

Катушки соединяют согласно схеме, обеспечивая надежный контакт между наконечниками выводов. Для выявления замыканий и проверки контактов межкатушечных соединений измеряют мостом МД6 или УМВ омическое сопротивление цепей, допуская отклонение от номинального на $8 \div 10\%$. Полярность полюсов проверяют, пропуская через катушек электрический ток низкого напряжения. Пропуская через катушки в течение часа номинальный ток, проверяют надежность межкатушечных контактов, нагревают катушки, затягивают полюсные болты, проверяют расстояния между противоположными полюсами и между сердечниками одноименных полюсов. Нарушение межполюсных расстояний и смещение сердечников от оси полюсов более $\pm 0,5 \div 1,0$ мм ухудшают коммутацию машин.

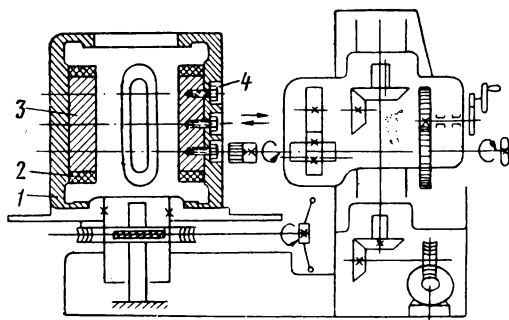


Рис. 177. Схема станка для завинчивания полюсных болтов тяговых двигателей:

1 — остов двигателя; 2 — катушка полюса; 3 — сердечник полюса; 4 — болт полюсный

Сопротивление изоляции от корпуса нагретых до 100°C катушек через 60 сек приложения напряжения мегомметра должно составлять:

Изоляция на номинальное напряжение по отношению к корпусу, в	3 000	1 500	до 100
Наименьшее сопротивление изоляции, Мом	4	2	0,75

Электрическую прочность изоляции катушек в нагретом состоянии проверяют переменным током, начиная с напряжения, не превышающего одной трети испытательного, и поднимая его ступенями не более 5% полного значения за 10 сек. Один полюс источника тока присоединяют к выводу испытываемой обмотки, а другой — к корпусу машины, к которому на время испытаний электрически присоединяют все прочие обмотки.

Полное испытательное напряжение поддерживают 60 сек, после чего снижают до $1/3$ своего значения и отключают. Поверхностное перекрытие при испытании нельзя устранять подкладыванием изоляции. Испытательное напряжение принимают равным для:

Изоляции на номинальное напряжение по отношению к корпусу, в	3 000	1 500	до 100
После ремонта без смены корпусной изоляции, в	5 500	3 300	550
После ремонта со сменой корпусной изоляции, в	9 600 (7 700)	5 900 (4 400)	1 650 (1 100)

В скобках указано испытательное напряжение для машин, спроектированных до 1966 г.

При испытании падение стрелки вольтметра до нуля указывает на пробой изоляции, место которого устанавливают прожиганием. Если место пробоя прожиганием не обнаружено, то проверяют мегомметром изоляцию отдельных катушек, заменяют неисправную и проводят испытания всех катушек повторно.

В зависимости от конструкции щеткодержателей их устанавливают в корпусе или на щите до или после монтажа полюсов. У тяговых двигателей после монтажа полюсов устанавливают кронштейны щеткодержателей без корпусов, чтобы при сборке с якорем не повредить коллектор и щеткодержатель.

К кронштейнам щеткодержателей подсоединяют выводные провода марки ПМУ, изолируют межкатушечные соединения, скрепляют между собой провода и крепят их бечевкой к скобам остова так, чтобы их не задевал якорь и они

не вибрировали при эксплуатации. В местах выхода из корпуса провода уплотняют резиновыми втулками, зажимая их деталями выводной коробки или планкой. Поврежденную оплетку проводов бандажируют изоляционной лентой. Торцы катушек и межкатушечные соединения покрывают лаком Бт-99 или серой электроэмалью. После монтажа полюсов катушки нагревают вторично, проверяют сопротивление изоляции, испытывают ее электрическую прочность и направляют корпус машины на сборку с якорем. Перед сборкой якорь осматривают, коллектор его должен быть чист и продорожен, ленточный бандаж покрыт лаком.

При подборе якорных подшипников учитывают уменьшение радиального зазора вследствие посадки с нагреванием внутреннего кольца на вал и запрессовки подшипника в щит. Зная k_0 — радиальный зазор подшипника в свободном состоянии, определяют зазор после монтажа

$$k = k_0 (\alpha_1 + \alpha_2) 0,8,$$

где α_1 — натяг при посадке внутреннего кольца на вал;
 α_2 — натяг при посадке наружного кольца в щит.

Малый радиальный зазор увеличивает нагрузки на подшипник и приводит к нагреванию и преждевременному выходу его из строя. Роликовые подшипники подбирают, обеспечивая наименьшие радиальные зазоры в собранных двигателях:

Внутренний диаметр подшипника, мм	80—100	100—120	120—140	140—180	180—200
Наименьший радиальный зазор, мм	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1

Наибольшие зазоры отремонтированных роликовых подшипников в свободном состоянии в зависимости от размера составляют 0,2—0,26 мм.

Если кольца роликовых подшипников не посажены на вал, то проверяют размеры вала и подбирают внутренние кольца, обеспечивая прессовую или глухую посадку с натягом 0,025—0,065 мм в зависимости от диаметра. Внутренние кольца подшипников, упорные и лабиринтные втулки, подобранные с натягами для установки на вал, нагревают электроиндукционными нагревателями.

В подшипниковом щите гнездо под внешнее кольцо подшипника обрабатывают с чистотой класса $\nabla 6$ и допусками плотной посадки (П). Гнезда для посадки подшипников и камеры для смазки у щитов протирают концами, закладывают смазку и запрессовывают подшипники в щиты на прессе усилием до 2 Т. У некоторых вспомогательных машин подшипники запрессовывают в щиты после сборки якоря с остовом.

Крышки подшипниковых щитов устанавливают после запрессовки подшипников, проверив у них чистоту смазочных каналов и заполнив камеры смазкой. Для хранения и дозировки смазки применяют передвижной пресс. На заправку якорного подшипника расходуется смазки 1-ЛЗ, УТВ или 1-13 (ГОСТ 1631—61) у тяговых двигателей 0,8—1,6 кг, а у вспомогательных машин— 0,2—0,5 кг.

После подготовки остова, якоря и подшипниковых щитов выполняют сборку машины, порядок которой определяется ее конструкцией.

Остов тягового двигателя устанавливают вертикально стороной коллектора вверх и запрессовывают при помощи гидродомкратов (рис. 178) подшипниковый щит, крепят его болтами и повертывают остов стороной коллектора вниз, устанавливая его на основание с отверстием для вала. Якорь устанавливают в центрах на станке и убеждаются в том, что коллектор, вентилятор, кольца и втулки на валу не имеют биения более допускаемого.

Затем смазывают роликовые кольца и опускают якорь коллектором вниз в вертикально поставленный остов. Установленный якорь повертывают 2—3 раза в обе стороны на полный оборот, запрессовывают в остов подшипниковый

щит с тугой или глухой посадкой и крепят его болтами. Щиты должны иметь необходимую ширину посадочной поверхности и толщину буртов, плотно прилегать к торцам остова. Установив двигатель горизонтально, проверяют вращение якоря от руки, измеряют радиальные зазоры в подшипниках и осевой разбег якоря, закладывают в лабиринты и наружные крышки смазку и устанавливают их. Если раньше не были смонтированы щеткодержатели, то их устанавливают и проверяют радиальные и боковые зазоры до коллектора.

Щетки для электрических машин (ГОСТ 8611—57 и ГОСТ 2332—63) должны иметь соответствующую форму, размеры и марку, обладать коммутационной способностью при наибольшей зоне безыскровой работы, быть износостойкими, не изнашивать быстро поверхность коллектора, иметь необходимую вибростойкость и механическую прочность. Для тяговых двигателей электроподвижного состава применяют электрографитированные щетки ЭГ2А со следующими характеристиками: твердость для класса А составляет $7—16 \text{ кг/мм}^2$ и для класса Б $7—22 \text{ кг/мм}^2$; удельное электрическое сопротивление $12—19 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, зольность не более 1%. При скорости 25 м/сек , токе 20 а/см^2 и давлении $0,80 \text{ кг/см}^2$ переходное падение напряжения на пару щеток составляет $1,1—2,1 \text{ в}$, износ за 20 ч не более $0,4 \text{ мм}$ и коэффициент трения не более 0,23.

Рекомендуют следующие расчетные параметры и условия работы для щеток ЭГ2А: переходное падение напряжения на пару щеток при рекомендуемой плотности тока $2,6 \text{ в}$; плотность тока (10 а/см^2) следует выбирать в зависимости от скорости вращения коллектора и условий коммутации; окружная скорость 45 м/сек ; удельное нажатие $0,2—0,25 \text{ кг/см}^2$, при работе в условиях повышенной вибрации и скорости вращения коллектора свыше 1500 об/мин может быть повышено до $0,5 \text{ кг/см}^2$; коэффициент трения щеток о коллектор принимают равным 0,25.

Контролируют также смещение щеток от нейтрального положения, разницу в расстояниях между щетками по окружности. Перекос щеток вдоль коллектора на их длине не должен превышать $1/3$ ширины коллекторной пластины. Щетки должны входить в окна щеткодержателя плотно, с зазором по толщине $0,05—0,15 \text{ мм}$, и прилегать к коллектору всей поверхностью. Давление пружины на щетку проверяют динамометром.

Порядок сборки вспомогательных машин имеет свои особенности. При сборке двухмашинных агрегатов, состоящих из двигателей вентиляторов или делителя напряжения с генератором управления, сначала собирают двигатель, на его вал напрессовывают якорь генератора управления, обрабатывают коллектор на станке, устанавливают остов генератора на посадочное место щита, монтируют траверсу щеткодержателя и закрывают якорь крышкой. Мотор-компрессоры собирают в горизонтальном положении, при этом устанавливают якорь, монтируют на конус вала зубчатое колесо, устанавливают остов двига-

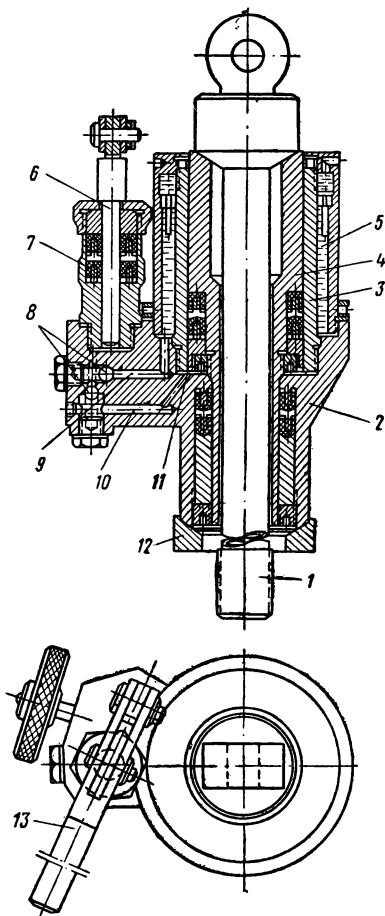


Рис. 178. Гидравлический домкрат для запрессовки подшипниковых щитов в остов двигателя:

1 — шток; 2 — корпус; 3 — цилиндр; 4 — поршень; 5 — резервуар для масла; 6 — плунжер; 7 — уплотнение; 8 — клапаны; 9, 10 — каналы для масла; 11 — рабочая камера; 12 — кольцо; 13 — ручка

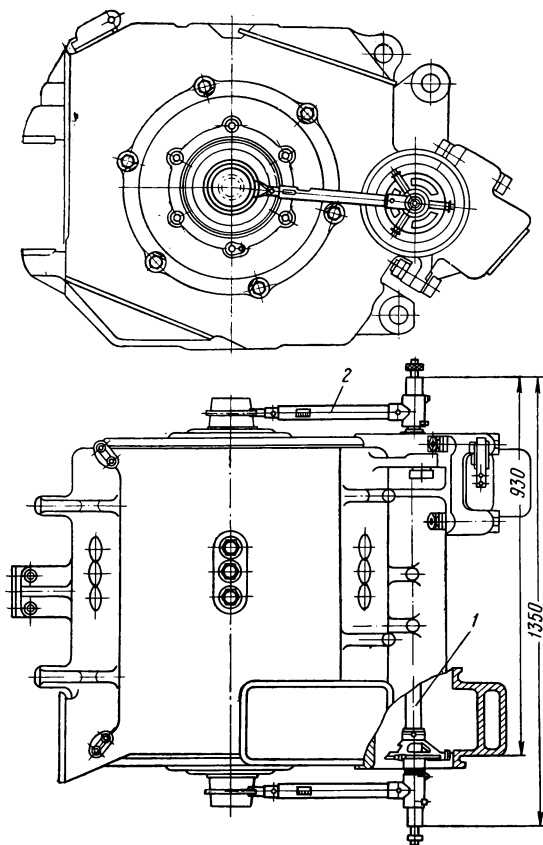


Рис. 179. Приспособление для измерения цент-
ральной у тяговых двигателей:
1 — центроискатель; 2 — мерительная линейка

боев, стука и перегрева. Увеличенный нагрев подшипников указывает на отсутствие у них зазоров или перекос, загрязненную смазку или чрезмерное ее количество. При необходимости измерить величину вибрации машину устанавливают на эластичную опору с собственной частотой колебаний, не превышающей $\frac{1}{4}$ номинальной частоты. Деформация опоры не должна превышать $\frac{1}{2}$ ее первоначальной толщины. При скорости 1 500 об/мин у электрических машин допустимая удвоенная амплитуда вибрации

$$2A = \frac{K}{\sqrt{n}},$$

где n — скорость вращения, об/мин;

K — коэффициент, равный 3 для удовлетворительной, 2 — для хорошей и 1 — для отличной балансировки.

Для проверки уравновешенности машин в цехе используют виброметры. Как правило, на сборку подают динамически уравновешенный якорь, а по величине вибрации в собранной машине контролируют качество балансировки. Работу машины считают удовлетворительной, если при скорости вращения якоря от нуля до номинальной амплитуда вибрации в любой точке корпуса по показаниям неподвижно установленного виброметра не превышает 0,1 мм.

Технологический процесс сборки электрических машин определяется их конструкцией, имеет свои особенности для разных видов ремонта и зависит от программы выпуска. Схема конвейера для поточной сборки тяговых двигателей электропоездов ВЛ и ЧС и его оснащение представлены на рис. 180.

теля на посадочное место компрессора, закрепляют его болтами и ставят крышку.

При сборке машин контролируют: прочность крепления вентиляторов; радиальные зазоры в подшипниках; осевой разбег якоря; зазоры между щеткой и щеткодержателем; расстояние от щеткодержателя до рабочей поверхности и петушков коллектора; биение коллектора по индикатору; зазор между сердечниками полюсов и якорем; зазор между подшипниковыми щитами и крышками при роликовых подшипниках; зазоры в лабиринтных уплотнениях; прилегание подшипниковых щитов к остову; расстояние от торца моторно-осевой горловины остова до торца калибра малой шестерни, расстояние между отверстиями для крепления кожуха зубчатой передачи; крепление болтовых соединений. Расстояние от оси моторно-осевых горловин до оси якоря (центральной) у тяговых двигателей проверяют приспособлением (рис. 179).

Собранные машины продувают сухим сжатым воздухом и проверяют на холостом ходу, при этом они должны работать нормально без вибраций, пере-

Остов тягового двигателя 23 устанавливают вертикально стороной коллектора вниз на стол специализированной тележки грузоподъемностью 2 Т с электроприводом для ее перемещения. Стол имеет независимую гидравлическую систему для подъема и опускания. Остов подают на тележке или устанавливают мостовым краном на позицию I конвейера.

Полусные катушки нагревают на стенде 20, запрессовывают в них сердечники и кран-балкой 21 подают для установки в остов, находящийся на позиции I конвейера. Полусные болты крепят гидравлическими гайковертами 3. Перемещение остова в процессе сборки осуществляется автоматически последовательно с позиции I на позицию VII шагающим конвейером длиной 25 м с возвратно-поступательным движением. Рама конвейера с установленными на ней объектами сборки поднимается на 45 мм, перемещается на 2,5 м, опускается и, установив остов двигателей на следующие позиции, возвращается в первоначальное положение. Через 60 мин процесс перемещения повторяется. Подъем рамы осуществляется системой с насосом и 20 гидравлическими домкратами. Механизм продольного перемещения рамы имеет электропривод с двигателем мощностью 4,5 квт.

На позиции II конвейера соединяют и изолируют выводы катушек со стороны, противоположной коллектору; затем остов кантователем 4 поворачивают и устанавливают вертикально стороной коллектора вверх. После перемещения на позицию III соединяют и изолируют выводы катушек со стороны коллектора.

На позиции IV устанавливают кронштейны щеткодержателей, выводные провода и рукава, на позиции V проводят электрические испытания катушек, пользуясь оборудованием, смонтированным в пункте 7. Одновременно с работой на конвейере на стенде 17 запрессовывают роликовые подшипники в щиты, подготавливая их к сборке. На позиции VI устанавливают в остов со стороны коллектора подшипниковый щит и кантователем 8 ставят его вертикально стороной коллектора вниз. Якорь тягового двигателя 10 на стеллаже-тележке 13 подают в зону действия кран-балки 21, поднимают его вертикально коллектором вниз, перемещают на позицию VI конвейера и опускают в остов. Затем устанавливают подшипниковый щит с противокolleкторной стороны.

После поворачивания двигателя кантователем 8 в горизонтальное положение он перемещается на позицию VII, где остов поворачивают вокруг оси кантователем 11, устанавливают щеткодержатели, протирают щетки и проверяют сборку двигателя на холостом ходу. С последней позиции VII конвейера собранный двигатель подают мостовым краном на испытательную станцию.

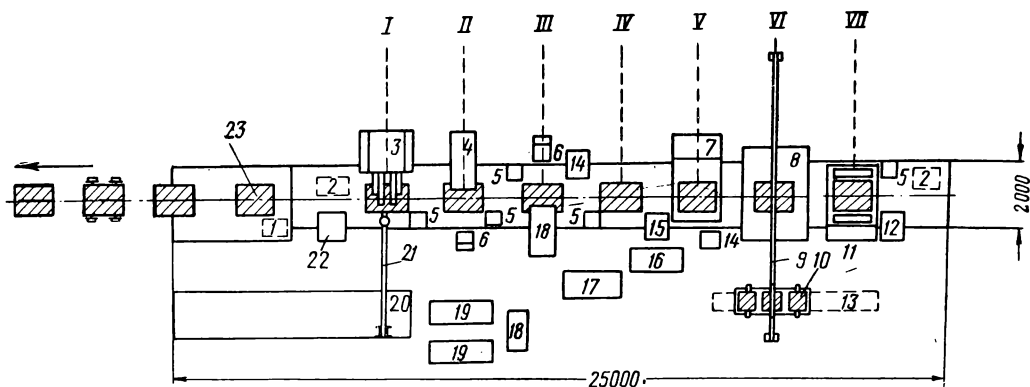


Рис. 180. Схема конвейера для сборки тяговых двигателей и его оснащение:

I—VII—позиции конвейера; 1—привод конвейера; 2—конвейер; 3—гайковерт гидравлический; 4—кантователь остова; 5—пульт управления гидравлическим оборудованием; 6—приямок; 7—испытательный пункт; 8—кантователь; 9, 21—кран-балки; 10—якорь тягового двигателя; 11—кантователь; 12—стол для щеткодержателей; 13—стеллаж-тележка для якорей; 14—шкаф для смазки; 15 и 22—ящики для метизов; 16—стеллаж для собранных подшипниковых щитов; 17—стенд для сборки подшипниковых щитов; 18—шкаф для якорных подшипников; 19—стеллаж для подшипниковых щитов; 20—стенд для сборки полюсов; 23—остов тягового двигателя

Контрольные испытания. Электрические машины после ремонта и сборки испытывают для проверки технических характеристик, выполнения требований ГОСТ 2582—66, ГОСТ 183—66, Правил ремонта тяговых двигателей и вспомогательных машин электроподвижного состава МПС и определения их пригодности к эксплуатации. Поступающие для испытаний машины должны быть комплектными, пройти соответствующий ремонт и проверку, не иметь посторонних предметов и загрязнений.

После осмотра машины и проверки ее установочных и габаритных размеров, а также крепления узлов и деталей провертывают от руки якорь и убеждаются в том, что он вращается свободно и не заедает, а поверхность коллектора и его петушки находятся на нормальном расстоянии от щеткодержателей. Зазоры между якорем и полюсами в доступных местах проверяют проходным щупом. Биение (двойной эксцентриситет) концов вала, коллектора и продольный разбег якоря измеряют индикатором. Биение прерывистой поверхности коллектора измеряют, пользуясь притертой щеткой или специальным наконечником.

Щетки соответствующей марки и размеров, установленные без перекосов с нормальными зазорами в щеткодержателях, должны быть притерты к коллектору. Давление на щетки проверяют динамометром и обеспечивают нормальное нажатие их на коллектор. Отсутствие обрывов цепи и соединение обмоток возбуждения проверяют по схеме машины, полярность катушек — по показаниям магнитной стрелки при пропускании через них тока, равного 10—15% номинального значения. Перед контрольными испытаниями машины опробуют на холостом ходу при вращении с номинальной скоростью в обе стороны по 30 мин, неререверсивные машины — при вращении 1 ч в рабочем направлении. Начинают опробование с пониженной скорости вращения якоря, затем постепенно ее увеличивают до скорости часового режима, но не более скорости длительного. При температуре окружающего воздуха от +10° до +40° С предельная температура подшипников качения не должна превышать 100° С (ГОСТ 183—66).

Контрольные испытания машин проводят в такой последовательности: проверка электрического сопротивления изоляции в холодном состоянии относительно корпуса и между обмотками; измерение омического сопротивления обмоток в холодном состоянии; испытание на нагревание при номинальной нагрузке; определение скорости вращения ненагруженного двигателя при номинальном напряжении (для двигателей с параллельной и смешанной обмотками); снятие скоростных характеристик тяговых двигателей; испытание при повышенной скорости вращения; проверка коммутации при кратковременной перегрузке по току; измерение электрического сопротивления изоляции в нагретом состоянии; испытание электрической прочности изоляции относительно корпуса машины и между обмотками.

Электрическое сопротивление изоляции (в *ом*) — отношение приложенного к данному участку постоянного напряжения мегомметра U (в *в*) к величине тока утечки I (в *а*), через этот участок $R = \frac{U}{I}$. Сопротивление изоляции машин на напряжение 1 500 и 3 000 *в* проверяют мегомметром МС-06 с номинальным напряжением 2 500 *в*; сопротивление изоляции машин на напряжение до 100 *в* проверяют мегомметром М1101 с номинальным напряжением 1 000 *в*. Чтобы зарядить емкость обмоток до потенциала, равного источнику постоянного тока, ручку мегомметра вращают со скоростью 120 об/мин до получения неизменяющихся показаний (примерно 60 сек). Сопротивление изоляции всех частей машины в холодном состоянии должно составлять не менее 50 *Мом*. По окончании измерения сопротивления изоляции каждой электрически независимой цепи следует разрядить ее на заземленный корпус машины в течение не менее 15 сек.

Омическое сопротивление обмоток измеряют в практически холодном состоянии, т. е. при их температуре, отличающейся от температуры окружающей среды не больше чем на 3° С. Допускаемые отклонения омического сопротив-

ления обмоток электромашин (в %) от их номинальных величин при 20° С не должно превышать значений:

Вид ремонта	Деповской	Заводской 1-го объема	Заводской 2-го объема
Тяговые двигатели	±10	Электровозы ±8 Электropоезда ±9	±8
Вспомогательные машины	±10	±10	±8

Номинальные значения омического сопротивления обмоток при 20° С указаны в паспортах машин и правилах ремонта; при их отсутствии пользуются расчетными данными.

Измеренное при температуре $t^{\circ}\text{C}$ омическое сопротивление обмоток R_t (в ом) приводят для сравнения к условной температуре + 20° С

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha(t - 20)},$$

где $\alpha = 0,00445$ — температурный коэффициент сопротивления меди.

Испытуемые машины устанавливают на стенд горизонтально и закрепляют, чтобы не было вибраций, биения вала и коллектора. Выводные концы обмоток подключают согласно схеме. Измерительные приборы должны обеспечивать испытания с отсчетом показаний в пределах 20—95% шкалы, обладать необходимой точностью, допускать требуемые переключения, подключение шунтов и добавочных сопротивлений. Двигатели с независимой вентиляцией испытывают при номинальном количестве подаваемого вентилятором охлаждающего воздуха.

Тяговые двигатели испытывают по методу возвратной работы под взаимной нагрузкой, устанавливая их на одной оси попарно и соединяя валы муфтой с резиновыми втулками. Электрические двигатели соединяют так, что один из них, работающий в режиме генератора, отдает всю вырабатываемую электрическую энергию второму двигателю, который расходует механическую энергию на вращение первого двигателя. Сумма потерь в обеих машинах покрывается источником энергии небольшой мощности.

Наибольшими преимуществами — стабильностью испытательных режимов, простотой управления, малой стоимостью оборудования и экономным расходом электроэнергии обладает схема с линейным генератором ЛГ и вольтодобавочной машиной ВДМ (рис. 181). Принцип работы по данной схеме заключается в том, что механически соединенные два испытываемых двигателя включают электрически так, чтобы э. д. с. двигателя Г в генераторном режиме была направлена встречно э. д. с. двигателя Д. Обмотки возбуждения испытываемых машин B_r — генератора и B_d — двигателя включены в цепь двигателя Д и поэтому всегда э. д. с. генератора и двигателя между собой равны. При возбуждении вольтодобавочной машины ВДМ и отключенном линейном генераторе ЛГ, когда напряжение $U_{лг}$ отсутствует, по контуру потечет ток

$$I_r = \frac{U_{вдм}}{\Sigma r},$$

где $U_{вдм}$ — напряжение вольтодобавочной машины;
 Σr — сопротивление контура (обмоток двигателя, генератора и проводов).

Испытываемые двигатели Г и Д при этом будут неподвижны, так как их вращающие моменты равны и противоположны друг другу. После включения линейного генератора ЛГ и подачи напряжения $U_{лг}$ на двигатель Д его якорь начнет вращаться и вращать соединенный с ним механически второй двигатель Г, используемый в качестве генератора. Линейный генератор ЛГ, питающий цепи электрической энергией, представляет собой высоковольтную машину постоянного тока с независимым возбуждением, приводимую во вращение асинхронным двигателем.

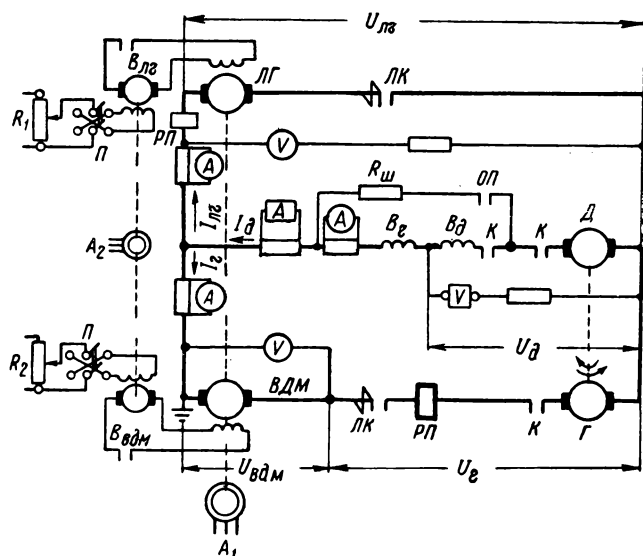


Рис. 181. Принципиальная схема испытания тяговых двигателей постоянного тока по методу возвратной работы: Г — испытываемая машина в режиме генератора; Д — испытываемая машина в режиме двигателя; ЛГ — линейный генератор; ВДМ — вольтдобавочная машина; В_{ЛГ} — возбуждатель ЛГ; В_{ВДМ} — возбуждатель ВДМ; А₁ и А₂ — асинхронные трехфазные двигатели; R₁ и R₂ — регулировочные ползунковые реостаты; П — пакетные переключатели; ЛК — линейные контакторы; РП — реле перегрузки; R_ш — сопротивление шунтирующее обмотки возбуждения

пульсирующего тока представлена на рис. 182*. При испытании двигателей на протекающий по цепи постоянный ток накладывают переменную составляющую частотой 100 гц, соответствующую первой гармонической при двухполупериодном выпрямлении. В роторе преобразователя частоты ПЧ, вращаемого со скоростью, близкой к синхронной, в направлении, противоположном направлению вращения поля статора, индуцируется переменное напряжение, плавно регулируемое индукционным регулятором ИР в цепи статора ПЧ. Переменная составляющая тока проходит по контуру: обмотка ротора ПЧ, конденсатор КС, реактор Р₃, обмотки якоря и дополнительных полюсов испытываемого двигателя, обмотки возбуждения обеих машин, параллельные ветви ЛГ и ВДМ. Для уменьшения величины переменной составляющей установлены реакторы Р₁, Р₂, Р₃.

Контрольные испытания электродвигателей пульсирующего тока, предназначенных для работы на электроподвижном составе однофазного переменного тока с выпрямителями, проводят на постоянном токе, а типовые испытания на постоянном и пульсирующем токе. Машины, рассчитанные на продолжительную или повторно-кратковременную мощность, испытывают при номинальном напряжении (и номинальной скорости вращения для генераторов) и токе, дающем превышение температуры, практически соответствующее превышению при номинальном режиме работы.

Перед испытанием на нагревание машины в зависимости от мощности выдерживают 5—16 ч в нерабочем состоянии для того, чтобы температура любой их части не отличалась более чем на $\pm 4^\circ\text{C}$ от температуры окружающей среды. Для определения температуры обмоток внутрь машины закладывают за 20—30 мин до отчета термометры с погрешностью измерения не более $\pm 1^\circ\text{C}$.

Электрические машины испытывают на нагревание в течение часа; при испытании двух тяговых двигателей методом возвратной работы двигатели через 30 мин переключают с двигательного режима на генераторный и обратно. Во время испытания электродвигателей проверяют по приборам и записывают их скорость вращения. В конце испытаний на нагревание, немедленно после остановки машин, измеряют омическое сопротивление обмоток в нагретом со-

Вольтодобавочная машина ВДМ имеет независимое возбуждение, приводится во вращение асинхронным двигателем и является генератором постоянного тока на напряжение до 500 в. Через машину ВДМ при испытании двигателей на перегрузку проходит двойной часовой ток, величину которого учитывают при выборе параметров вольтодобавочной машины. Мощности линейного генератора, вольтодобавочной машины и других агрегатов определяются суммой потерь в двух одновременно испытываемых двигателях.

Принцип и а л ь н а я электрическая схема стенда для испытания тяговых двигателей

стоянии, температуру коллектора и подшипников. Среднее превышение температуры $\Delta\delta$ обмотки, изготовленной из меди, в конце испытаний определяют по изменению омического сопротивления обмоток постоянному току:

$$\Delta\delta = \frac{R_r - R_x}{R_x}(235 + \delta_x) + \delta_x - \delta_0,$$

где δ_0 — температура охлаждающего воздуха (среды) во время испытания, °С;

δ_x — температура обмотки в практически холодном состоянии, °С;

R_x — омическое сопротивление обмотки в холодном состоянии при температуре δ_x , ом;

R_r — омическое сопротивление обмотки в конце испытаний, ом.

Если омическое сопротивление измерено после отключения машины позднее чем через 20 сек, следует учесть снижение температуры по кривой остывания обмотки (рис. 183). Для построения кривой остывания — экспоненты после остановки машины через промежутки времени t_1, t_2, t_3, \dots — измеряют температуру обмотки $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots$ и откладывают по оси абсцисс время с момента отключения машины до момента измерения, а по оси ординат — соответствующие им логарифмы превышений температуры $(\delta_1 - \delta_0), (\delta_2 - \delta_0), (\delta_3 - \delta_0)$ и т. д., где δ_0 — температура охлаждающего воздуха.

Экстраполируя кривую остывания до пересечения с осью ординат, находят логарифм превышения температуры на момент остановки и превышение температуры $\Delta\delta$. Для ускорения расчетов превышения температуры по величине R_x и R_r заранее строят номограмму или пользуются приборами, позволяющими без вычислений по шкале определять температуру обмоток.

Допускаемое превышение температуры обмоток якоря, обмоток возбуждения и коллектора над температурой охлаждающего воздуха в конце испытаний на нагревание не должно превышать значений, указанных в табл. 29. Предельно допускаемая температура подшипников качения электрической машины при тех же условиях испытания не должна превышать 100°С.

Если температура охлаждающего воздуха во время испытаний машин на нагревание находится в пределах от 10 до +40°С, поправки в измеряемые превышения температуры не вносят. Температуру подшипников и коллектора измеряют методом электрического или ртутного термометра. Поверхностные термодары с погрешностью показаний не более 0,5% и временем прогрева, не превышающим 30 сек, ускоряют измерения, так как измерение ртутным термометром требует не менее 5 мин.

Скоростные характеристики электродвигателей, имеющих рабочую температуру, проверяют при номинальной мощности. Каждый тяговый двигатель после испытания на нагревание вращают поочередно в одном и другом направлении при номинальном токе и возбуждении (часовой ток, полное поле). При этом допускается разность в скоростях вращения не более 4% среднеарифметического значения обеих скоростей вращения машин.

Отклонение скорости вращения от номинальной не должно превышать $\pm 4\%$ для электродвигателей с номинальной мощностью свыше 40 кВт и $\pm 3\%$ для тех же электродвигателей, но спроектированных после 1 июля 1963 г. Для работающих индивидуально вспомогательных машин с номинальной мощностью свыше 3 кВт допускают отклонения скорости вращения не более $\pm 6\%$. Скорость вращения якоря проверяют центробежным тахометром.

При недопустимых отклонениях проверяют положение щеток на нейтрали, зазор между якорем и полюсами и устраняют другие причины. При испытаниях генераторов отклонение номинального напряжения при соответствующих скорости вращения и токе возбуждения не должно превышать $\pm 10\%$.

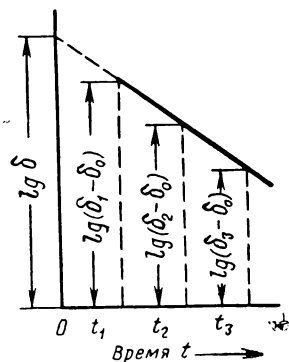


Рис. 183. Кривая остывания тяговой электрической машины

Для проверки механической прочности нагретые электрические машины испытывают 2 мин без нагрузки со скоростью вращения на 20% выше максимальной, гарантированной предприятием-изготовителем; спроектированные после 1/VII 1966 г. тяговые электродвигатели магистральных электровозов испытывают при превышении скорости на 25%, а двигатели, последовательно соединенные без механического или автоматического ограничения скорости одного из них по отношению к другому, — при превышении скорости на 35%. При этом не должно быть повреждения или ослабления якорных бандажей, коллектора, якорных подшипников и др. Ослабление запрессовки коллектора определяют по состоянию поверхности пластин, а также по стуку щеток при вращении и изменению биения до и после испытаний; при ослаблении коллектора его нагревают, прессуют, крепят, протачивают и повторно испытывают якорь.

При работе щеток на коллекторе происходят непрерывные замыкания и размыкания электрической цепи коммутируемых секций, содержащих индуктивность и омическое сопротивление. Размыкания цепи сопровождаются протеканием тока через газовый промежуток, электродами которого являются сбегające края щеток и коллекторные пластины. Если запас электромагнитной энергии в момент разрыва цепи достаточен для образования импульсной дуги, наблюдается искрение между щеткой и коллектором. Когда выделяющаяся энергия достигает определенной величины, имеют место электроэрозионные процессы, разрушающие щетки и вызывающие усиленный, неравномерный износ и загрязнение коллектора, образование кругового огня с перебросами на корпус и срабатывание защиты с отключением двигателей. Для обеспечения нормальной эксплуатации при контрольных испытаниях машин проверяют коммутацию в режимах, указанных в табл. 35. Тяговые двигатели на каждом из двух режимов испытывают при вращении в обе стороны по 30 сек. Нереверсивные машины испытывают по режиму № 1 в течение 1 мин при рабочем направлении вращения; пусковые испытания — по режиму № 2 с включенным демпферным сопротивлением, если оно предусмотрено на электроподвижном составе. После изменения направления вращения допускается (для притирки щеток) работа машины без нагрузки в течение 5 мин, а затем перед проверкой коммутации работа 10—25 мин с половинной нагрузкой.

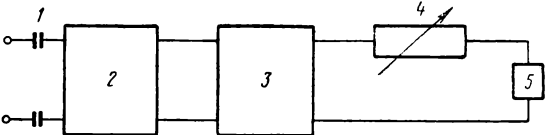
Таблица 35

Тип машины	Номер режима	Условия испытания			
		Напряжение	Ток якоря	Скорость	Ток возбуждения
Тяговые электродвигатели	1	Номинальное	Двойной номинальный	—	Соответствующий номинальной мощности
	2	Максимальное при напряжении на токоприемнике по ГОСТ 6962—54	—	Максимальная гарантированная в техусловиях на изготовление	Минимальный
Вспомогательные машины	1	Номинальное	1,5* номинального	—	Соответствующий номинальной мощности
	2	Максимальное при напряжении на токоприемнике по ГОСТ 6962—54	—	Пуск пять раз подряд установленным способом	—

* Мотор-компрессоры по режиму № 1 после испытания на нагревание испытывают 5 мин при номинальной скорости вращения и противодавлении 10 кг/см². По режиму № 2 испытывают при противодавлении 8 кг/см².

Рис. 184. Блок-схема индикатора искрения ИИ-5:

1 — разделительные емкости; 2 — фильтр;
3 — двухполупериодный выпрямитель;
4 — секционированное сопротивление;
5 — индикатор-микроамперметр



Искрение на коллекторе под сбегающим краем щеток оценивают визуально по п. 1.16 ГОСТ 183—66 (табл. 36), для наблюдения за искрением устанавливают люки со стеклом. Коммутация машины считается удовлетворительной, если при этих испытаниях не возникает кругового огня, остаточных деформаций или механических повреждений коллектора и щеткодержателей, и они пригодны к дальнейшей работе без какого-либо исправления и очистки.

Таблица 36

Степень искрения	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Отсутствие искрения (темная коммутация)	Отсутствие почернения на коллекторе и нагара на щетках
1 ^{1/4}	Слабое точечное искрение под небольшой частью щетки	То же
1 ^{1/2}	Слабое искрение под большей частью щетки	Появление следов почернения на коллекторе, легко устранимых протиранием его поверхности бензином, а также следов нагара на щетках
2	Искрение под всем краем щетки (допускается только при кратковременных толчках нагрузки и перегрузки)	Появление следов почернения на коллекторе, не устранимых протиранием коллектора бензином, а также следов нагара на щетках
3	Значительное искрение под всем краем щетки с наличием крупных и вылетающих искр	Значительное почернение на коллекторе, не устранимое протиранием поверхности коллектора бензином, а также подгар и разрушение щеток

Для объективной оценки искрения используют индикатор искрения ИИ-5 (рис. 184) Всесоюзного научно-исследовательского института электромеханики. Прибор подключают к щеткам противоположной полярности и определяют степень искрения по показаниям микроамперметра. При этом для каждого типа электромашин должна быть разработана градуированная шкала пропорциональности. Индикатор искрения ИИ-5 показал удовлетворительные результаты при оценке коммутации тяговых двигателей на различных режимах работы.

Вспомогательные машины постоянного тока испытывают методом непосредственной нагрузки на стенде с питанием от контактной сети 3000 в, имеющем вольтодобавочный генератор 40 квт, 460 в, 1470 об/мин, асинхронный двигатель 380 в для его вращения, демферные и нагрузочные сопротивления и соответствующую аппаратуру. Принципиальная схема стенда завода МЭМРЗ для испытания вспомогательных машин постоянного тока напряжением 3 000 и 1 500 в в двигательном и в генераторном режимах представлена на рис. 185. Питание схемы ввиду отсутствия напряжения контактной сети осуществляется от линейного генератора ДДИ-60, вращаемого асинхронным двигателем Д.

Обмотка возбуждения ДДИ-60 получает питание генератора управления ГУ, якорь которого находится на валу ДДИ-60, а его обмотки возбуждения включены в цепь возбудителя постоянного тока 50 в через регулировочный реостат R.

Испытуемый двигатель устанавливают на стенде и подключают к зажимам колонки контактором ЛК₂ к выводу Я₁ делителя напряжения

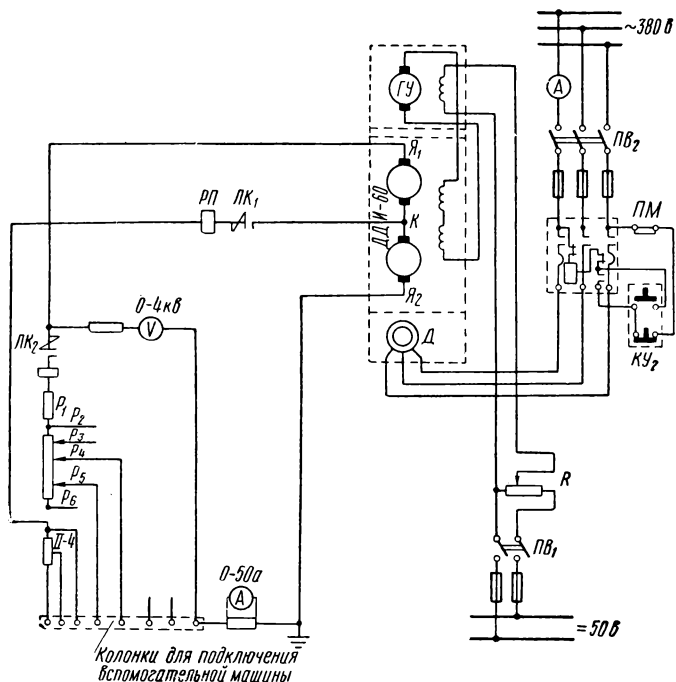


Рис. 185. Принципиальная электрическая схема стенда для испытания вспомогательных машин постоянного тока: ДДИ-60 — делитель напряжения; ГУ — генератор управления; А — асинхронный двигатель; КУ — кнопки управления; ЛК — линейные контакторы; ПВ — пакетные выключатели; РП — реле перегрузки; Р — потенциометры и реостаты

ре обмоток проверяют электрическое сопротивление изоляции относительно корпуса и между обмотками, которое в *Мом* должно быть не ниже

$$R = \frac{U_n}{1000 \div \frac{P}{1000}},$$

где U_n — номинальное напряжение для данной обмотки, в;

P — номинальная мощность машины, *квa*.

При проверке сопротивления изоляции отдельной обмотки все остальные присоединяют к корпусу машины. Установившееся сопротивление изоляции тяговых двигателей и вспомогательных машин при рабочей температуре спустя 60 сек приложении напряжения мегомметра между корпусом и испытуемой обмоткой не должно быть ниже следующих значений:

машины на 3 000 в — 3,0 *Мом*;

машины на 1 500 в — 1,5 *Мом*;

машины до 100 в — 0,5 *Мом*.

При измерении сопротивления изоляции учитывают установившиеся показания мегомметра. Низкое сопротивление изоляции может быть следствием ее объемного увлажнения или загрязнения со снижением поверхностного сопротивления на одном из участков.

При эксплуатации машин встречаются случаи пробоя изоляции — необратимого разрушения ее с нарушением изолирующих функций и образованием в месте пробоя электрической дуги, а также случаи перекрытия или поверхностного разряда по загрязненной или увлажненной поверхности изоляции и по воздуху. Для проверки надежности электроизоляционных конструкций, обладающих необходимым запасом прочности, их испытывают, прикладывая повышенное синусоидальное напряжение переменного тока 50 *гц* по ГОСТ 11828—66. Испытательное напряжение для машин, ремонтируемых с заме-

(3 000 в) или контактором ЛК₁ к средней его точке К (1 500 в). Затем кнопкой КУ₂ включают асинхронный двигатель Д и пакетным выключателем ПВ₁ цепь возбуждения ДДИ-60, регулируя ток реостатом R. При этом машины начинают вращаться. Регулируя реостаты, устанавливают по приборам А и V номинальный режим испытания, пользуясь при этом ручным тахометром. Закончив тепловые испытания, запускают испытуемый электродвигатель снова, проверяют его характеристику при номинальном режиме и коммутацию при максимальной скорости вращения, перегрузке и пусковом режиме.

После испытания машин на нагревание при рабочей температу-

ной изоляции $U = 2,25 U_n + 2\,000$ в. Для машин с различным номинальным напряжением U_n значения испытательных напряжений в зависимости от произведенного ремонта указаны в табл. 37.

Таблица 37

Изоляция на номинальное напряжение относительно корпуса, в	Испытательное напряжение, в		
	Деповской ремонт	Заводской ремонт 1-го объема	Заводской ремонт 2-го объема
3 000	6 000	6 000	8 750 (7 000)
1 500	2 000	3 000	5 375 (4 000)
до 100	500	750	1 500

Примечание. В скобках указано испытательное напряжение для тяговых электрических машин, спроектированных до 1966 г.

Испытательное напряжение прикладывают после замера сопротивления изоляции при неподвижной машине немедленно после ее испытания на перегрузку при температуре, близкой к рабочей. Испытанию подвергают поочередно каждую электрически независимую цепь, при этом один вывод испытательной установки подключают к испытуемой обмотке, а другой — к надежно заземленному валу якоря или корпусу машины, к которому на время испытаний присоединяют все остальные независимые обмотки.

Испытание начинают с напряжения, не превышающего $1/3$ испытательного, затем увеличивают его с равномерной скоростью или ступенями, не превышающими 5% окончательного значения. Время подъема напряжения от половинного до полного значения должно допускать возможность правильного отсчета показаний приборов и составлять не менее 10 сек. Полное испытательное напряжение выдерживают 60 сек, затем плавно снижают до $1/3$ значения и отключают питание испытательного трансформатора. Изоляция признается годной к эксплуатации, если не происходит пробоя изоляции, если токи утечки не указывают на повреждения изоляции и она не перекрывается скользящими разрядами по поверхности.

Схема установки для испытания электрической прочности изоляции напряжением, величину которого регулируют ступенями по 25—100 в до 12 кв при мощности не менее 2 ква, представлена на рис. 186.

У отремонтированных мотор-компрессоров испытывают одновременно электродвигатель и компрессор. В картер компрессора заливают компрессорное масло до уровня, закрывающего нижнюю часть венца шестерни, устанавливают мотор-компрессор на стенд и, убедившись в исправности резьбы клапанной коробки, присоединяют ее к воздушной магистрали. Провернув вручную якорь и убедившись в

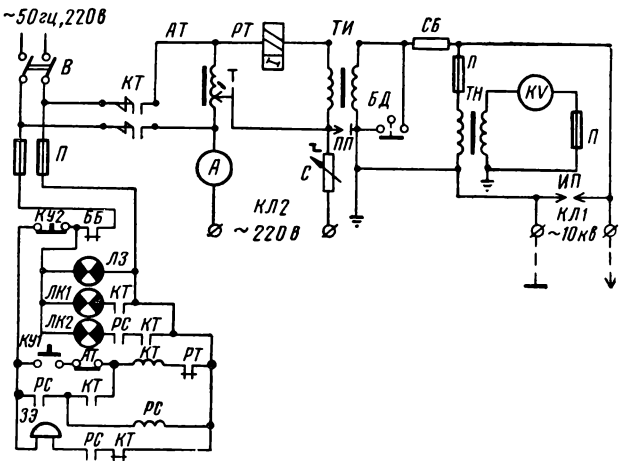


Рис. 186. Принципиальная схема испытания электрической прочности изоляции:

В — выключатель; КТ — контактор; АТ — автотрансформатор; РТ — реле сигнализации и максимального тока; ТИ — трансформатор испытательный; ПП — предохранитель пробивной; БД — блокировка двери; СБ — сопротивление буферное; ТН — трансформатор напряжения; П — предохранители; ИП — искровой промежуток; КЛ1 — выводы к объекту испытания; КЛ2 — выводы для прожигания изоляции; С — сопротивление ограничивающее; КУ1 — блокировка безопасности; КУ1 и КУ2 — кнопки управления; ЛЗ, ЛК1, ЛК2 — лампы сигнальные зеленая и красные; ЗЗ — звонок электрический; РС — обмотка сигнализации

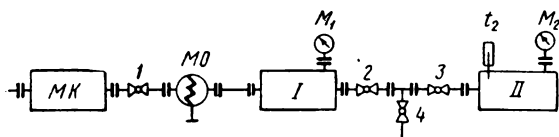


Рис. 187. Схема установки с двумя резервуарами для испытания мотор-компрессоров:

МК — испытываемый мотор-компрессор; МО — маслоотделитель; I и II — воздушные резервуары; 1, 2, 3 и 4 — краны воздухопровода; М₁ и М₂ — манометры; t₂ — термометр

легкости его вращения, проверяют биение коллектора, сопротивление изоляции и омическое сопротивление обмоток в холодном состоянии.

При открытых крышках двигателя и картера запускают компрессор без нагрузки с наименьшей скоростью вращения в рабочем направлении. Для приработки деталей и проверки нагревания частей постепенно доводят скорость вращения до номинальной и испытывают компрессор 30 мин без противодавления.

При этом не должно быть стука и ненормального шума, чрезмерного нагревания трущихся частей и подшипников, утечки воздуха и искрения под щетками. Убедившись в нормальном состоянии мотор-компрессора, его запускают вновь на 15 мин без нагрузки.

При удовлетворительных результатах компрессор соединяют с резервуаром, в котором постепенно увеличивают давление воздуха. При номинальном напряжении, скорости с отклонением $\pm 6\%$ и противодавлении 8 кг/см^2 мотор-компрессор испытывают 1 ч. Допустимые превышения температуры обмоток и коллектора даны в табл. 29. Допустимое нагревание подшипников 95°C , цилиндров — 100°C и клапанной коробки 180°C .

Производительность компрессора определяют на установке (рис. 187); перед испытанием проверяют ее герметичность.

Для определения производительности компрессора закрывают краны 2 и 4 и нагнетают в резервуар I воздух до давления $P_1 = 8 \text{ кг/см}^2$. Фиксируя время, открывают кран 2 с таким расчетом, чтобы в резервуаре I сохранялось установленное давление, а нагнетаемый воздух поступал в резервуар II. При этом измеряют n_x и температуру окружающего воздуха $t_1^\circ\text{C}$. При увеличении давления в резервуаре II до величины $P \geq 0,5 \cdot P_1 = (4-5) \text{ кг/см}^2$ фиксируют P_2 , продолжительность нагнетания и температуру воздуха в резервуаре II. С поправкой на отклонение фактической скорости вращения двигателя n_x от ее номинального значения n производительность компрессора

$$V_x = \frac{V_2}{h} \cdot P_2 \frac{n(273 + t_1)}{n_x(273 + t_2)},$$

где V_2 — объем резервуара II, м^3 ;

h — продолжительность испытаний, мин;

P_2 — давление в конце испытаний в резервуаре II, кг/см^2 ;

n и n_x — номинальное и фактическое число оборотов якоря, об/мин;

t_1 и t_2 — температуры окружающего воздуха и в резервуаре II, $^\circ\text{C}$.

Производительность компрессора можно контролировать по времени наполнения резервуара II до давления P_2 . Производительность компрессоров при противодавлении 8 кг/см^2 и номинальной скорости вращения указана в табл. 38.

После испытаний машины осматривают, очищают коллектор, щеткодержатели и продувают воздухом. Миканитовый конус и чехол переднего бандажа окрашивают эмалью ГФ-92-ХК, у машин с изоляцией классов F и H — эмалью ПВЭ-2. Внутри у люков остова окрашивают эмалью ГФ-92-ХС. Выводные провода уплотняют резиновыми втулками, неплотности у полюсных болтов и планок выводов заливают компаундом. На выводные провода тяговых двигателей надевают пожарные рукава, покрытые эмалью ПФ-115.

Таблица 38

Тип компрессора	Производительность, $\text{м}^3/\text{мин}$ (не менее)		
	Периодический осмотр	Деповской ремонт	Заводской ремонт
Э-400	0,67	0,685	0,70
Э-500	1,60	1,675	1,75

§ 59. Условия работы трансформаторов и их неисправности

На электроподвижном составе переменного тока (электровозах ВЛ60 и электропоездах ЭР9) установлены тяговые трансформаторы типа ОЦР-5600/25 и ОЦР-1000/25.

К неблагоприятным условиям работы трансформаторов следует отнести значительную неравномерность нагрузки и динамических усилий при трогании и торможении поезда, при сцеплении электровоза с составом. Наблюдаются следующие неисправности трансформаторов, поступающих в заводской ремонт: уменьшение сопротивления изоляции обмоток ниже нормы (5 *Мом*), просачивание масла в сварных швах и фланцах выводов.

После разборки и дефектировки обычно выявляются следующие возможные неисправности: наличие осадков и грязи на обмотках, магнитопроводе, масляных каналах; хрупкость, следы пробоев, разрядов и механические повреждения витковой изоляции, прокладок между катушками, ярмовой и уравнительной изоляции, бакелитовых цилиндров; ослабление прессовки обмоток между нижними и верхними кольцами, нарушение плотности прилегания прокладок между катушками; наличие деформаций и смещения катушек обмотки и прокладок между ними; повреждения отводов и демпферов катушек, их изоляции, целостности шин, деревянных крепежных планок; уменьшение надежности контактов и паек, наличие нагаров и пр.; местные перегревы, следы разрушений, замыканий, нарушение плотности прессовки стальных листов магнитопровода; понижение сопротивления изоляции консолей, прессующих планок и колец относительно стали магнитопровода ниже 5 *Мом*; нарушение целостности заземляющей ленты, плотности зажатия ее между листами ярма, нарушение цепи заземления; ослабление крепления выемной части к крышке, нарушение плотности сварных швов и т. д.; отколы и трещины фарфоровых изоляторов, неисправности фланцев, армировки и пайки колпачков к контактным шпилькам; трещины сварных швов, нарушения приварки опорных стаканов к баку; трещины сварных швов и наличие коррозии (ржавчины) на внутренних поверхностях расширителей и т. д.

Все обнаруженные неисправности при осмотре и разборке фиксируют и устраняют в процессе ремонта. Ремонт трансформаторов выполняют как без разборки выемной части, так и с разборкой ее, включая восстановление обмоток трансформатора с соответствующими промежуточными и контрольными испытаниями. Помещение для ремонта трансформаторов должно быть защищено от попадания в него атмосферных осадков, грязи, пыли и иметь относительную влажность не выше 75%.

Для разборки и дефектировки трансформатор устанавливают на приспособлении для подъема (рис. 188), снимают с крышки переходные реакторы (РОС) и отправляют их в ремонт, а затем снимают пломбы с пробок и крана, демонтируют термометрический сигнализатор. После этого масло сливают из трансформатора через кран в специальную емкость, откуда оно поступает на очистку и сушку. Очистка и сушка, т. е. регенерация масла, сами по себе сложны, требуют специального оборудования, поэтому их выполняют на специально оборудованном участке, называемом «масляным хозяйством».

Далее разбирают трубы маслопровода, агрегаты маслососов, отвертывают болты на крышке и извлекают (рис. 189) выемную часть трансформатора для последующей обмывки чистым маслом.

Осматривают и проверяют состояние витковой изоляции обмоток по цвету, эластичности или хрупкости, наличию следов пробоев и механических повреждений. То же делают в отношении прокладок между катушками, доступных частей уравнильной обмотки и изоляции ярма и бакелитовых цилиндров.

Проверяют состояние прессовки обмоток нижними и верхними кольцами, плотность прилегания изоляционных прокладок между катушками, отсутствие деформации и смещения катушек обмотки и прокладок между ними, состояние отводов и демпферов всех катушек, исправность изоляции отводов, целостность шин и деревянных крепежных планок, надежность контактов и паек.

Таблица 39

Выводы	Сопротивление, ом			Выводы	Сопротивление, ом		
	минимальное	среднее	максимальное		минимальное	среднее	максимальное
$A=X$	0,700	0,720	0,750	$O=4$	0,00110	0,00117	0,00125
$a=x$	0,00330	0,00345	0,00360	$O_2=5$	0,00420	0,00435	0,00450
$x=c$	0,00185	0,00195	0,00200	$O_2=6$	0,00320	0,00330	0,00340
$c=a$	0,00160	0,00167	0,00175	$O_2=7$	0,00220	0,00230	0,00240
$O_1=1$	0,00420	0,00435	0,00450	$O_2=8$	0,00110	0,00117	0,00125
$O=2$	0,00320	0,00330	0,00340	$a_1=x_1$	0,00260	0,00270	0,00280
$O=3$	0,00215	0,00225	0,00235	$a_2=x_2$	0,00270	0,00280	0,00290

Затем измеряют сопротивления обмоток низкого и высокого напряжения и, так как величина их колеблется в пределах 0,00100—0,00450 ом, применяют способ моста или вольтметра-амперметра. Допускаемые величины сопротивлений обмоток при температуре $+15^{\circ}\text{C}$ приведены в табл. 39; измеренные величины сопротивления сравнивают с табличными данными и по результатам определяют возможные дефекты.

При измерениях фиксируют температуру окружающей среды и приравнивают ее к температуре обмоток. Если температура окружающей среды отличается от 15°C , то сопротивление при температуре t_1 приводят к 15°C :

$$r_{15} = r_1 \frac{250}{t_1 + 235},$$

где r_1 — сопротивление, измеренное при температуре t_1 .

Для ремонта магнитопровода осматривают доступные части пакетов стали верхнего и нижнего ярма, проверяют наличие на поверхности магнитопровода мест перегрева, следов замыканий и разрушений. Далее проверяют плотность прессовки листов стали верхнего и нижнего ярма при помощи щупа. Затем измеряют мегомметром 2 500 в сопротивление изоляции консолей, прессующих планок и колец относительно стали магнитопровода при отсоединенном их заземлении. Для этого вывертывают из консоли заземляющие болты и снимают шину заземления. Понижение величины сопротивления изоляции против указанной в паспорте трансформатора заводом-изготовителем допустимо в пределах 30%, а минимальная величина сопротивления изоляции не должна быть ниже 5 Мом.

Рис. 188. Приспособление для подъема тягового трансформатора ОЦР-5600/25:
1 — коромысло; 2 — стропа; 3 — трансформатор

Проверяют также целостность заземляющей шины и плотность ее зажатия между листами стали ярма.

Наружную и внутреннюю поверхности крышки очищают, осматривают и проверяют надежность крепления выемной части к крышке, прочность сварных соединений в стойках для крепления переключателя, расширителя, металлических подставок под реакторы РОС. Снятые с крышки выводы низкого и высокого напряжения и собственных нужд после маркировки тщательно осматривают, обращая внимание на состояние фарфоровых изоляторов и их армировки, фланцев, контактных шпилек и гаек, исправность пайки колпачков, обойм выводов низкого напряжения и т. д.

С обеих боковых стенок бака трансформатора снимают устройства охлаждения масла, промывают трансформаторным маслом и при необходимости ремонтируют. Бак очищают от осадков, грязи и протирают внутреннюю его поверхность, проверяют все сварочные швы и надежность приварки опорных стаканов к баку. Расширитель также подвергают тщательному осмотру и проверке сварочных швов на отсутствие трещин и других дефектов.

Все данные предварительных испытаний и дефектировки трансформатора, характеризующие общее состояние и неисправности его изоляции, магнитопровода, выводов, бака и расширителя, фиксируют, и они служат основанием для определения объема заводского ремонта, необходимости расшихтовки стали ярма, частичной или полной смены обмоток, изоляции и выводов.

§ 60. Ремонт выемной части

Ремонт трансформаторов выполняют без разборки и с разборкой выемной части. Однако практика заводского ремонта электровозов переменного тока показывает, что более полный ремонт, т. е. с разборкой выемной части, более рационален и поэтому ниже дано его краткое описание.

Выемная часть подлежит разборке в том случае, когда возникает необходимость частичной или полной замены обмоток, деталей изоляции (ярма, уравнительной обмотки, цилиндров и т. д.), пакетов стали ярма выемной части.

Разборку выемной части выполняют в следующем порядке. Разъединяют крепление крышки трансформатора с верхним ярмом магнитопровода, снимают крышку, распайвают отводы обмоток, распрессовывают их, а затем расшихтовывают верхнее ярмо магнитопровода. Снимают с обеих стержней опорные и изоляционные шайбы, верхнюю ярмовую изоляцию и сами обмотки трансформатора. После демонтажа обмотки снимают изоляцию стержней и выполняют дефектировку проводов, бакелитовых цилиндров, изоляции отводов, витковой изоляции катушек. Обмотку промывают чистым и сухим трансформаторным маслом. Магнитопровод осматривают, не протирая его, это позволяет лучше выявить дефекты стали, потемнения, наличие цветов побежалости, местных образований шлама, оплавлений, механических повреждений и следов перегрева.

После протирки магнитопровода измеряют мегомметром напряжением 2 500 в сопротивление изоляции стяжных шпилек стержней, консолей и пресующих планок, которое должно быть не менее 30% величины, указанной в паспорте трансформатора.

В ремонт выемной части трансформатора входят: ремонт магнитопровода, всех обмоток низкого напряжения (как нерегулируемых, так и регулируемых), высокого напряжения и собственных нужд, деталей главной и продольной изоляции, отводов. При ремонте магнитопровода выполняют следующие основные работы: устраняют повреждения стали выемной части путем частичной перешихтовки листов, заменяют негодные стяжные шпильки, консоли. После

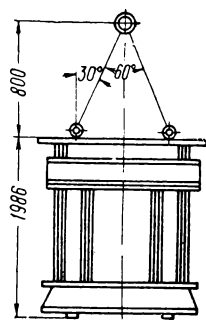


Рис. 189. Схема подъема выемной части трансформатора ОЦР-5600/25

очистки прессующие планки окрашивают эмалью № 6240 и просушивают, заменяют поврежденные детали из электрокартона и бакелита новыми.

Сборку магнитопровода выполняют в определенной последовательности, после чего проверяют мегомметром $2\ 500\ \text{в}$ сопротивление изоляции стяжных шпилек и консолей относительно стали магнитопровода, которое должно быть не ниже $5\ \text{Мом}$, испытывают электрическую прочность изоляции стяжных шпилек и консолей переменным током $50\ \text{гц}$ при напряжении $1\ 000\ \text{в}$ в течение $1\ \text{мин}$.

Ремонт обмоток трансформатора — сложный технологический процесс, требующий соответствующей оснастки и приспособлений, специального оборудования и высокой квалификации исполнителей. Поэтому здесь приведены следующие общие требования, которые выполняют при ремонте обмоток трансформаторов.

Повреждения катушек обмотки могут быть самые различные, например, оплавление и выгорание меди одного или нескольких витков без перебросов на соседние катушки. Такие дефекты устраняют без перемотки, если доступ для обрезки и пайки проводов возможен. В этом случае поврежденные витки или катушку вырезают и наматывают на цилиндр новую, концы обмотки выгибают по ходу намотки и соединяют внахлестку, пропаивают припоем ПСР-15 и изолируют. Обмотки с поврежденной витковой изоляцией и значительным выгоранием заменяют новой. Провода старой обмотки используют после отжига и очистки и наложения новой изоляции. При изготовлении новой обмотки используют отремонтированные цилиндры или ставят новые с соответствующим набором клиньев и дистанционных прокладок.

Бакелитовые цилиндры новые или отремонтированные просушивают при температуре $100\text{—}110^\circ\text{C}$ в течение $3\text{—}4\ \text{ч}$. Намотку новых обмоток выполняют по технологической инструкции ремонта трансформаторов, в которой содержится последовательность всех операций при намотке, промежуточных и окончательных контрольных испытаний, относящихся к обмоткам низкого напряжения, нерегулируемым и регулируемым, высокого напряжения и собственных нужд.

Обмотки высокого и низкого напряжения как новые, так и частично перемотанные перед сушкой и пропиткой подвергают электрическим испытаниям, порядок и объем которых, режимы сушки и пропитки строго регламентированы.

Сборка отремонтированных узлов трансформатора включает в себя установку обмоток на рабочем месте, запрессовку верхнего ярма, монтаж цепей и соединение обмоток трансформатора, опуск выемной части в бак, крепление крышки болтами, сборку маслоохладительной системы и заливку трансформаторным сухим маслом.

Отремонтированный и собранный трансформатор подвергают контрольным испытаниям. При ремонте без смены обмоток измеряют их сопротивление и определяют коэффициент абсорбции, испытывают электрическую прочность изоляции обмоток и измеряют сопротивление. При полной или частичной замене обмоток, кроме указанных выше испытаний, проверяют электрическую прочность изоляции обмоток индуктированным напряжением, проводят опыт холостого хода и короткого замыкания, проверяют коэффициент трансформации и группы соединений.

К контрольным испытаниям трансформатора приступают только после получения заключения лаборатории о испытании масла на стандартном ряднике пробивным напряжением $40\ \text{кв}$ в соответствии с ГОСТ 982—56. Измерение сопротивления изоляции обмоток при контрольных испытаниях выполняют тем же способом, который применяют при разборке и дефектировке обмоток трансформатора.

Испытание электрической прочности изоляции обмоток отремонтированного трансформатора типа ОЦР-5600/25 при контрольных испытаниях проводят синусоидальным напряжением $50\ \text{гц}$ в течение $1\ \text{мин}$. Величину испытательного напряжения для обмоток высокого напряжения принимают в пределах $53\text{—}70\ \text{кв}$ в зависимости от того, со сменой или без смены обмоток был выполнен ремонт.

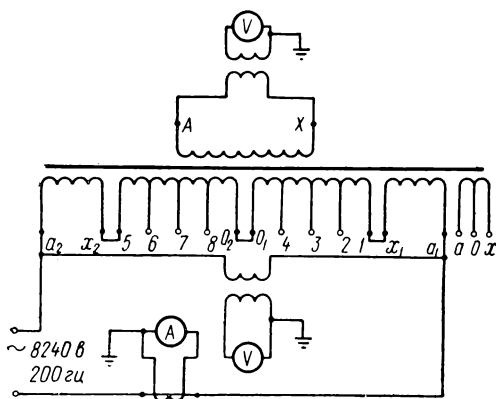


Рис. 190. Схема испытания электрической прочности продольной изоляции индуктивным напряжением

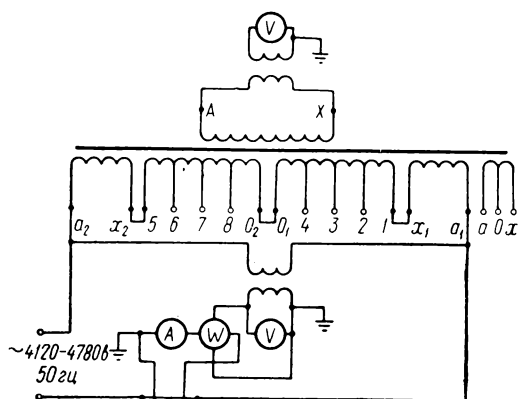


Рис. 191. Электрическая схема опыта холостого хода

Для защиты трансформатора от внезапных толчков напряжения устанавливают шаровой разрядник на напряжение, равное 110% испытательного. Напряжение измеряют вольтметром, проградуированным по шаровому разряднику.

Величину испытательного напряжения для регулируемой и нерегулируемой частей обмоток низшего напряжения принимают в пределах 11—15 кВ, также в зависимости от того, в каком объеме выполнен ремонт обмоток. Для обмоток собственных нужд это напряжение принимают равным 5 кВ. Испытательное напряжение прикладывают между испытуемой обмоткой, замкнутой накоротко, и заземленным баком, с которым соединяют все прочие обмотки, замкнутые накоротко.

Пробой или перекрытие изоляции обмоток, сопровождающиеся разрядами в баке, а также выделением газа и дыма, возникших при этих испытаниях, указывают на неудовлетворительное качество ремонта. Такой трансформатор подвергают повторному ремонту и устраняют обнаруженные дефекты.

Испытание электрической прочности продольной изоляции индуктивным напряжением выполняют двойным номинальным напряжением повышенной частоты (200 Гц) в течение 30 сек. Как указано на схеме (рис. 190), напряжение 8 240 В подают на вводы $a_1 = a_2$ обмотки низшего напряжения, все части которой соединяют при этом последовательно; остальные обмотки оставляют разомкнутыми.

При опыте холостого хода измеряют потери и ток холостого хода, а также проверяют состояние магнитной системы трансформатора. К обмотке низкого напряжения, соединенной последовательно, подводят номинальное напряжение 4 120 В при частоте 50 Гц, как показано на схеме (рис. 191). При этом обмотки высшего напряжения и собственных нужд оставляют разомкнутыми.

Мощность и ток холостого хода измеряют два раза: при номинальном напряжении 4 120 В и при 116% номинального напряжения — 4 780 В. В табл. 40 приведены максимальные значения потерь мощности и тока холостого хода, которые допускают при опыте холостого хода.

Т а б л и ц а 40

Напряжение, В	Максимально допустимые значения			
	Ток холостого хода, А		Потери холостого хода, кВт	
	Новый трансформатор	После выпуска из заводского ремонта	Новый трансформатор	После выпуска из заводского ремонта
4 120	33,0	43,0	10,0	11,5
4 780	63,5	82,5	13,0	15,0

Напряжение короткого замыкания (в %) для сравнения с допустимым на изготовление трансформаторов ОЦР-5600/25

$$U_{к\%} = \frac{U_{изм}}{U_{ном}} \cdot 100,$$

где $U_{к\%}$ — напряжение короткого замыкания, %;
 $U_{изм}$ — измеренное напряжение короткого замыкания;
 $U_{ном}$ — номинальное напряжение.

Сравнением величины $U_{к\%}$ с допустимым напряжением короткого замыкания по техническим условиям определяют правильность выполнения ремонта обмоток трансформатора. Группы соединения обмоток трансформатора после заводского ремонта проверяют методом постоянного тока путем определения полярности зажимов и $a = x$ вольтметром при подведении к зажимам $A = X$ напряжения в пределах 2—12 в (рис. 194).

Полярность устанавливают: для зажимов $A = X$ при включенном токе (ключ K замкнут), а полярность зажимов $a = x$ в момент замыкания или размыкания ключа K . Если полярность зажимов $a = x$ и $A = X$ при включении тока окажется одинаковой, а при отключении — разной, трансформатор относят к группе соединений 12. Если полярность окажется разной, то трансформатор относят к группе соединений 6. Аналогичные измерения выполняют при подключении вольтметра к вводам $x_1 = 1$ и $x_2 = 5$. При этом должны быть соединены выводы $a_1 = O_1$ и $a_2 = O_2$.

Для трансформатора типа ОЦР-5600/25 группы соединения обмоток должны быть следующие:

обмотка высшего напряжения — собственных нужд	12;
обмотка высшего напряжения — $x_1=1$	12;
обмотка низкого напряжения — $x_2=5$	6.

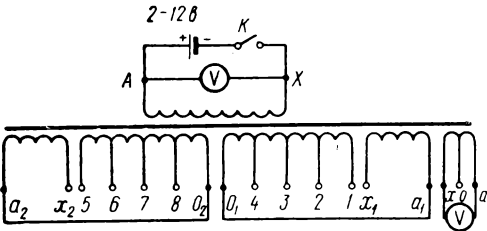


Рис. 194. Электрическая схема проверки групп соединения обмоток трансформатора

§ 61. Условия работы, износ и восстановление деталей электрических аппаратов'

Условия работы и износ. Условия работы аппаратов, установленных на электроподвижном составе, в значительной степени определяют характер и интенсивность износа отдельных узлов и деталей. К особенностям работы электрической аппаратуры электроподвижного состава можно отнести:

ограничение размеров, оказывающее влияние на конструкцию привода и дугогасительных устройств;

воздействие атмосферы и связанные с этим резкие колебания температуры, а также попадание пыли, влаги, снега в детали привода, на токонесущие и изолирующие части, на аппараты, находящиеся снаружи локомотива;

высокое рабочее напряжение постоянного тока, которое в эксплуатации достигает 3 800 в, переменного тока — 25 кВ;

частые включения и выключения (до нескольких десятков раз в час), значительные усилия нажатия контактов (до 50 кг) и большие скорости подвижных частей при включении и выключении большинства аппаратов;

значительные инерционные ускорения, вызываемые взаимодействием пути и электрического локомотива, достигающие зачастую в местах крепления аппаратуры значений более 10 м/сек².

Большие мощности и высокие требования к безотказности действия аппаратов, определяемые назначением и спецификой работы локомотивов электрической тяги, заставляют прибегать к большим усилиям нажатия контактов и весьма значительным скоростям включения и выключения, что, безусловно, убыстряет процесс изнашивания как самих контактных поверхностей, так и деталей подвижной системы. Попадающие внутрь аппаратов песок, пыль и другие абразивные и металлические частицы, поднимаемые при движении поезда, а также влага, проникающая с наружным воздухом, в сочетании с интенсивной работой способствуют износу трущихся частей и электрическому перекрытию загрязненных изолирующих поверхностей.

На износ контактных поверхностей оказывает влияние также явление электрической эрозии или направленного выброса частиц металла с поверхности анода при дуговых и искровых разрядах. Опыт эксплуатации подтверждает, что наиболее интенсивному износу подвержены аппараты, разрывающие токи перегрузок и коротких замыканий, — быстродействующие выключатели и линейные контакторы.

Частые разрывы электрической дуги при относительно высоком напряжении приводят к выгоранию и уменьшению толщины стенок и перегородок дугогасительных камер аппаратов, причем стенки и перегородки дугогасительной камеры быстродействующего выключателя выгорают зачастую до половины своей первоначальной толщины. Заметный износ имеют детали и других аппаратов. Наполовину своей первоначальной толщины могут изнашиваться блокировочные сегменты и пальцы цепей управления.

Еще в большей степени изнашиваются силовые сегменты реверсоров и тормозных переключателей. У групповых переключателей электровоза и реостатных контроллеров моторного вагона изнашиваются внутренние поверхности цилиндра, поршни пневматического привода, кулачки, храповики и подшипники главного вала. Значительному износу подвержены цилиндры, штоки и уплотнения поршней, крышки и фланцы пневматического привода и другие

детали электропневматических контакторов. От перебросов электрической дуги обгорают поверхности изолированных стоек контакторов. Обгорают также изоляторы, соединяющие шток поршня контактора с рычагом подвижного контакта.

В изоляционных деталях аппаратов возникают трещины и другие механические повреждения. У гибких шунтов и проводов аппаратов наблюдаются обрыв и перетирание жил, а также выплавление и излом наконечников. Радиальные зазоры в подшипниках вала реверсора и переключателя шунтировки поля моторного вагона возрастают в процессе эксплуатации почти на 1 мм.

Довольно значительные зазоры образуются в результате износа в шарнирных соединениях электрических аппаратов. В пантографах наиболее интенсивному износу подвержены медные накладки полоза, непосредственно скользящие по контактному проводу. Поэтому при первоначальной толщине накладок 5 мм они могут изнашиваться до толщины 2,5 мм.

Допускаемая величина износа деталей аппаратуры установлена правилами ремонта и должна строго соблюдаться, так как чрезмерный износ может не только нарушить правильную работу аппаратов, но в ряде случаев привести к серьезным повреждениям. Например, ненормальный износ контактов может привести к сильному их перегреву или даже сгоранию, что в свою очередь поведет к повреждению других частей аппарата. Ненормальный износ и связанные с ним повреждения аппаратов должны предупреждаться своевременным осмотром и ремонтом. Надежность работы аппаратов и срок их службы зависят от качества ремонта и текущего содержания их.

Нормы допусков и износа деталей аппаратуры устанавливают исходя из соображений увеличения надежности работы и сроков службы аппаратов, для чего желательно иметь наибольшее приближение размеров деталей после ремонта к чертежным размерам. Поэтому экономически целесообразно допуски, проверенные практикой эксплуатации и ремонта, выбирать с учетом этого требования.

Восстановление изолирующих поверхностей. В электрических аппаратах применяют:

- изоляционные материалы и пластические массы;
- минеральные электроизоляционные материалы (слюда, миканиты и т. п.);
- волокнистые электроизоляционные материалы (дерево, бумага, картон, текстильные материалы, асбест);
- твердеющие материалы (смола, битумы, воск, различные лаки);
- фарфоровые изоляторы с поверхностью, покрытой глазурью, и другие керамические диэлектрики.

Многие детали электрических аппаратов имеют сложную изоляцию, состоящую из двух-трех вышеуказанных материалов. Хорошие изоляционные свойства минеральных материалов при высоких температурах позволяют применять их для таких электрических аппаратов, как пусковые сопротивления, употреблять для обклейки кожухов аппаратов, использовать для изоляции валов, стержней и других деталей аппаратуры.

Миканитовые шайбы, трубки, другие изоляционные детали пусковых и демпферных сопротивлений от сильных нагревов, а также механических воздействий могут разрушаться, расслаиваться, получать сквозные трещины, а в местах крепления элементов — перетираться.

Волокнистые материалы — дерево, бумага, картон, текстильные материалы, лакоткань, асбест и др. — применены в большинстве электрических аппаратов. В этих изоляторах наблюдаются сквозные трещины, сколы, прогары. Кроме того, деревянные изоляторы подвергаются гниению, если они плохо пропитаны растительным маслом или парафином.

В ремонтной практике приняты следующие способы восстановления изоляционных деталей электроаппаратуры.

Изоляторы из пластических масс при ремонте после разборки электрической аппаратуры подвергаются тщательной очистке от грязи и пыли и осмотру. Если изоляторы имеют сколы, глубокие трещины, особенно в местах крепления

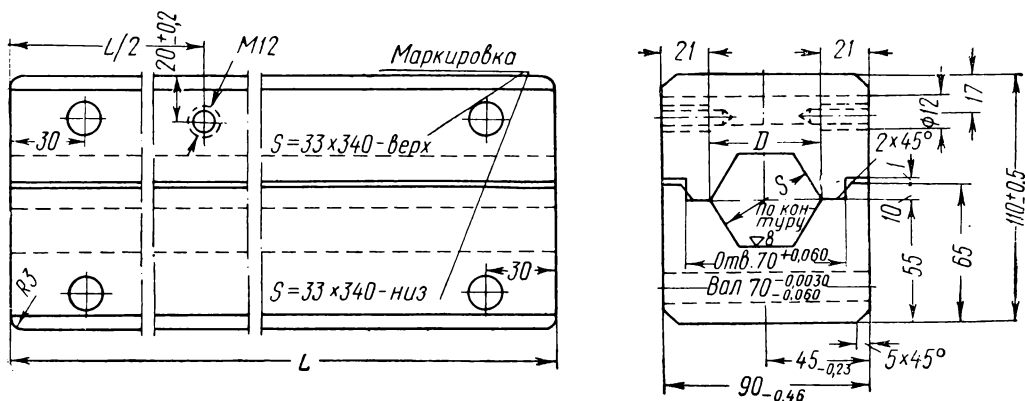


Рис. 195. Прессформа для опрессовки изоляции вала

их к аппаратам, а также глубокие прожоги, то их заменяют новыми. Если же поверхность изоляторов имеет неглубокие риски или потертость, то такие изоляторы подвергают восстановлению полированием при помощи войлочных кругов.

Фарфоровые изоляторы тщательно очищают раствором щелочи (каустик) от грязи и подвергают наружному осмотру. Изоляторы, имеющие трещины и сколы размером более 2×2 мм, повреждения поверхности, покрытой глазурью, и более 10% пути возможного перекрытия электрической дугой, заменяют новыми. При незначительных повреждениях изоляторы вновь устанавливают на электровоз или электропоезд.

Миканитовые шайбы и трубки, имеющие повреждения, при заводском режиме заменяют новыми, при депоовском ремонте допускается восстановление трубок.

Ремонт изолированных стоек и валов электрической аппаратуры выполняют следующим образом. Изолированные валы или стойки подвергают тщательному осмотру. Поврежденную изоляцию снимают полностью или частично, если она не нарушена на всю толщину. Затем измеряют сопротивление оставшегося слоя изоляции и испытывают на диэлектрическую прочность высоким напряжением. Испытываемые вал или стойку зажимают между двумя половинками металлического кожуха, имеющего внутреннее очертание, соответствующее наружному очертанию изоляционных поверхностей. Напряжение (2—3 кВ) прикладывают между кожухом и металлическим стержнем вала или стойки, испытывая таким образом изоляционный слой по всей поверхности. Длина кожуха должна соответствовать длине изолированной части вала или стойки.

Если оставшийся слой изоляции по состоянию обладает достаточной механической прочностью, не имеет дефектов, отслоений, задиров и др., то проводят дальнейшие работы по восстановлению изоляции до нормальных размеров. Для этого нарезают формовочный миканит и прессшпан полосами по длине вала или стойки. Валы или стойки нагревают в индукционной электропечи до температуры 180°C . Конец нагретого вала или стойки зажимают в тисках, смазывают глифтале-бакелитовым лаком. Затем заготовленные миканитовые полосы также промазывают глифтале-бакелитовым лаком и плотно накатывают на вал или стойку. После накатки стойка или вал должны быть забандажированы киперной лентой одним слоем в полуперекрышу и пропитаны глифтале-бакелитовым лаком.

В таком виде вал или стойку помещают в специальную прессформу (рис. 195), предварительно нагретую до температуры $100\text{—}130^\circ \text{C}$. На гидравлическом прессе прессформу с валом или стойкой опрессовывают давлением из расчета 150 кг/см^2 их поверхности. Для поворота детали давление снимают и вал или стойка поворачивается на 90° . В новом положении вал или стойку

опрессовывают тем же давлением. Не снимая давления, прессформу зажимают струбцинами. После опрессовки прессформу вместе с зажатым валом или стойкой помещают в печь и выпекают при температуре 180°C в течение 2 ч. Выпеченные вал или стойку в зажатой прессформе охлаждают до комнатной температуры, после чего снимают струбицы и вынимают.

Детали из волокнистых электроизоляционных материалов, деревянные клицы, рейки зажимов, панели, барабаны и другие детали при заводском ремонте подвергают восстановлению. Изоляторы, имеющие повреждения, ремонтируют постановкой заплат или вставок на клею марки БФ. При ремонте все деревянные изоляционные детали подвергают тщательной очистке и пропитке растительным маслом или парафином в специальных ваннах. После пропитки детали подвергают окраске электроизоляционной эмалью марки СВД в 2—3 слоя.

Электроизоляционные материалы из бумаги, картона, текстиля, лакокраски, асбеста, если они повреждены и не удовлетворяют техническим требованиям, заменяют новыми.

Твердые электроизоляционные материалы — смолы, битумы, воск, лаки — применяют в основном для окраски и пропитки различных деталей электрической аппаратуры. При ремонте, как правило, старую окраску панелей и других деталей аппаратов снимают, а затем вновь окрашивают или пропитывают и сушат в установках при режимах, которые выбирают в зависимости от материала детали и пропиточного лака.

Пропитку изоляционных деталей аппаратуры выполняют для повышения влагостойкости. Фибровые детали аппаратов подвергают пропитке в льняном масле, парафине и лаках. Процесс пропитки фибровых деталей в льняном масле состоит в следующем: детали загружают в печь, температуру в которой постепенно в течение 1—2 ч поднимают до $100\text{--}105^{\circ}\text{C}$, и сушат при этой температуре в течение 4 ч. Затем детали вынимают из печи и погружают в льняное масло, подогретое до температуры $100\text{--}105^{\circ}\text{C}$.

В льняном масле детали выдерживают при указанной температуре в течение 6 ч. После пропитки детали протирают сухой тряпкой и сушат на воздухе в течение 6 ч. Затем детали во избежание коробления загружают в холодную печь, температура в которой постепенно поднимается до $100\text{--}110^{\circ}\text{C}$, и сушат в течение 4 ч.

Для контроля за качеством пропитки из каждой партии не менее трех деталей должно быть разрезано для определения глубины проникания льняного масла. Слой фибры, пропитанный маслом, должен быть не менее 2 мм.

Для пропитки прессшпановых шайб и прокладок в льняном масле их загружают в печь с электрическим обогревом и циркуляцией воздуха и сушат при температуре $100\text{--}105^{\circ}\text{C}$ в течение 1 ч.

После сушки шайбы и прокладки погружают в льняное масло, нагретое до температуры $90\text{--}100^{\circ}\text{C}$, и выдерживают в нем в течение 2 ч. Затем пропитанные детали вынимают из масла и раскладывают на решетке на 4 ч для стекания излишка масла. Когда масло стечет, шайбы и прокладки протирают чистыми хлопчатобумажными концами или тряпками, чтобы на поверхности не было сгустков и подтеков, и развешивают для сушки на воздухе в течение 5 ч.

Для повышения влагостойкости деревянные детали пропитывают нерафинированным льняным маслом. Пропитку выполняют в стальном баке с паровым или электрическим обогревом. Может быть применен обычный бак, который устанавливают в печь. Температура масла в течение всего процесса пропитки должна поддерживаться равной $100\text{--}110^{\circ}\text{C}$.

Детали аппаратуры должны быть заранее просушены или изготовлены из высушенного дерева и иметь остаточную влажность не более 12—15%. Обработка деревянных деталей — резка, сверловка — должна быть проведена до пропитки. Масло в баке должно покрывать погруженные детали слоем не менее 100 мм. Чтобы детали не всплывали, их накрывают листом перфорированной стали, поверх которого кладут груз.

Длительность пропитки при температуре масла 100—110° С для деталей толщиной до 40 мм обычно составляет 24 ч, от 40 до 50 мм—30 ч, более 50 мм—48 ч. По истечении указанного срока обогрев бака отключается и после остывания масла до температуры окружающей среды детали вынимают из бака и развешивают над противнем на 2—3 ч для стекания излишка масла. Затем детали протирают сухими тряпками и просушивают на воздухе при нормальной температуре в течение 24 ч. Пропитку деталей парафином выполняют аналогичным способом.

Асбоцементные детали, подлежащие пропитке, для уменьшения гигроскопичности и повышения электроизоляционных свойств должны пройти механическую обработку, так как после пропитки эта обработка уменьшает их изоляционные свойства и поэтому не допускается, за исключением опилки торцов и легкой зачистки поверхностей мелкой наждачной бумагой. Подготовленные для пропитки детали помещают в сушильную электрическую печь. При загрузке деталей в печь необходимо следить за тем, чтобы они не касались друг друга. Температуру в сушильной печи постепенно поднимают до 140—160° С в течение 3—4 ч во избежание коробления деталей. При этой температуре детали выдерживают в печи из расчета 2 ч на 1 мм толщины детали.

По окончании сушки асбоцементные детали в горячем состоянии опускают в бак с льняным маслом таким образом, чтобы между ними было расстояние не менее 5 мм. Время пребывания в масле определяют из расчета 2 ч на 1 мм толщины пропитываемой детали. После пропитки детали сушат при температуре 100—110° С в течение 24 ч. Высушенные и пропитанные детали очищают корундовым кругом или наждачным полотном.

В процессе пропитки необходимо следить, чтобы льняное масло было незагрязненным. Это масло следует подвергать анализу не реже одного раза в месяц. Для контроля за качеством в каждой партии по окончании процесса разламывают две контрольные детали для определения глубины пропитки, которая должна быть с любой стороны не менее 5 мм.

Сопrotивление изоляции пропитанных деталей проверяют мегомметром между двумя точками поверхности на расстоянии 12—15 мм; сопротивление должно быть не менее 200 Мом. Испытание на диэлектрическую прочность проводят выборочно: из каждой партии пропитанных деталей испытывают не менее 2%, но во всяком случае не менее 3 шт.

Пропитанную глифтале-бакелитовым лаком киперную ленту (ГОСТ 4514—48) применяют в изоляции опрессованных валов и стержней тяговой аппаратуры.

Для пропитки рулоны киперной ленты разделяют на отдельные пучки и погружают в лак на 1 ч при $t^{\circ} = +70 \div 80^{\circ} \text{С}$. После пропитки ленту вынимают из бачка и развешивают для просушки на воздухе на 6—10 ч. По истечении этого срока влажную ленту смачивают в клубки и в таком виде используют для изолировочных работ.

Пропитка катушек. Для повышения диэлектрической прочности, влагостойкости и теплопроводности аппаратные катушки, намотанные проводом ПЭЛ, пропитывают лаком № 458.

Для пропитки катушки погружают в бак или ванну с электроизоляционным пропиточным лаком, после чего сушат в электрических печах. До пропитки у намотанной катушки должно быть проверено омическое сопротивление.

Катушки из провода ПБД подвергают двукратной пропитке. Перед пропиткой катушки сушат в течение 3 ч при температуре 100—110° С, после чего в горячем состоянии погружают в лак № 447 и выдерживают до прекращения выделения пузырьков воздуха. Затем катушку извлекают из ванны и выдерживают над ней, для того чтобы могли стечь излишки лака. У катушек без сердечника протирают внутренние поверхности каркаса, у катушек с сердечником — торцовые поверхности. Катушки сушат в печи при температуре 100—110° С в течение 8—10 ч.

Изолированную катушку, намотанную проводом ПБД, вторично пропитывают в лаке № 447 и сушат, как было указано выше. Катушки из провода ПЭЛ проходят одну пропитку в лаке № 458 с последующей сушкой.

Пропитанные и высушенные окончательно изолированные катушки окрашивают покровным лаком № 462П, развешивают на специальных приспособлениях и сушат на воздухе в течение 3—4 ч. Поверхность лака у просушенной катушки должна быть гладкой и твердой.

Восстановление деталей электрической аппаратуры наплавкой. Многие детали электрических аппаратов изготовлены из цветных металлов — меди, бронзы, латуни, алюминия.

В процессе работы электрических аппаратов эти детали изнашиваются и получают повреждения — трещины, вмятины, изломы. При размыкании контакторов под током и возникновении электрической дуги получают подгары, оплавления и другие повреждения.

Изношенные контакты заменяют новыми, изготовленными из профильной меди. При незначительном износе контакты могут быть восстановлены. В этом случае изношенные подвижные и неподвижные контакты после очистки и замеров подвергают наплавке медью посредством газосварки.

Рычаги, катушки из шинной меди, дугогасительные рога контакторов и другие детали из цветных металлов перед наплавкой нагревают в специальных электропечах, а после наплавки вновь закладывают в печь и медленно охлаждают до температуры окружающей среды. Это делают для снятия напряжений, возникающих при наплавке и сварке деталей. Наплавленные детали подвергают обработке и доводят до чертежных размеров. Разработанные отверстия, сорванную резьбу, трещины в чугунных и стальных деталях заваривают чугуном или сталью.

Наплавкой чугуном восстанавливают изношенные кулачковые шайбы валов групповых переключателей. Перед наплавкой чугунные детали электрических аппаратов нагревают в электропечи до 300—400° С и после наплавки, так же как детали из цветных металлов, охлаждают в печах до температуры окружающей среды для устранения внутренних напряжений. Наплавленные кулачковые шайбы собирают на изоляционный вал и подвергают обработке на токарном станке.

Подготовку деталей к сварке, процесс сварки, выбор электродов и присадочных материалов и проверку качества сварки необходимо выполнять в каждом случае в соответствии с инструкциями и техническими указаниями по сварочным работам.

§ 62. Ремонт пантографов

Разборка. Для разборки очищенные пантографы устанавливают на опорные тумбы. Верхние опорные поверхности тумб должны быть проверены по уровню, чтобы они находились в одной горизонтальной плоскости.

Разборку пантографа выполняют в следующем порядке: снимают полозы, затем распускают наружные и внутренние пружины, разбирают верхнюю и нижнюю рамы, валы и пневматический привод. После разборки все детали пантографа подвергают тщательному осмотру и дефектировке.

Основание. При осмотре основания в первую очередь проверяют качество сварных швов. Швы, имеющие трещины, срубают, после чего накладывают новые. Погнутое основание выправляют на плите. Контактные поверхности для присоединения силового кабеля и наконечников гибких шунтов должны быть зачищены и облужены. Специальной линейкой проверяют расстояние между отверстиями под болты опорных изоляторов. Разница расстояний между отверстиями, измеренная по диагоналям, должна быть не более 3 мм.

Снимают и осматривают валы. Концы главного вала, имеющие износ, наваривают электросваркой с последующей обработкой до чертежных раз-

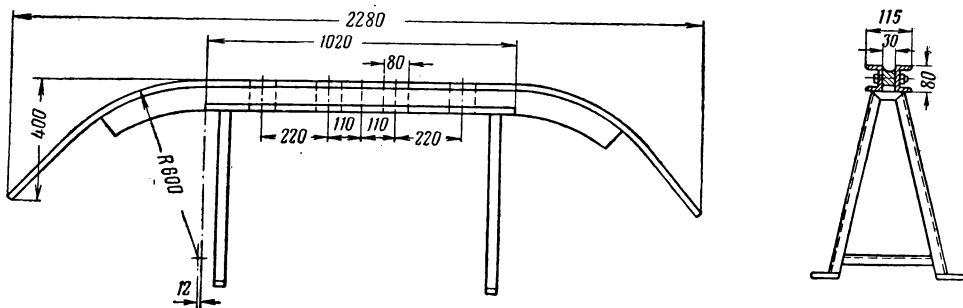


Рис. 196. Шаблон для проверки и правки полоза пантографа

меров. При небольшом износе концы валов восстанавливают хромированием или осталиванием. При установке главные валы следует располагать параллельно друг другу и перпендикулярно рамам основания. В случае несоблюдения этого требования подшипники валов переставляют с установкой новых контрольных шпилек.

Проверяют рычажно-пружинный механизм. В разработанные отверстия рычагов пружин и серег запрессовывают бронзовые втулки. В настоящее время для уменьшения силы трения и улучшения характеристики пантографа в эти отверстия вместо бронзовых втулок устанавливают шариковые и игольчатые подшипники. После тщательного осмотра пружин проверяют их характеристики. Пружины пантографов не должны иметь остаточных деформаций.

Пневматический привод. Пневматические цилиндры разбирают; все их детали, кроме кожаных манжет, промывают в керосине, после чего проверяют состояние внутренней поверхности цилиндров. При наличии задиrow или рисок цилиндры шлифуют. Если внутренний диаметр цилиндров не соответствует допустимым размерам или имеет конусность или эллиптичность, то их восстанавливают хромированием с последующей шлифовкой. Разработанные отверстия направляющей штока поршня и рычагов поршня заваривают с последующей обработкой до чертежных размеров. Кожаные уплотнения поршня при необходимости заменяют новыми, причем замену выполняют комплектно. В случае полной доброкачественности старых манжет их подвергают прожировке, после чего они могут быть использованы повторно.

Регулируют ход поршня подбором толщины ограничительных колец. Цилиндр на утечку проверяют при давлении воздуха 6 ат.

Рамы. Из стальных бесшовных труб с наружным диаметром 29 и внутренним 27 мм изготавливают рамы пантографов. Перед ремонтом рамы необходимо проверить по кондуктору. Рамы пантографа не должны быть погнуты. Не допускается наличие в них трещин, вмятин, а также соединительных муфт. При заводском ремонте рамы, имеющие указанные дефекты, заменяют новыми.

В случае разработки отверстий шарнирных соединений до диаметра более 17 мм их рассверливают до диаметра 21 мм, после чего в отверстия запрессовывают бронзовые втулки. Аксиальные зазоры в шарнирах устраняют подкладкой шайб или навариванием боковых поверхностей электро-сваркой с последующей обработкой до чертежных размеров.

Нижнюю раму, имеющую погнутость, правят на ровной плите. Трещины в раме могут быть заварены с предварительной разделкой и последующей зачисткой мест сварки. При наличии более трех трещин двутавровые рамы заменяют новыми.

Полозы. Перед ремонтом с полозов снимают медные или угольные накладки. Каркас полоза должен иметь толщину не менее 1,5 мм. Трещины и над-рывы в полозах заваривают с последующей зачисткой бормашинкой. Не

разрешается на одном полозе заваривать более одной поперечной и двух продольных трещин в средней части. Полос вообще не должен иметь более трех заваренных трещин.

Новые полозы изготавливают из листовой стали толщиной 1,5—2 мм. Каркас полоза должен быть оцинкован. Перед сборкой проверяют форму полозов. Правку их выполняют на специальных шаблонах (рис. 196).

Для сборки полоза пантографа необходимо установить каркас на стеллаж и отметить середину полоза. После этого на каркас накладывают кондуктор и размечают отверстия для крепления накладок. За базу установки кондуктора берут середину каркаса. После разметки каркас полоза устанавливают на сверлильный станок и сверлят отверстия на прямолинейной части. Затем готовят медные накладки для установки на каркас полоза. Накладки нарезают на фрезерном станке в приспособлении (рис. 197), после чего запиливают заусенцы. Далее рассверливают отверстия в специальных кондукторах и раззенковывают под угол 60° С.

Установку накладок начинают в средней части каркаса и крепят их винтами, изготовленными из латуни. Головки винтов должны иметь шлицы. Угольные накладки ставят, вдвигая с конца лыжи по ласточкиному хвосту, и закрепляют в концах.

Опорные изоляторы. После заливки опорные изоляторы проверяют на отсутствие качки в армировке, замеряют высоту между основанием нижней плоскости и верхом шапки изолятора в месте крепления к раме пантографа. Сопротивление изоляции изоляторов должно быть не менее 100 Мом. Изоляторы подвергают испытанию на диэлектрическую прочность переменным током частотой 50 гц, напряжением 10 кВ.

Сборка и регулировка пантографа. Сборку пантографа начинают с установки на основание цилиндров. Горизонтальность установки цилиндров на основании пантографа регулируют прокладками толщиной не более 4 мм. Затем устанавливают воздухопровод, валы совместно с нижними рамами, укрепляют наружные и внутренние пружины. Далее устанавливают и соединяют верхние рамы, на них монтируют детали шарниров, устанавливают собранные полозы и гибкие шунты.

Отремонтированный и собранный пантограф должен свободно подниматься и опускаться от руки, не иметь заеданий и излишнего трения в шарнирных соединениях. Полозы пантографа должны совершенно свободно, без заеданий поворачиваться в шарнирах и находиться в одной плоскости. Величина угла поворота полозов вокруг своих осей должна быть не менее 30° С.

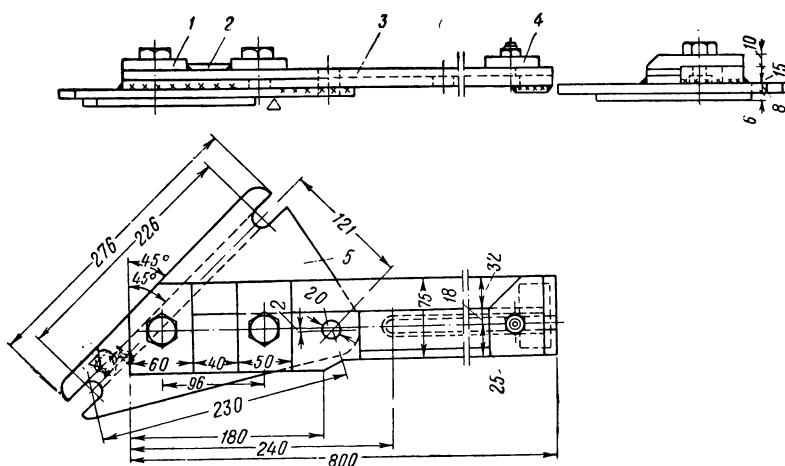


Рис. 197. Приспособление для нарезки накладок на фрезерном станке:

1 — прижим; 2 — планка; 3 — направляющая; 4 — фиксатор; 5 — основание

Горизонтальность полозов проверяют установкой на их середину линейки длиной 1 000 мм с уровнем.

При заводском ремонте разность высот верхней поверхности полоза пантографа, измеренная по концам линейки, не должна превышать 10 мм. Смещение центров полозов относительно центра основания пантографа в сторону от продольной оси кузова допускается не более 20 мм. Проверку проводят опусканием отвеса в центральной части между полозами на основании, где помещается линейка с нанесенным центром основания.

Для обеспечения нормального давления пантографа на контактный провод проверяют характеристику динамометром. При подъеме и опускании давление полоза должно быть не менее указанного в Правилах ремонта (табл. 43).

Т а б л и ц а 43

Показатели	ЭРР, 13РР	П-3	ДЖ-5К	ДЖ-4
Давление полоза на контактный провод в рабочем диапазоне:				
при подъеме (не менее), кг	8	8	5,5	8
при опускании (не более), кг	12	12	9,5	13

При давлении воздуха 3,5 ат пантограф должен легко подниматься и опускаться от собственного веса. После наружного осмотра пневматическую часть пантографа вместе с воздухопроводом проверяют на отсутствие утечки сжатым воздухом под давлением 6—7 ат. Пантограф в поднятом положении должен удерживаться при давлении воздуха 1 ат.

§ 63. Ремонт контакторов

Электропневматические контакторы. Все детали электропневматических контакторов ПК-301 на электровозах и ПК-305 — на электропоездах, устанавливаемых в ящиках линейных контакторов ЛК-300В-1, при заводском ремонте полностью разбирают. Снимают пневматический цилиндр, изоляционный стержень, верхний и нижний кронштейны, блокировочные колодки с кронштейном и рычагом. Если главные контакты в результате износа имеют толщину менее установленной нормы, то их заменяют новыми или наплавляют медью с последующей обработкой по чертежу.

Разработанные отверстия под втулки заваривают, а затем обрабатывают согласно чертежным размерам. Отверстия с поврежденной резьбой в деталях контакторов заплавляют и резьбу после сверловки нарезают вновь. Притирающую пружину проверяют на соответствие техническим условиям и в случае отклонения характеристики более чем на ±8% пружину заменяют новой.

Трещины в дугогасительном роге разделяют и заваривают газосваркой, профиль дугогасительного рога проверяют специальным шаблоном. Пневматический привод полностью разбирают. Внутреннюю поверхность цилиндра при наличии рисок шлифуют, при износе сверх установленной нормы цилиндр заменяют новым, так как восстанавливать и обрабатывать его экономически невыгодно.

Новые и годные старые манжеты прожировывают. При сборке пневматического привода манжеты опускают в вазелиновое масло МВП. Внутреннюю поверхность цилиндра также смазывают этим маслом.

Дугогасительную камеру полностью разбирают. Металлические детали

очищают от подгаров, оплавленные места наваривают с последующей обработкой до чертежных размеров. Трещины заваривают, а швы зачищают.

Асбоцементные стенки и перегородки, имеющие сколы, трещины и износ (в рабочем месте) более 2 мм, заменяют новыми. Допускают заделку местного износа глубиной не более 2 мм асбоцементным порошком, разведенным жидким стеклом. Поврежденную изоляцию полюсов заменяют новой. Изоляционные щетки, имеющие изломы и прогары, заменяют новыми. Остальные изоляционные детали очищают от нагара, а при наличии трещин и сколов заменяют новыми. Крепежные детали оцинковывают. Перегородки, устанавливаемые между контакторами, пропитывают в льняном масле.

После сборки пневматическую часть контакторов типа ПК проверяют на утечку под давлением 6 ат. При этом допускается такая утечка, при которой пленка мыльного раствора на отверстии цилиндра держится, не разрываясь, не менее 10 сек.

Контакторы проверяют также на включение при напряжении на включающих вентилях 35 в и давлении в пневматической сети 5 ат. Контакторы должны четко включаться. В рабочем положении блокировочных колодок блокировочные пальцы должны заходить на медные сегменты не менее чем на 3 мм от края сегментов. Действие контактора проверяют ручным включением пневматического привода. При давлении 3,5 ат включение должно быть четким, а подвижные части перемещаться свободно, без заеданий. При медленном опускании кнопки вентиля контактор должен без остановок и толчков разомкнуться.

Главные контакты во включенном положении должны касаться друг друга по всей их ширине. Проверяют раствор и притирание главных контактов контакторов, которые должны быть соответственно 24—27 и 4—5,5 мм. Нажатие блокировочных пальцев должно быть в пределах 1—2,5 кг. Контакт блокировочных пальцев с медной пластиной сегмента должен быть не менее 75% максимально возможной длины линии касания.

После сборки ящика линейных контакторов ЛК-300 проверяют установку дугогасительных камер. Эти камеры должны быть установлены в ящик линейных контакторов без перекосов, чтобы их полюсы касались фланцев дугогасительных катушек. Подвижные части контакторов должны свободно перемещаться, не задевая перегородки камеры, зазор между подвижными частями контакторов и деталями камеры должен быть не менее 1 мм.

Воздухопровод и электромагнитные вентили ящика линейных контакторов проверяют на утечку воздуха при давлении 6 ат.

Проверку линейных контакторов на пробой проводят испытательным напряжением: между силовой цепью и каркасом 9 500 в, между силовой цепью и цепью управления 9 500 в, между цепью управления и каркасом 800 в (Правила ремонта ЭПС).

Электромагнитный контактор МК-310. При ремонте контакторы МК-310 полностью разбирают. Снимают дугогасительную камеру, отнимают дугогасительный рог с катушкой и изоляционной текстолитовой стенкой. Снимают блокировочный механизм, якорь с держателем, удерживающую катушку, выключающую и притирающую пружины. Если якорь, включающая катушка и блокировочный механизм находятся в хорошем состоянии, то их можно не снимать с ярма.

Дугогасительную и включающую катушки тщательно осматривают, проверяют состояние выводов, верхнего слоя изоляции, замеряют сопротивление. В случае отклонения величины сопротивления более чем на $\pm 6\%$ катушку необходимо заменить.

Дугогасительная камера должна быть полностью разобрана и все ее детали тщательно осмотрены. Исправные перегородки и бруски очищают от нагаров и копоти.

Величина испытательного напряжения между разомкнутыми контактами, между контактом и каркасом, между контактом и цепью управления 7 000 в, между каркасом и цепью управления 800 в (Правила ремонта ЭПС).

§ 64. Ремонт аппаратов с групповым приводом

Групповые переключатели электровозов. После разборки группового переключателя его раму очищают от грязи и старой краски. Места, имеющие погнутости и вмятины, подогревают газовой горелкой и выправляют. Обнаруженные трещины разделяют, заваривают, сварочные швы зашлифовывают. Отверстия с разработанной или сорванной резьбой заваривают. Втулки подшипников блокировочного барабана не должны иметь ослабления в кронштейнах. Проверяют состояние осей и роликов средних опор кулачкового вала.

Кулачковый вал разбирают, все детали очищают от старых покрытий. Вал проверяют на прямолинейность индикатором на токарном станке по обточенным местам. Обнаруженный прогиб устраняют нажатием суппорта станка, после чего вновь проверяют прямолинейность вала. Изношенные шейки вала и их замятые места восстанавливают наплавкой с последующей обработкой.

Изоляцию вала зачищают мелкой стеклянной бумагой, полируют и окрашивают двумя слоями эмали КВД. Изоляцию, имеющую прожоги, трещины и сколы, заменяют новой.

Шестерни привода, имеющие толщину зубьев менее 6 мм, и шестерни передачи на блокировочный вал с толщиной зуба 2,9 мм заменяют новыми. Профили кулачков проверяют шаблонами. Кулачки, имеющие отклонение профиля от нормального, восстанавливают наплавкой, а затем обрабатывают по шаблону.

После ремонта деталей выполняют сборку кулачкового вала. Между смежными изоляторами и кулачками устанавливают фетровые или прессшпановые шайбы. Крайние изоляторы устанавливают на эмали КВД. Кулачки, изоляторы, шестерни, подшипники должны плотно сидеть на валу. Изоляторы окрашивают двумя слоями эмали КВД, кулачки окрашивают черным асфальтовым лаком. Затем собранный вал проверяют на биение. Если величина биения превышает 0,5 мм, то регулируют кулачки на валу или обтачивают их на токарном станке. После сборки кулачковый вал проверяют на пробой (между кулачками и валом, а также между самими кулачками) напряжением 7 000 в в течение 1 мин.

Разобрав пневматический привод, все его детали промывают в бензине и подвергают тщательному осмотру. Внутреннюю поверхность цилиндра при наличии рисок шлифуют. В случае разработки внутреннего диаметра цилиндра свыше 90,3 мм цилиндр восстанавливают путем шлифовки на станке и хромированием или заменяют новым. Если цилиндр привода изготовлять вновь, то конусность и овальность его внутренней рабочей поверхности не должны превышать 0,08 мм.

Поршни, имеющие на наружной поверхности риски, шлифуют, а изношенные до диаметра 89,7 мм восстанавливают наплавкой или напрессовкой втулки с последующей обточкой и шлифовкой.

Зубчатые рейки привода, имеющие толщину зуба менее 6 мм, заменяют новыми. Изношенные упоры и направляющие привода восстанавливают наплавкой и обработкой. Зазор между рейкой и направляющей по ширине не должен превышать 0,5 мм.

Кожаные манжеты заменяют новыми комплектно. Перед установкой манжеты должны быть прожированы. Бронзовые шайбы, имеющие излом лепестков или потерявшие упругость, заменяют годными.

После разборки детали контактора КЭ-1 очищают и осматривают. Изоляцию стержня зачищают стеклянной бумагой, шлифуют и дважды окрашивают эмалью КВД. Изоляцию, имеющую трещины, отколы, прожоги, заменяют новой.

Главные контакты заменяют новыми или восстанавливают наплавкой меди с обработкой по чертежу. Детали, имеющие прожоги, восстанавливают наплавкой.

Главные контакты заменяют новыми или восстанавливают наплавкой меди с обработкой по чертежу. Детали, имеющие прожоги, восстанавливают наплавкой. Отверстия с поврежденной резьбой заваривают и резьбу нарезают вновь. При ремонте кронштейны с трещинами или заваренные ранее должны быть заменены новыми. Контуры подвижных рычагов проверяют шаблонами и в случае необходимости наваривают и обрабатывают по чертежу.

Проверяют состояние дугогасительной катушки. При наличии следов сильного перегрева или при непрочном соединении выводов катушки с кронштейном или наконечником катушки расспессовывают. При необходимости изоляцию сердечника заменяют. Межвитковую изоляцию восстанавливают опусканием катушки в электроизоляционный лак. Новая изоляция вывода катушки должна состоять из двух слоев лакоткани и двух слоев изоляционной ленты, наложенных в полуперекресту.

После ремонта контактор собирают и его работу проверяют на стенде. Раствор контактов должен быть в пределах 24—27 мм. Во включенном состоянии допускается поперечный сдвиг контактов до 1 мм. Ход подвижной системы после касания контактов (провал) должен быть в пределах 11—14 мм. Собранный контактор проверяют на пробой между контактами и изоляционной стойкой, а также между контактами в отключенном состоянии напряжением 7 000 в в течение 1 мин.

Медные сегменты, имеющие толщину менее 3,5 мм, заменяют новыми. Поверхность медных сегментов должна быть выше поверхности фибровых сегментов на 0,75—1 мм. Изношенные шейки вала блокировочного барабана могут быть восстановлены наплавкой с последующей обработкой и шлифовкой. Радиальный зазор между шейкой и подшипником не должен превышать 0,1 мм.

После разборки металлические части дугогасительных камер осматривают. Трещины заваривают с последующей зачисткой швов; оплавленные места наваривают и обрабатывают; отверстия с поврежденной резьбой заваривают и резьбу нарезают вновь. Стенки и перегородки, имеющие отколы, трещины и износ более 1 мм, заменяют новыми. Поврежденную изоляцию полюсов заменяют.

При сборке камеры должно быть выдержано расстояние между выступающими частями полюсов в пределах $46 \pm 0,5$ мм. Перегородки между контакторами, имеющие трещины или отколы, заменяют новыми, пропитанными в льняном масле или натуральной олифе.

При сборке ПКГ кулачковый вал с предварительно собранными шариковыми подшипниками устанавливают в раме, монтируют средние роликовые опоры вала, после чего от руки проверяют легкость его вращения. Средние опоры при необходимости регулируют прокладками. Затем собирают и устанавливают цилиндры пневматического привода. До постановки крышек цилиндров поворачиванием кулачкового вала вручную проверяют взаимодействие между шестерней, зубчатыми рейками и поршнями привода.

На раме группового переключателя устанавливают держатель вентилей, на нем крепят вентили, монтируют медные трубки воздухопровода. После сборки проверяют работу привода. При давлении 7 ат и перекрытом кране магистрали интенсивность утечки из воздушной системы аппарата не должна превышать 0,5 ат за 10 мин.

Затем устанавливают контакторные элементы и регулируют включение и выключение контакторов согласно диаграмме включения. В положении СП вал должен фиксироваться при угле поворота из исходного положения $92 \pm 2^\circ$, а в положении П— $223 \pm 2^\circ$, считая также от исходного положения. Рекомендуется при этом установку и регулировку контакторных элементов проводить раздельно, регулируя вместе только те контакторы, которые согласно развертке должны включаться одновременно. Включение и выключение контакторов регулируют подпиливанием или наплавкой профиля кулачковых шайб. Отклонения от развертки допускаются в пределах $\pm 2^\circ$. Для кон-

такторов, находящихся в одной цепи и выключающихся один за другим, разрыв одного контактора должен отстоять от выключения другого не менее чем на 2°.

При регулировке группового переключателя необходимо также добиться того, чтобы ролики контакторных элементов правильно располагались относительно рабочих поверхностей кулачковых шайб: их взаимное смещение не должно превышать 2 мм. Кулачковая шайба не должна касаться хвостовика рычага контактора. Принудительный разрыв контакторов должен быть не менее 3 мм, раствор силовых контакторов контакторных элементов КЭ-1 не менее 24—27 мм, нажатие контактов в момент их касания примерно 7—9 кГ, конечное нажатие после притирания 18—20 кГ, провал (притирание) 11—14 мм.

После регулировки контакторных элементов проверяют работу группового переключателя под воздухом. В окончательно собранном виде аппарат должен четко работать при давлении воздуха 3,5 ат и напряжении на катушках вентилей 35 в, а при давлении воздуха 5 ат кулачковый вал должен поворачиваться из одной позиции в другую за 2—3 сек.

Далее устанавливают блокировочный барабан и стойку с блокировочными пальцами и проверяют правильность замыкания пальцев блокировочными сегментами, касание и нажатие пальцев. В фиксированных положениях ПКГ линия касания блокировочных пальцев должна отстоять от края сегмента не менее чем на 3 мм как в случае нахождения пальцев на сегменте, так и на изолированной поверхности барабана.

При установке дугогасительной камеры необходимо, чтобы расстояние между подвижными частями контактора и деталями камеры было не менее 1 мм. У собранного ПКГ на зажимах, пальцах и проводах наносят обозначения согласно схеме.

Проверку на пробой выполняют напряжением 7 000 в между силовой цепью и землей, между силовой цепью и цепью управления и напряжением 800 в между цепью управления и землей.

§ 65. Ремонт главного контроллера ЭКГ-8

Все детали и узлы контроллера — четыре кулачковых контактора с дугогашением, 30 — без дугогашения, кулачковые валы, электродвигатель приводной и блокировочные устройства — разбирают, очищают и дефектируют.

Для ремонта кулачковых контакторов с дугогашением снимают дугогасительные камеры, проверяют состояние разрывных и главных контактов. При обнаружении на разрывных контактах наплывов металла поверхность их слегка зашлифовывают личным напильником до выравнивания поверхности. Контакты с изношенной напайкой заменяют новыми. При смене контактов установку новых выполняют так, чтобы прилегание гребенок контакта к сопрягаемой детали было нормальным, т. е. плотным.

Смещение подвижных контактов относительно неподвижных не должно превышать 2 мм. Линия касания контактов должна быть не менее 80% их ширины. Провал разрывных контактов контролируют изменением предраствора главных контактов, т. е. раствора главных контактов в момент касания разрывных. Для контакторов с неизношенными напайками он должен составлять 8—10 мм, а при изношенных напайках — не менее 4 мм. Отсутствие провала разрывных контактов может привести к подгару главных контактов и аварии аппарата. Провал регулируют перестановкой по гребенке подвижного и неподвижного разрывных контактов.

При ремонте дугогасительных камер обращают внимание на состояние внутренних стенок камеры и деионных решеток. Стенки камеры очищают от копоти, нагаров и металлизации при помощи шабера, напильника или наждачного полотна. Стенки камеры, выгоревшие на половину своей толщины, заменяют новыми. После установки отремонтированной дугогасительной

камеры на место проверяют зазор между подвижным контактом и стенкой камеры, который не должен быть менее 4 мм. Надежность фиксации аппарата на позициях контролируют относительным положением рисок на шестерне и раме верхней блокировки. При фиксированном положении риска на шестерне должна располагаться между рисками на раме (рис. 198). Это соответствует углу покая шестизаходного креста. Настройку фиксации выполняют изменением добавочного сопротивления в цепи якоря приводного двигателя главного контроллера. При проходе фиксированного положения добавочное сопротивление увеличивают, при недоходе — уменьшают. Сопротивление изменяют смещением подвижного хомута на сопротивлении. Проверку и настройку фиксации выполняют при напряжении цепи управления 50 и 40 в.

После ремонта ЭКГ-8 выполняют полный осмотр, при этом обращают внимание на работу подвижных частей, движение которых должно происходить без заеданий. Проверяют зазор в магнитном компенсаторе при замкнутых контактах. Зазор не должен быть менее 3 мм. Затем проверяют наличие воздушного дутья в камере дугогасительных контакторов и продувают маслоотделитель. Обращают внимание на разрывные и главные контакты, раствор которых должен быть в момент касания для новых контактов в пределах 4—5 мм, уже эксплуатировавшихся — не менее 2 мм. Износ медновольфрамовых контактов МВ-70 допускается до двух третей толщины, а ОК-15 — до полного износа.

Для проверки работы приводного электродвигателя и пневматического привода главный контроллер переключают с позиции 1 до 38 и обратно и следят при этом за четкостью поворота и фиксации кулачкового вала. Вал переключателя ступеней должен четко фиксироваться на позициях при напряжении цепи управления 50 в и без заеданий переходить с позиции 1 на ну-

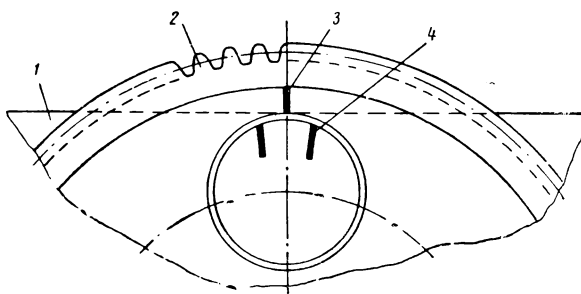


Рис. 198. Положение шестерни верхней блокировки относительно рамы при фиксации вала главного контроллера ЭКГ-8 на позиции:

1 — рама верхней блокировки; 2 — шестерня; 3 — риска на шестерне; 4 — риска на раме

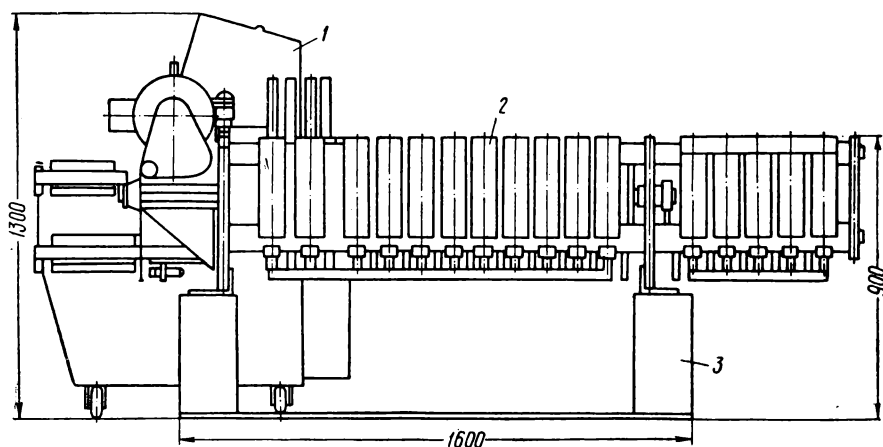


Рис. 199. Стенд для ремонта и испытания главного контроллера ЭКГ-8:

1 — стенд; 2 — главный контроллер; 3 — подставки

левую при напряжении 40 в. Если четкой фиксации не получается, то проверяют состояние щеток приводного электродвигателя, регулировку реле синхронизации на ток срабатывания 0,1 а и регулировку контактора приводного электродвигателя. Автоматический набор с позиции 1 до 38 не должен превышать 28 сек, а запас по углу между началом вырубki промежуточной шайбы червячного колеса до ролика контакторного элемента на фиксированной позиции должен быть не менее 20°.

ЭКГ-8 проверяют также и до ремонта, что позволяет более точно выявить неисправности аппарата и определить объем ремонта. Проверку до ремонта и после него выполняют на стенде (рис. 199), который одновременно служит и рабочим местом для ремонта ЭКГ-8. Результаты работы ЭКГ-8 фиксируют на диаграмме замыкания контактов при помощи самописцев на специальной бумаге, закрепленной на барабане. Полную диаграмму снимают в три приема и сравнивают с контрольной.

§ 66. Ремонт главного выключателя ВОВ-25

Выключатель ВОВ-25 и его узлы полностью разбирают, промывают в бензине, протирают и смазывают морозостойкой смазкой ЦИАТИМ-201 все трущиеся части передаточного механизма к разъединителю, а также подшипники, прочищают все детали блока клапанов, привода, обратного клапана. Бак подвергают гидравлическому испытанию и окрашивают внутри антикоррозийной краской. Затем проверяют состояние сигнально-блокировочного аппарата, электромагнитов, промежуточного реле и автомата минимального давления, а при необходимости их разбирают, чистят и ремонтируют заменой отдельных узлов и деталей новыми, если в этом возникает необходимость.

После ремонта проверяют работу выключателя. При этом проверяют угол поворота вала разъединителя, который должен быть равен $60 \pm 1^\circ$. Рычаг на валу разъединителя, предназначенный для завода удерживающего электромагнита, должен быть установлен в такое положение, чтобы отведение якоря электромагнита начиналось при повороте вала не более чем на 3° . Проверяют угол поворота вала сигнально-блокировочного аппарата, который должен составлять около 90° при полном отключении разъединителя. При этом размыкание контактов должно происходить при повороте разъединителя от отключенного положения на $20 \pm 5^\circ$.

При отключенном положении разъединителя кратчайшее расстояние между токоведущими частями, разделенными разрывом разъединителя, должно быть не менее 230 мм. Вхождение контактов разъединителя должно происходить до совпадения осевых линий; допускается отклонение ± 5 мм. Вал главного выключателя и соединенные с ним звенья механизма не должны иметь каких-либо заеданий.

Автомат минимального давления регулируют согласно указаниям инструкции завода «Уралэлектроаппарат»; его контакты должны замыкаться при подъеме давления в баке до $5,8_{-0,2}^{+0,2}$ ат, а размыкаться при снижении давления в баке до $4,8_{-0,8}^{+0,8}$ ат. Эту операцию выполняют изменением натяжения пружин. Далее проверяют работу включающего и удерживающего механизмов при давлении 2 ат и напряжении на катушке 32,5 в постоянного тока, а при давлении 9 ат и токе катушки 10—11 а — работу промежуточного реле на срабатывание. Выключатель должен отключаться и включаться при испытательном давлении в пределах 2—3,5 ат, характеризуя этим качество ремонта, сборки и регулировки.

Во время проверки выключателя на включение и выключение сброс давления не должен быть более 2,3 ат при отключении от удерживающего электромагнита и начальном давлении в баке 8 ат и 0,5 ат — при включении от электромагнита включения.

Утечку в пневматической системе выключателя проверяют при начальном давлении в баке 8 ат и перекрытой питающей магистрали. При этом уменьшение давления за счет утечек не должно превышать 1 ат/ч.

Проверяют также скорость и время срабатывания выключателя, которые должны соответствовать указанным в его паспорте. Временные характеристики снимают при 8 ат и номинальном напряжении в цепях управления посредством магнитного осциллографа. При этом регистрируют ток отключающего и включающего электромагнитов, момент размыкания контактов и момент замыкания заземлителя с ножами разъединителя.

Механическое испытание выключателя выполняют по инструкции завода-изготовителя при давлении 8 ат и напряжении 32,5 в. Изоляцию выключателя испытывают напряжением 80 кв, 50 гц в течение 1 мин, а цепей управления — 2 кв, 50 гц также в течение 1 мин.

Регулировку и испытания главного выключателя ВОВ-25 после ремонта выполняют на стенде (рис. 200) при давлении 7—9 ат. Убеждаются в исправном состоянии всех механизмов выключателя после 10—15 включений. Все нормы испытания приведены из инструкции завода «Уралэлектроаппарат».

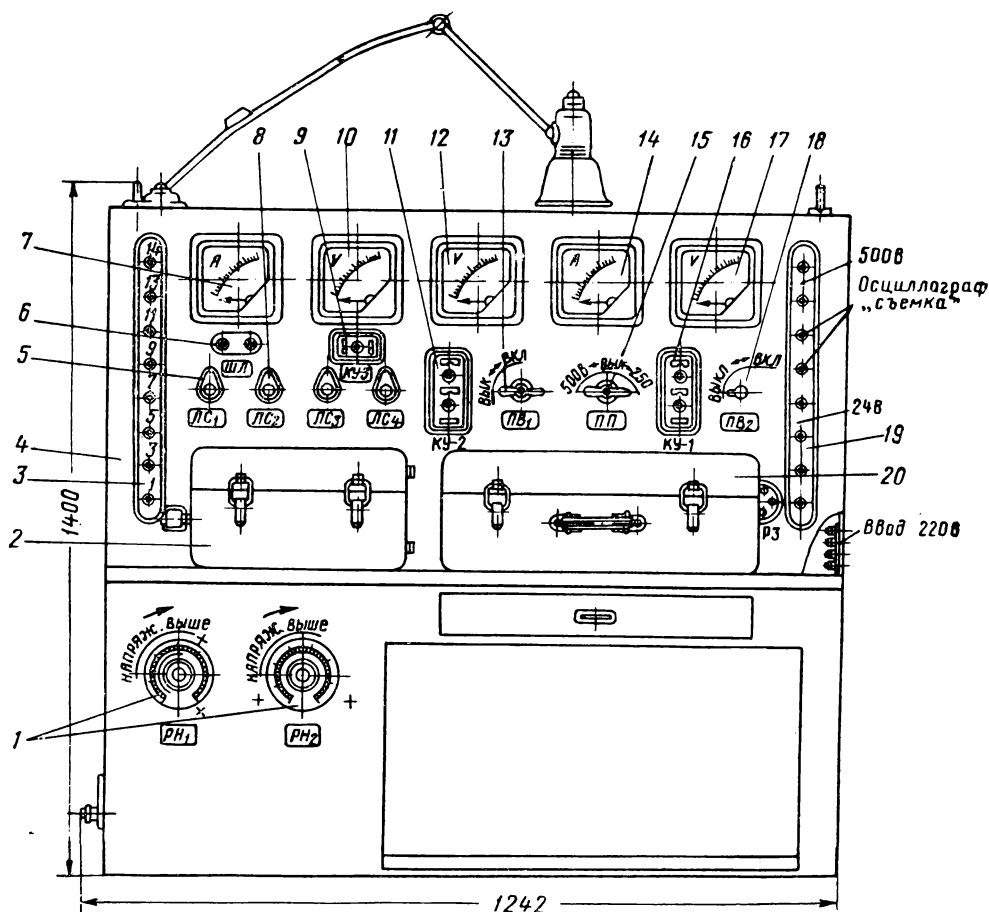


Рис. 200. Стенд для испытания аппаратов переменного тока электровоза ВЛ60:

1 — вариаторы; 2 — ящик шунтов и добавочных сопротивлений; 3 и 19 — рейки зажимов; 4 — панель; 5 — лампа сигнальная зеленая; 6 — гнезда; 7 — амперметр 0—600 а; 8 — лампа сигнальная красная; 9 — кнопка осциллографа; 10 — вольтметр 0—250 в; 11 — кнопка включения магнитного пускателя токовой цепи и цепи переменного тока 0—500 в; 12 — вольтметр 0—150 в; 13 — пакетный выключатель цепи переменного тока; 14 — амперметр 0—10 а; 15 — пакетный выключатель переключения токовой цепи; 16 — кнопка включения ВОВ-25; 17 — вольтметр 0—600 в; 18 — пакетный выключатель цепи переменного тока; 20 — осциллограф

§ 67. Ремонт выпрямительной установки с полупроводниками

На электровозах ВЛ60К и электропоездах ЭР9 применяют выпрямительные установки, состоящие из силовых кремниевых вентилей типа ВКД-200 или ВК-200.

Осмотры и ремонты выпрямительных установок на электроподвижном составе проводят только при снятом напряжении, заземленной тяговой обмотке трансформатора и соблюдении необходимых мероприятий по технике безопасности. При ремонте выпрямительной установки проверяют целостность вентилей и шунтирующих сопротивлений при помощи измерительного моста, имеющего рабочее напряжение постоянного тока не менее 50—75 в.

При проверке заземляют омическое сопротивление обратного тока группы вентилей и шунтирующих сопротивлений, разбивая при этом выпрямительную установку на ряд простых цепей, состоящих из нескольких последовательно включенных вентилей и параллельных им сопротивлений. Если общее сопротивление группы из восьми вентилей изменилось на 50 ом, а четырех — на 150 ом, то необходимо обнаружить и заменить пробитый вентиль или сопротивление с обрывом цепи. Целостность вентилей на внутренний обрыв проверяют омметром с подачей напряжения в проводящем направлении.

Другой способ, не требующий разборки цепей, заключается в измерении небаланса напряжений между средними точками блоков, к которым подключены датчики пробоя вентилей. При этом на установку подают питание от четырех последовательно соединенных анодных батарей с общим напряжением порядка 300 в. Подключение выполняют на силовых контактах включенных быстродействующих разъединителей. Микроамперметр с внутренним сопротивлением не менее 1 500 ом и шкалой 0—300 мка изолированными щупами подключают к средним точкам блоков на панели с датчиками пробоя. По величине небаланса и направлению отклонения стрелки легко определяют целостность полуплеч выпрямительной установки, находят места повреждений и устанавливают их характер. При ремонте очищают масляные фильтры воздушной системы. Особое внимание обращают на прочность контактных соединений и отсутствие токопроводящей пыли на стеклянных изоляторах вентилей, которую удаляют продувкой сжатым воздухом при давлении не выше 1 ат.

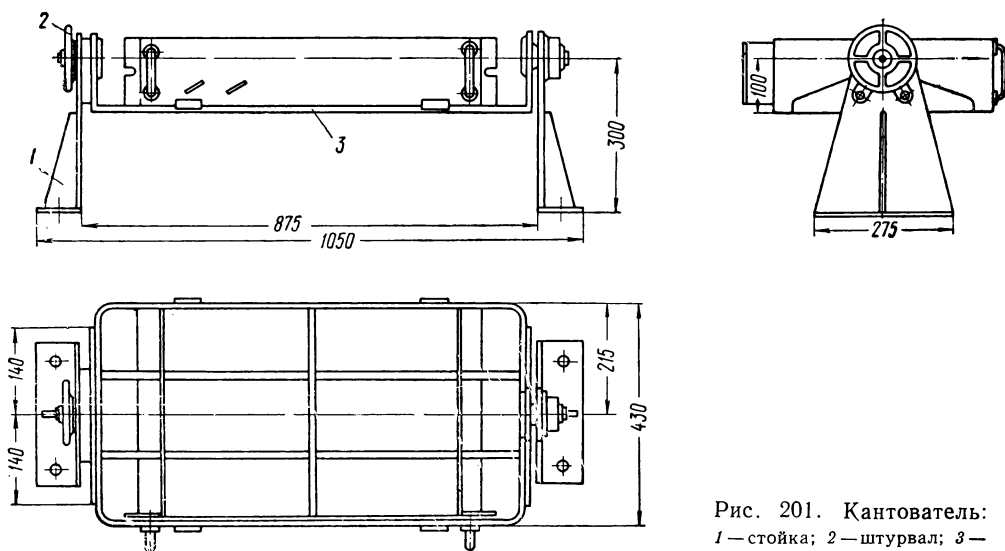


Рис. 201. Кантователь:
1 — стойка; 2 — штурвал; 3 — поворотная рама

Плотность прилегания вентиля к радиатору проверяют калибром и при установке их обеспечивают параллельность поверхностей основания вентиля и радиатора. Завинчивают вентиль в радиатор с усилием не выше 800—900 $\kappa\Gamma/\text{см}$. Не допускают в эксплуатацию выпрямительные установки при неисправной защите.

При заводском ремонте подвижного состава (ВЛ60К, ЭР9) проверку и ремонт выпрямительных установок проводят в электроаппаратном цехе на специальном участке общей площадью 50 м^2 .

Выпрямительные блоки к месту разборки транспортируют на тележке грузоподъемностью 400 $\kappa\Gamma$, устанавливают на кантователь (рис. 201) и полностью разбирают. Вентили устанавливают в кассеты и подают на обмывку в шкаф, в котором есть ванна с бензином, выдерживают в ванне 5—7 мин, а затем вынимают и просушивают. При необходимости выполняют лужение наконечников вентиля. Затем вентили укладывают вновь в кассеты и транспортируют к месту испытания, где есть для этого соответствующее оборудование.

Охладители вентиля устанавливают в контейнер и отправляют на очистку, которую выполняют методом травления в щелочном растворе каустической соды в соотношении $100 \pm 25 \text{ г/л}$ при температуре 50—60° С в течение 0,5—1 мин. Затем охладители освещают в растворе азотной кислоты.

Панели с делителями напряжения и выпрямительные блоки собирают на специальном рабочем месте, снабженном столами с приспособлениями для кантования при ремонте. Собранные панели подают на стол сборки выпрямительных блоков, куда также поступают все детали из ремонта. При сборке выпрямительных блоков проверяют целостность вентиля и шунтирующих цепочек на стенде (рис. 202), который состоит из двух столов, тумбы с термостатом и всей испытательной аппаратурой.

На одном столе снимают прямую вольт-амперную характеристику при помощи амперметра 0—300 а и вольтметра 0—75 в. На другом — выполняют снятие обратной вольт-амперной характеристики и проверку электрической прочности вентиля. Для этого вентили по 12 шт. вворачивают в кассету, которую устанавливают в специальное углубление в столе и проверяют поочередно по одному вентилю.

Стенд подключают к сети напряжением 220 в, 50 гц. Термостат служит для снятия вольт-амперной характеристики при температуре 140° С. Обратную характеристику снимают при помощи осциллографа ЭО-7, вольтметра 0—1 кв и миллиамперметра 0—30 ма. Одну кассету с двенадцатью вентилями проверяют в течение 10 мин.

Согласно схеме (рис. 203) напряжение на стенд подают через рубильник-предохранитель РПР. Для снятия прямой вольт-амперной характеристики (на первом столе) нажимают кнопку *Пуск КУ2*. При этом загорается лампа ЛС₃. Ручкой регулятора РН устанавливают по амперметру А ток 200 а и снимают показание милливольтметра V₂. Время снятия характеристики одного вентиля выдерживают не более 5—7 мин при помощи реле времени РВ.

Для снятия обратной характеристики кассету с вентилями помещают

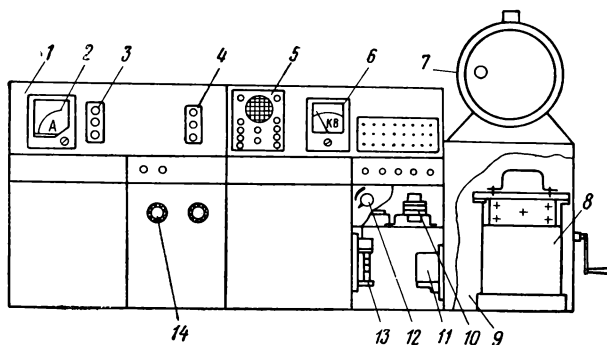


Рис. 202. Стенд для проверки вентиля и шунтирующих цепочек:

1 — приборная панель; 2 — амперметр М362 0—300 а; 3 — реле времени ЭВ325; 4 — реле тока ЭТД-551/60, 5 — осциллограф электронный О-7; 6 — вольтметр М366 0—1000 в; 7 — термостат; 8 — трансформатор сварочный СТАИ-1; 9 — тумба; 10 — трансформатор; 140 вт; 11 — контактор КТ-22/26; 12 — автотрансформатор ЛАТР-2М; 13 — реле промежуточное ЭП-41/306; 14 — регулятор напряжения РНО-250-10

в термостат и соединяют с цепями при помощи контактной рейки. В термостате поддерживают температуру 140°C для получения той же температуры $p-n$ перехода вентиля. При достижении температуры 140°C вентили выдерживают при этой температуре в течение 20 мин. Для испытания подготовленных вентилях включают цепи тумблером $TВ$; при этом загорается зеленая лампа $ЛС_1$. Напряжение на повышающий трансформатор подают нажатием кнопки $Пуск КУ1$, рукояткой латра плавно повышают обратное напряжение до номинального (например, до 400 в), которое отсчитывают по вольтметру и замеряют обратный ток амперметром mA при нажатии кнопки $Ток КУ$.

После снятия характеристики одного вентиля рукояткой латра снимают напряжение с вентиля и кнопкой $Стоп$ в проводах 36-42 выключают цепи. Для снятия вольт-амперной характеристики другого вентиля переключают цепи при помощи штепсельного разъема на этот вентиль и вновь включают их.

Для проверки электрической прочности вентиля кассету устанавливают в углубление во втором столе и подсоединяют вентили к общей контактной планке. Затем подсоединяют штекер к испытуемому вентилю и включают цепи. Рукояткой латра повышают напряжение до амплитудного значения, равного полуторному номинальному. Это напряжение вентиль должен выдерживать без пробоя в течение 10 сек. Повышая напряжение следят за изгибом характеристики по осциллографу. При пробое вентиля срабатывает реле тока $РТ$ (катушка которого включена в цепь проводов 14-16) и выключает установку автоматически. Годность вентиля для нормальной работы в выпрямительной установке устанавливают по ГОСТ 10662—63.

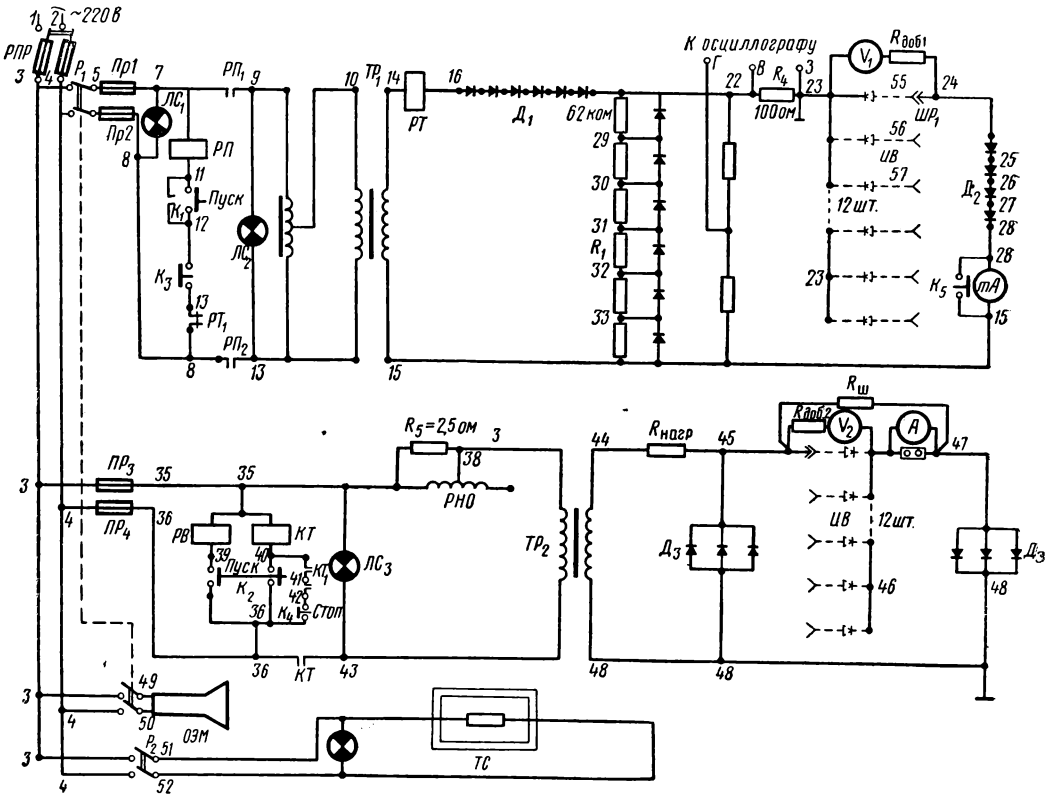


Рис. 203. Электрическая схема стенда для проверки вентилях и шунтирующих цепочек

§ 68. Ремонт реостатных контроллеров электропоездов

Перед разборкой реостатный контроллер продувают сжатым воздухом и осматривают. Для определения характера и объема ремонтных работ по кулачковому валу, контакторным элементам и механизму пневматического привода проверяют работу реостатного контроллера под воздухом. При этом особое внимание обращают на правильность развертки кулачкового вала и замыкания контакторных элементов по позициям, которые проверяют специальным приспособлением (рис. 204). После такой проверки аппарат разбирают. Снимают подшипниковый щит пневматического привода вместе со звездой, валиком, храповиком, шестерней, подшипниками. Из цилиндра вынимают поршень и с него снимают манжеты. Все детали промывают бензином и тщательно осматривают.

Риски на внутренней поверхности цилиндра устраняют шлифовкой. Наибольшие риски на рабочих поверхностях цилиндра допускаются при условии отсутствия утечек воздуха при давлении 7 ат. При разработке внутреннего диаметра цилиндра свыше 58,2 мм его заменяют новым или восстанавливают хромированием. Овальность и конусность цилиндра допускаются до 0,5 мм. Разработанные отверстия и отверстия с поврежденной резьбой заваривают, а затем обрабатывают по чертежу.

Трещины в крышке цилиндра и крышке подшипникового щита заваривают. Прокладки цилиндра, подшипникового щита и вентиляей, пришедшие в негодность, заменяют новыми, изготовленными из листового паронита толщиной 1 мм. Поршень цилиндра, имеющий на рабочей поверхности риски, направляют на шлифовку. Если диаметр поршня в результате износа стал меньше 57,8 мм, то поршень восстанавливают хромированием.

Проверяют плотность посадки оси ролика в поршне: ось не должна иметь никакой качки в месте посадки. Радиальный люфт ролика не должен превышать 0,5 мм, аксиальный — 1 мм. При замене оси ролика ее закрепляют штифтом. Новые и годные старые манжеты прожировывают. Пружинные лепестковые шайбы поршней, имеющие трещины и изломы лепестков, заменяют.

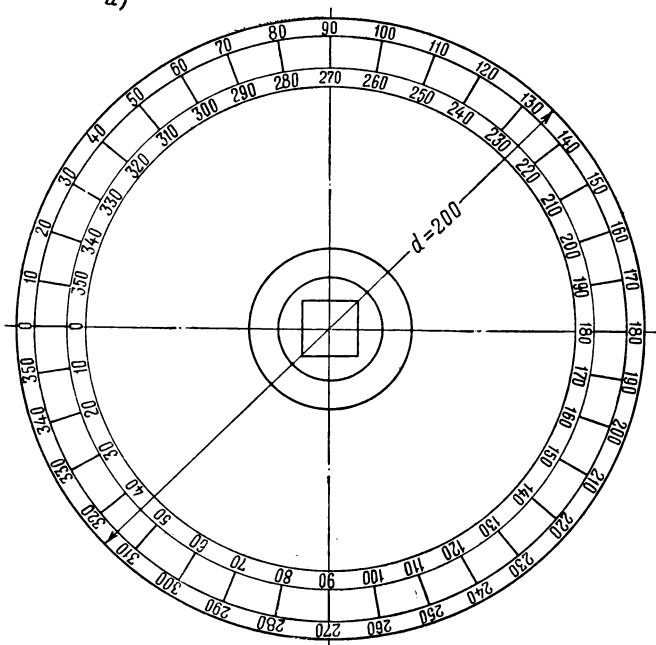
Профиль звезды проверяют специальным шаблоном. Изношенную звезду восстанавливают наплавкой с последующей обработкой. Звезду запрессовывают на вал и приваривают с двух сторон. Шестерни привода и кулачкового вала, имеющие толщину зуба по делительной окружности менее 5,2 мм, заменяют новыми. Храповик переключателя вентиляей проверяют шаблонами. При необходимости выполняют наплавку граней с последующей обработкой. Обработанный храповик вновь проверяют шаблонами и оцинковывают. При необходимости заменяют изоляцию храповика от вала. Изоляцию изготовляют из лакоткани или миканита. Проверяют состояние подшипников привода.

Пневматический привод собирают в следующем порядке: в цилиндр устанавливают поршень с роликами, в подшипниковый щит ставят подшипники. Далее устанавливают в подшипниках валик со звездой, ставят крышку подшипников с маслоудерживающим кольцом, малую шестерню и храповик с изоляционными кольцами. Шестерня и храповик должны плотно сидеть на валике. Манжеты, бронзовые лепестковые шайбы и стальные шайбы надевают на шпильки и крепят гайками.

Стальную трубу воздухопровода осматривают, проверяют состояние резьбы на всех элементах воздушной подводки. Трубки, имеющие повреждения — трещины, вмятины, а также перекрученные, заменяют. Концы трубок развальцовывают на длине 6 мм под углом 45°. Воздухопроводные коллекторы при ремонте должны быть оцинкованы. Изолятор воздухопровода, имеющий повреждения поверхности, зачищают и полируют. В случае трещин в теле изолятора или ослабления его металлической армировки изолятор заменяют новым.

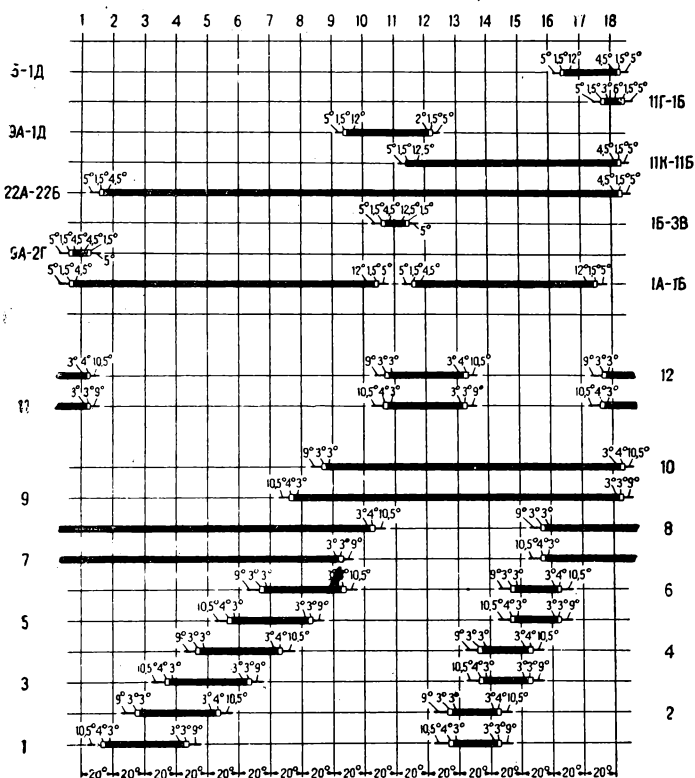
Специальным шаблоном проверяют параллельность боковых щитов и их перпендикулярность корпусу. При необходимости переклепывают крепящие угольники; разработанные отверстия в щитах и трещины заваривают с по-

a)



б)

СТОРОНА ПРИВОДА
ВИД СНИЗУ /СО СТОРОНЫ КОНТАКТОВ/



Эскиз А

Подъем или опускание контактов

Допустимые отклонения
на углы α , β и $\gamma \pm 1^\circ$

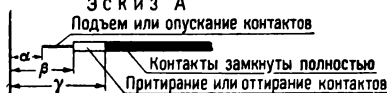


Рис. 204. Универсальное приспособление для проверки замыкания контактов по позициям:

а — приспособление;
б — таблица замыкания контактов

следующей обработкой. В подшипники закладывают смазку УТВ. Концы вала, имеющие диаметр менее 20 мм, восстанавливают хромированием под посадку колец подшипников.

Если кулачковый вал и шайбы находятся в хорошем состоянии, то вал не разбирают. После постановки новых шайб кулачковый вал протачивают и проверяют на биение на токарном станке. Правильность установки шайб по длине вала проверяют шаблоном.

Переключатель вентиля полностью разбирают. От колодки отнимают кронштейны, контакты и рычаг. При необходимости заменяют бронзовые пластины боковых контакторов. Новые контактные пластины изготовляют из бронзы. Профиль держателя проверяют по шаблону. При необходимости боковые контакты могут быть наплавлены бронзой. Изношенный рычаг переключателя вентиля заменяют. Если высота контактов стала менее 13 мм, то их заменяют. При сборке переключателя вентиля устанавливают нижние и боковые контакты, рычаг с ползуном и пружиной.

После сборки переключателя проверяют расстояние между боковыми гранями контактов, которое со стороны колодки должно быть 20 мм, а с противоположной стороны 34—35 мм. Боковые контакты должны находиться на равном расстоянии от вертикальной оси колодки переключателя вентиля реостатного контроллера, а нижние контакты — выступать над поверхностью колодки на 11 мм.

Затем переключатель вентиля болтами крепят к кронштейну. Под головки болтов устанавливают специальную запорную шайбу. Между колодкой и кронштейном ставят прокладки из пресшпана толщиной 1,5 мм. Количество этих прокладок окончательно устанавливают при регулировке переключателя.

Контакторный элемент, поступивший в ремонт, тщательно осматривают. При этом устанавливают необходимость его разборки. При ремонте заменяют изоляторы, имеющие трещины, отколы, прожоги и неисправную резьбу. Если на поверхности изолятора есть риски или незначительное обгорание поверхности, то их необходимо зачистить стеклянной бумагой, а затем отполировать или покрыть бесцветным лаком. Главные контакты, имеющие износ более допустимого, заменяют новыми или восстанавливают наплавкой медью с последующей обработкой по чертежу.

Дефекты подвижного латунного рычага (выработка в корпусе, несквозные трещины) устраняют наплавкой латуни с последующей обработкой по чертежу, а отверстия, разработанные более 0,1 мм, установкой бронзовой втулки с внутренним размером под валик и толщиной стенки не менее 1 мм.

Подвижные латунные или стальные рычаги, имеющие сквозные трещины, заменяют новыми. Стальные подвижные рычаги с выработкой отверстий более 0,1 мм восстанавливают электронаплавкой с обработкой по чертежу. Разработанные более 0,1 мм отверстия кронштейна или держателя подвижного рычага и несквозные трещины обычно восстанавливают наплавкой латуни с последующей обработкой. Неисправную резьбу у отверстий держателей подвижного и неподвижного контактов кронштейна восстанавливают наплавкой или заваркой, сверловкой и нарезкой резьбы.

Установочные текстолитовые планки, имеющие трещины и прожоги, заменяют новыми. Металлические установочные планки низковольтных контакторов оцинковывают, асбоцементные перегородки очищают. Перегородки, имеющие трещины, прожоги, отколы, заменяют. Рейки зажимов очищают от старого покрытия, шлифуют и окрашивают эмалью КВД.

Сборку и регулировку реостатного контроллера выполняют в следующей последовательности. Устанавливают щиты и шаблоном проверяют их параллельность. Шариковые подшипники собирают на кулачковом валу, после чего вал устанавливают на место и закрепляют корпуса подшипников. Затем, поворачивая вал от руки, проверяют его легкость вращения и отсутствие продольного люфта в подшипниках.

Установив механизм привода, убеждаются в том, что при нулевом положении реостатного контроллера зуб малой шестерни с отметкой О входит во впа-

дину большой шестерни с отметкой О. Следует проверить также качество зацепления по отсутствию заклинивания и касанию зубьев по всей ширине (16 мм).

Контакторные элементы КЭ-4 предварительно монтируют на установочные планки. Низковольтные контакторные элементы КЭ-30 монтируют на стальных установочных планках. Планки с контакторными элементами крепят к щитам. Растворы контактов проверяют шаблонами. Если растворы всех контакторов, установленных с одной стороны вала, меньше нормы, то это может быть устранено протрагиванием планки с внутренней стороны в местах опоры на величину не более 2 мм. Если, наоборот, растворы больше нормы, следует подложить под нижнюю часть планки фибровую или прессшпановую прокладку толщиной до 1 мм.

Ролики контакторных элементов, включенных на определенных позициях реостатного контроллера, должны отстоять от кулачковых шайб на расстояние не менее 0,5 мм, а ролики выключенных контакторных элементов на всех позициях расположены не ближе 3 мм от края склона кулачка. При движении роликов по рабочим поверхностям кулачков касание должно происходить не менее чем на 75% ширины кулачка, а смещение осей симметрии шайбы и ролика не превышать 2 мм.

Далее проверяют правильность замыкания контакторных элементов на всех фиксированных позициях кулачкового вала. Вал при этом поворачивают и устанавливают в требуемое положение нажатием кнопок вентиляей, присоединенных к источнику сжатого воздуха. Проверку выполняют в соответствии с диаграммой включения по положениям кулачкового вала. Регулировку проводят за счет опиловки профиля или замены кулачковых шайб, подбора контактов различной толщины, замены контакторных элементов и выпиливания паза изолятора.

Правильность установки кронштейна с переключателем вентиляей проверяют в следующем порядке. При правильной симметричной установке рычага относительно вертикальной оси звезды ось рычага должна проходить через ось звезды переключателя. Зазоры между нижним краем колодки и контактным рычагом переключателя вентиляей реостатного контроллера на всех фиксированных позициях должны быть одинаковыми. Наибольшая допустимая разница зазоров составляет 1 мм.

Если эти условия не соблюдены, то переключатель вентиляей следует передвинуть вдоль оси звезды переключателя к приводу или от него за счет соответствующего изменения толщины или количества прокладок между колодкой и кронштейном.

Правильность установки переключателя вентиляей в поперечном направлении контролируется величиной зазоров между нижним краем колодки и рычагом. Зазоры должны быть в пределах 2—6 мм. Если зазоры больше 6 мм, то переключатель вентиляей передвигают в поперечном направлении в сторону рычага; если зазоры меньше 2 мм, то его передвигают в противоположную сторону. Смещают переключатель за счет прокладок между его кронштейном и фланцем привода.

По зазору между рычагом и горизонтальным срезом храповика проверяют правильность установки переключателя относительно оси валика. На фиксированных позициях кулачкового вала контактный рычаг вручную устанавливают в вертикальное положение, после чего проверяют зазор, который должен быть в пределах 2—3 мм. При отклонении величины фактического зазора от указанного значения переключатель вентиляей передвигают в вертикальном направлении вверх или вниз за счет зазоров в отверстиях для болтов, крепящих колодку.

Пневматическую систему проверяют на отсутствие утечек при давлении воздуха 7 ат при помощи мыльного раствора.

По окончании монтажа реостатный контроллер устанавливают на стенд в рабочем положении. К зажимам 30, 1Г и 22Б подводят напряжение 50 в, воздухопровод ставят под давление 5 ат и действие аппарата проверяют непре-

рывной работой в течение 20 мин. После этого вновь должны быть проверены основные переходы и растворы. Кулачковый вал должен четко переходить с позиции на позицию при давлении 3,5 ат.

Сопротивление изоляции проверяют в соответствии с Правилами расчета ЭПС в течение 1 мин при напряжении (в в):

Между силовой цепью и каркасом	9 500
» » » » цепью управления	9 500
» соседними группами контакторных элементов	9 500
» цепью управления и каркасом	800

§ 69. Ремонт аппаратов защиты

Ремонт быстродействующего выключателя БВП-3. Перед разборкой быстродействующий выключатель в специальной камере продувают сжатым воздухом давлением 2—3 ат; отдельно продувают дугогасительную камеру. После разборки все стальные детали, не имеющие специальных покрытий, а также болты, гайки, шайбы, винты, валики, оси очищают сталеструйной установкой или погружают в выварочную ванну. Части быстродействующего выключателя, имеющие изоляционные покрытия, очищают от пыли и грязи чистой мягкой тряпкой, смоченной в спирте или бензине; копоть, подгары, налеты меди на поверхностях дугогасительной камеры очищают стекляннным полотном, после чего камеру продувают сжатым воздухом. Рамы выключателя тщательно осматривают для выявления трещин и подплавов, определяют износ отверстий. Обнаруженные трещины, места подплавов и отколы разделявают под заварку.

После наплавки поврежденных мест и заварки трещин плоскости боковин рамы фрезеруют. В отверстия боковин запрессовывают и развальцовывают бронзовые втулки, после чего отверстия во втулках развертывают. Небольшие повреждения изоляции стержней основания рамы зачищают и стержни окрашивают эмалью КВД.

При осмотре пневматического цилиндра устанавливают наличие трещин и отколов на корпусе и риск на внутренней поверхности. Щупом проверяют зазоры между уплотняющими кольцами и стенкой паза на поршне. Обнаруженные трещины и отколы на корпусе цилиндра разделявают под сварку. Внутреннюю поверхность цилиндра привода при наличии риск шлифуют до их полного удаления.

Изношенный латунный ролик включающего рычага заменяют новым. Подушку буфера заменяют новой при наличии трещин, износа или потери упругости резины. Рычаг якоря осматривают для выявления подплавов, трещин, отколов; для определения износа проверяют размеры с последующей обработкой.

Включающий рычаг осматривают для обнаружения трещин и отколов. Выработку его определяют измерениями. Трещины, отколы, изношенные отверстия заваривают, а затем соответствующим образом обрабатывают. Те же операции дефектировки и восстановления проводят и с контактным рычагом. При заводском ремонте контакты быстродействующего выключателя заменяют новыми. Площадь касания контактов проверяют получением отпечатка на белой бумаге.

Коленчатый рычаг механизма блокировки осматривают для выявления трещин и отколов, замерами определяют выработку отверстий. Удерживающую катушку быстродействующего выключателя проверяют на межвитковое замыкание. При заводском ремонте резиновый рукав включающего пневматического привода заменяют новым. Рукав перед установкой испытывают на утечку воздуха давлением 10 кг/см² и на пробой напряжением переменного тока 10 кв в течение 1 мин.

Изоляцию медной шины индуктивного шунта относительно стального пакета проверяют напряжением 127 или 220 в переменного тока на лампочку. При достаточной изоляции лампочка не должна загораться.

Внутренние поверхности камеры очищают стеклянным полотном от копоти, подгаров и налета меди, после чего камеру продувают сжатым воздухом. Этим же составом восстанавливают ребра, имеющие трещины. При этом трещины предварительно должны быть разделаны. Состав сушат до затвердения при температуре 25—30° С.

При осмотрах камеру необходимо ставить на стальной шарнир или боковую плоскость. После ремонта камеру устанавливают на место с отнятой стенкой. Дугогасительный рог со стороны неподвижного контакта должен заходить своим клином в прорезь неподвижного контакта. Ход опорного конца дугогасительного рога от момента касания с неподвижным контактом до полной посадки камеры в текстолитовой опоре должен быть не менее 4 мм. Дугогасительный рог не должен упираться в асбоцементную стенку, а зазор между следом подвижного контакта и медной шинкой, прикрепленной к стальному шарниру — быть не менее 3 мм. Веерообразные полосы должны располагаться симметрично относительно полюсов камеры и равномерно прилегать к ней.

Зазор между торцами алюминиевых шин контактного рычага и нижней кромкой дугогасительной камеры, установленной на место, при включенном аппарате должен быть не менее 3 мм. При меньшем зазоре следует припилить торец камеры. Зазоры между подвижным контактом и стенкой камеры проверяют пластинчатым шупом толщиной 1 мм. Зазоры должны быть не менее этой величины.

После ремонта быстродействующий выключатель регулируют на соответствующий ток уставки и установленное нажатие главных контактов. Нажатие контактов проверяют динамометром. Усилие, передаваемое от динамометра на подвижной контакт, должно быть перпендикулярно контактной поверхности и проходить через ее центр. Величину нажатия контактов фиксируют в момент выпадения листа бумаги, закладываемого между контактами.

Регулировку натяжения пружин выполняют регулировочным болтом. Нажатие контактов замеряют после каждого подтягивания или опускания пружин. При получении нормального нажатия, которое должно быть не менее 19 кг, затягивают контргайку и регулировочный болт пломбируют. Регулировку тока уставки выполняют сначала в статическом состоянии по схеме рис. 206. Затем быстродействующий выключатель устанавливают на специальный стенд для динамических испытаний (рис. 206) и испытывают по той же схеме. Разница в токах уставки при динамической и статической регулировке допускается не более 250 а. Окончательным считается ток уставки, полученный при динамической регулировке. Токи уставки БВ для различных электровозов (из инструкций заводов-изготовителей) приведены в табл. 44.

Регулировку тока уставки выполняют регулировочными винтами (ввертывание винтов увеличивает, а вывертывание уменьшает этот ток). Все три регулировочных винта должны быть вывернуты из магнитопровода на одинаковую длину, которая при достижении необходимого тока уставки должна быть измерена и зафиксирована, после чего винты пломбируют. При регулировке ток в удерживающей катушке должен быть равен 1,18 а.

Регулировку тока уставки выполняют регулировочными винтами (ввертывание винтов увеличивает, а вывертывание уменьшает этот ток). Все три регулировочных винта должны быть вывернуты из магнитопровода на одинаковую длину, которая при достижении необходимого тока уставки должна быть измерена и зафиксирована, после чего винты пломбируют. При регулировке ток в удерживающей катушке должен быть равен 1,18 а.

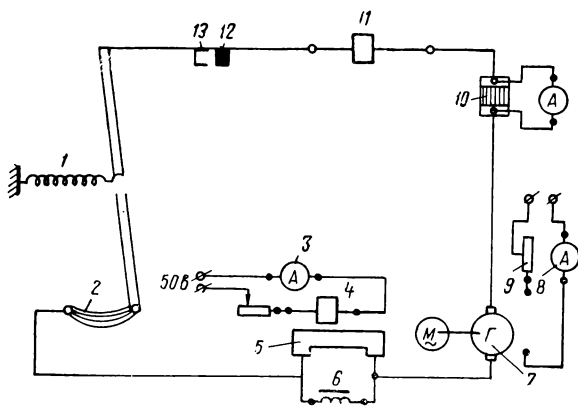


Рис. 205. Схема регулировки быстродействующего выключателя на ток отключения:

1 — отключающая пружина; 2 — гибкий шунт; 3 — амперметр; 4 — удерживающая катушка БВ; 5 — размагничивающий виток; 6 — индуктивный шунт; 7 — генератор; 8 — амперметр цепи возбуждения генератора; 9 — регулировочный реостат; 10 — шунт амперметра; 11 — дугогасительная катушка; 12 — неподвижный контакт; 13 — подвижной контакт

Реле перегрузки РП-1. После разборки все детали реле должны быть очищены и тщательно осмотрены. Если есть признаки ослабления наконечника катушки, то его следует переклепать и перепаять, выводные концы катушки облудить. Деревянную колодку для крепления низковольтных контактов и установки указателя срабатывания, изготовляемую из ясеня, дуба или бука, в случае необходимости заменяют. Чугунный сердечник, имеющий повреждения, заменяют или новым, или сварным стальным (из Ст. 2 или Ст. 3). Изоляционную трубку сердечника, имеющую задиры или прожоги, также заменяют.

Замеряют диаметры отверстий и осей. При наличии износа их восстанавливают до чертежных размеров или заменяют новыми. Все оси цинкуют. Пружины, имеющие остаточные деформации или отклонения от характеристики более 8%, заменяют новыми. Годные пружины оцинковывают или окрашивают черным асфальтовым лаком. При наличии повреждений деревянный стержень блокировки заменяют новым, изготовленным из ясеня, дуба или бука. Новый стержень должен быть пропитан в льняном масле и окрашен эмалью КВД. Латунную пробку якоря, имеющую недопустимый износ, заменяют новой. Крепежные детали, имеющие сорванную или неполноценную резьбу, поврежденные шлицы, смятые грани заменяют. Все крепежные детали оцинковывают.

При сборке и регулировке необходимо добиваться совпадения осей регулировочного винта и пружины, так как несовпадение этих осей нарушает регулировку реле.

Раствор блокировочных контактов должен быть не менее 6—7 мм, вертикальное перемещение подвижной системы после касания контактов (провал) — в пределах 4—5 мм. При этом перемещение подвижного контакта по неподвижному должно составлять 1,5 мм. Регулирование осуществляют изменением величины зазора между якорем и сердечником или изменением длины рычагов подвижной системы. Указательный рычаг должен отпадать при перемещении подвижной системы на 3—4 мм или не позднее момента отрыва контактов.

Реле перегрузки РП-5. Реле перегрузки типа РП-5 при ремонте полностью разбирают. Отнимают тягу, шарнирный болт, рычаг с пружиной, блокировочную часть реле. Далее с панели снимают ядро с подъемной катушкой, якорь

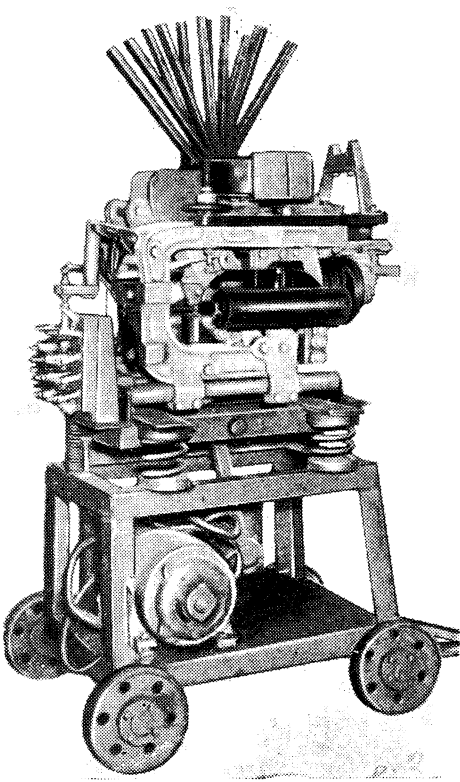


Рис. 206. Стенд для динамических испытаний быстродействующего выключателя

Таблица 44

Электровозы	Тип выключателя	Ток уставки, а
ВЛ8 с тяговыми двигателями НБ-406	БВП-3А	2 500 ⁺¹⁰⁰ ₋₅₀
ВЛ23 » » » НБ-406	БВП-3Б	2 000 ⁺¹⁰⁰ ₋₅₀
ВЛ22 ^м , ВЛ19 ^м с тяговыми двигателями ДП-400 . . .	БВП-3	1 500 ⁺⁵⁰
ВЛ22 и ВЛ19 с тяговыми двигателями ДПЭ-340 . . .	БВП-3	1 450 ⁺⁵⁰

с защелкой и пружиной. Затем снимают ярмо с последовательной катушкой. Годные изоляционные стойки с деталями и ярмо от панели не снимают.

Ярмо, якорь, защелки, рычаги, угольники, сердечники очищают от грязи и тщательно осматривают. Обнаруженные трещины или выработку заваривают или наплавляют и обрабатывают в соответствии с чертежными размерами.

Все эти детали оцинковывают. Литой бронзовый рычаг очищают от грязи электролитическим способом. Крепежные детали реле, имеющие неполноценную резьбу, заменяют новыми. В отверстиях резьбу восстанавливают заваркой или наплавкой с последующей механической обработкой до чертежных размеров и нарезкой новой резьбы. Изоляционные детали реле при наличии трещин, сколов заменяют новыми. Изношенные контакты восстанавливают наплавкой. Толщина слоя серебра на контактах должна быть не менее 1—2 мм. Панель реле при наличии трещин и сколов, влияющих на работу реле, заменяют новой, а панели, имеющие местные повреждения, восстанавливают путем выреза поврежденного места с креплением новой изоляционной вставки на винтах. Головки винтов должны быть утоплены в панели и залиты битумной массой.

Миканитовые втулки и изоляционные шайбы, имеющие сколы и трещины, заменяют новыми. Последовательную и подъемную катушки тщательно осматривают. Выводные зажимы подъемной катушки должны иметь полноценную резьбу. Сопротивление катушек должно соответствовать техническим данным. Катушки, имеющие дефекты, перебандажируют, а в случае отклонения сопротивления от технических данных — перематывают.

После ремонта отдельных деталей и узлов приступают к сборке реле, которую выполняют в обратной последовательности по сравнению с разборкой. Собранное реле подвергают регулировке и испытаниям. Регулируют нажатие, провал и раствор контактов.

Регулировку реле типа РП-5Д, включенных по одному в цепи мотор-компрессора и делителя напряжения электросекции С^р, обозначенных в схеме РПД и РПДК, выполняют на ток срабатывания 35 а. Регулировка реле на меньшую величину тока срабатывания недопустима по условиям пуска вспомогательных машин. Однако в эксплуатации возможны длительные перегрузки, но меньше 35 а, которые могут вызвать перегрев обмоток этих машин. Чтобы не допустить повреждения машин, в цепи защиты включены тепловые реле, по одному для реле РПД и РПДК. Поэтому реле РПД и РПДК подвергают регулировке совместно с тепловыми реле.

Испытания вилитовых разрядников. Перед установкой на подвижной состав вилитовые разрядники подвергают проверке на ток проводимости и пробивное напряжение искрового промежутка. Измерением тока проводимости контролируют герметичность разрядника, исправность шунтирующих сопротивлений и вилитовых дисков. Измерением пробивного напряжения контролируют соответствие величины искрового промежутка установленным нормам.

Для измерения тока проводимости разрядник присоединяют к выпрямительной установке напряжением 4 кВ и по показанию микроамперметра определяют ток проводимости. Необходимо следить за тем, чтобы величина испытательного напряжения была установлена с возможно большей точностью, так как изменение напряжения сильно влияет на значение тока проводимости, который должен быть в пределах 500—650 мка.

Пробивное напряжение измеряют переменным током 50 гц. Так как при длительном нахождении разрядника под напряжением шунтирующие сопротивления перегреваются, испытательное напряжение необходимо прикладывать на короткий период, не более 2—3 сек.

§ 70. Ремонт сопротивлений

Перед разборкой сопротивления должны быть тщательно очищены от пыли и грязи сжатым воздухом в продувочной камере. Для ремонта ящики сопротивлений полностью разбирают, все детали сортируют по группам — элементы

сопротивлений, изолированные связи, изоляционные шайбы (миканитовые и текстолитовые), щиты и боковины, медные шайбы, выводные пластины, зажимы, изолированные подвесные болты, фарфоровые изоляторы, крепежные детали. Все детали подвергают дефектировке. Элементы сопротивлений тщательно осматривают и при наличии трещин или излома, обрыва спиралей, заниженного сечения заменяют новыми.

Покоробленные чугунные элементы разрешается выправлять путем их нагрева с последующим охлаждением под ровной тяжелой плитой. Контактные поверхности чугунных элементов сопротивлений, имеющие завалы, раковины или прогары, шлифуют на плоскошлифовальном станке или на цилиндрическом чашечном наждачном круге. Контактные поверхности чугунных элементов, не имеющие дефектов, обрабатывают сталеструйным аппаратом.

Элементы сопротивлений типа КФ после тщательного осмотра подвергают сталеструйной очистке. При обнаружении дефектных фарфоровых изоляторов (сколы ребер, сквозные трещины, выбоины, отколы), а также неисправной фехральной спирали элементы полностью разбирают. Фехральную спираль отделяют от фарфоровых ребристых изоляторов. После этого микрометром замеряют размеры сечения спирали, проверяют качество напайки выводов. Фехральевые спирали, имеющие трещины или не более одного обрыва, заваривают медью посредством газовой сварки. Негодные элементы заменяют новыми. Для обеспечения правильной сборки ящиков как чугунных, так и ленточных сопротивлений замеряют омическое сопротивление каждого элемента.

Сопротивления чугунных элементов типа СЖ проверяют на специальном стенде по схеме моста. Сопротивления элементов типа КФ и проволочных замеряют при помощи моста МВЛ-49 или МВЛ-47. В зависимости от величины отклонения сопротивлений по отношению к номинальному значению чугунные элементы сопротивлений подразделяют на три группы отклонений и для облегчения сборки в ящики маркируют:

I группа (отклонения в пределах $\pm 5\%$) полосой белого цвета;

II группа (отклонения в пределах $+5 \div +15\%$) полосой синего цвета;

III группа (отклонения в пределах $-5 \div -15\%$) полосой красного цвета.

Элементы, имеющие отклонения сопротивления более $+15\%$ от номинальной величины, бракуют. Для фехральных ленточных, проволочных и трубчатых сопротивлений разрешаются отклонения не более $+10$ и -7% .

После разборки ящиков сопротивлений тщательно проверяют состояние миканитовой изоляции (трубок) на изолированных шпильках. Миканитовую изоляцию, имеющую значительные отслоения, толщину стенки миканитовой трубки менее 2 мм, а также длину, меньшую чертежной, заменяют новой. Миканитовые и текстолитовые шайбы, имеющие расслоения и изломы, также заменяют новыми. Допускается сращивание миканитовых трубок и восстановление изолирующих деталей. Фарфоровые изоляторы, имеющие повреждение глазури более 10% пути возможного перекрытия электрической дугой, как указывалось, заменяют новыми.

Для проверки состояния боковин и щитов их предварительно очищают от грязи и ржавчины. Обнаруженные трещины разделяют и заваривают дуговой электрической сваркой с обеих сторон. Трещины заваривают качественными электродами марки Э-42. Установленные ранее заплаты удаляют, а имеющиеся под ними трещины заваривают. Боковины и щиты, имеющие более трех трещин, заменяют новыми. Отремонтированные боковины и щиты окрашивают черным лаком № 462.

При ремонте проверяют состояние всех контактных деталей: медных контактных шайб, выводных пластин, зажимов, перемычек. Детали, имеющие изломы, трещины, подгары, заменяют новыми.

Для получения нормального сопротивления ящиков их необходимо собирать из равного количества элементов каждой группы (I, II, III группы для сопротивлений СЖ). Для сопротивлений КФ элементы подбирают так, чтобы в каждом ящике было равное количество элементов с завышенным и заниженным сопротивлениями. После сборки ящиков проверяют величину их сопро-

тивления, которая может отличаться от номинальной в пределах $+10 \div 7,5\%$ для электропоездов и $\pm 10\%$ для электропоездов.

Во время сборки должна быть обеспечена плотная затяжка элементов сопротивлений СЖ на шпильках без перекоса их относительно друг друга. Минимальный зазор между соседними элементами должен составлять для сопротивлений СЖ не менее 3 мм, для сопротивлений КФ — 6 мм.

После сборки каждый ящик подвергают испытанию на диэлектрическую прочность переменным током 50 гц в течение 1 мин. Величины испытательного напряжения приведены в табл. 45. Проверив сопротивления, ящики маркируют (ставят номер) в соответствии со схемой соединения.

Т а б л и ц а 45

Сопротивления	Части, к которым подключают испытательное напряжение	Испытательное напряжение, в
СЖ	Элемент — шпилька	4 000
	Шпилька — боковина	4 000
	Элемент — боковина	7 000
	Боковина — болт подвески	7 000
КФ	Элемент — шпилька	4 000
	Элемент — корпус	9 500

При ремонте проволочных эмалированных сопротивлений ПЭ проверяют их целость и величину сопротивления. Омическое сопротивление трубок не должно отклоняться от номинального более чем на 10%. В случае недопустимого отклонения сопротивления, обрыва спирали или повреждения слоя эмалевой изоляции их заменяют новым.

Во время ремонта необходимо следить за тем, чтобы выводные концы проволочного сопротивления были хорошо припаяны к зажимам. По окончании ремонта проволочные сопротивления испытывают на диэлектрическую прочность и замеряют сопротивление их изоляции.

§ 71. Ремонт аппаратов управления

Контроллер машиниста КМЭ-4. После продувки разборку контроллера начинают со снятия рукояток, для чего предварительно ослабляют крепящие их болты. Затем отвертывают болты и снимают крышку контроллера. Верхнюю раму вместе с подшипниками барабанов и передаточных механизмов сдвигают с места легкими ударами молотка через мягкую прокладку, после чего снимают передаточные валы, главный и тормозной барабаны, стойки с кулачковыми механизмами и блокировочными пальцами.

Крышка и зубчатые секторы. Изношенные пазы и зубья зубчатых секторов восстанавливают наплавкой и обрабатывают согласно чертежным размерам. Упоры в случае износа выше нормы заменяют новыми. Зубчатые секторы никелируют. Цифры, обозначающие номера позиций, могут быть выбиты на секторе. При наличии трещин на крышке их заваривают с предварительным подогревом медносплавными электродами. Отверстия с поврежденной резьбой заваривают и резьбу нарезают вновь. Кронштейны, не требующие ремонта, с крышки не снимают. После ремонта крышку шпаклюют и окрашивают серой эмалью.

Корпус контроллера. Разобранные детали корпуса очищают и тщательно осматривают. Из рам выпрессовывают подшипники. Трещины в верхних и нижних рамах разделяют и заваривают. Подшипники, имеющие радиальный зазор более 0,2 мм, а также шелушение на кольцах и роликах, заменяют новыми. Слабые и деформированные пружины замков заменяют. Войлочные

уплотнения также заменяют. Кожух контроллера, имеющий вмятины, выправляют.

Вал с кулачковыми шайбами и передаточный механизм. Детали вала после его разборки очищают и промывают бензином. Диаметр вала измеряют микрометром. В случае необходимости вал наплавляют и обрабатывают.

Прямолинейность вала проверяют индикатором на токарном станке, небольшой прогиб ($1 \div 2$) мм выправляют нажатием суппорта, а более 2 мм — в нагретом состоянии. Профиль блокировочного диска восстанавливают наплавкой и обработкой по шаблону. В случае износа зубьев шестерню кулачкового вала заменяют новой. Профиль звезды реверсивного барабана наплавляют и обрабатывают. Кулачковые шайбы заменяют, если их диаметр менее 152 мм и износ профиля более 1 мм.

Собранный кулачковый вал проверяют на биение. Если биение не превышает 0,5 мм, его устраняют обточкой шайб на токарном станке. Зубчатый сектор передаточного механизма с изношенными зубьями заменяют. Вал передаточного механизма восстанавливают наплавкой мест износа с последующей обработкой.

Тормозной барабан и передаточный механизм тормозного вала. Шейки вала, имеющие износ, восстанавливают наплавкой. Снимают сегменты с селективного барабана. Старые отверстия под шурупы заделывают деревянными пробками на эмали КВД. Сегменты, имеющие толщину менее 5 мм, заменяют новыми. Профиль блокировочного диска восстанавливают наплавкой и обработкой по шаблону. Литой сегмент, имеющий толщину контактной части менее 9 мм, наплавляют и обрабатывают.

Блокировки контроллера машиниста. Механизм блокировки полностью разбирают, все детали очищают и осматривают. Разработанное отверстие в рычаге восстанавливают запрессовкой бронзовой втулки. Упорный выступ рычага доводят до чертежных размеров наплавкой и обработкой. При ремонте проверяют характеристики пружин. В случае остаточных деформаций или отклонений характеристик пружин на $\pm 8\%$ их заменяют новыми.

Контакторный элемент. Изоляторы контакторных элементов при наличии трещин и отколов заменяют. Наконечники шунтов облуживают, а при необходимости перепаявают. Пружины не должны иметь остаточных деформаций и отклонений характеристик от номинальной более чем на $\pm 8\%$. Трещины в бронзовых деталях разделяют, заваривают и опиливают до чертежных размеров. Оси шарниров и роликов изготавливают вновь. Среднюю часть оси шлифуют, а конец оси под расклепку отпускают при помощи высокочастотной установки. Ролики, имеющие внутренний диаметр более 6,1 мм, заменяют. Ролики должны быть цементированы. Биение роликов более 0,2 мм не допускается. При износе отверстий в кронштейне, рычаге и держателе контакта их развертывают, соответственно увеличивают и диаметр осей.

Регулировка контроллера. После сборки контроллера проверяют правильность включения и выключения кулачковых элементов на каждой позиции главной рукоятки. На фиксированных позициях контакты должны быть или полностью включены, или полностью выключены. Контроллер регулируют обработкой склонов кулачковых шайб или регулированием барабана установочными шпильками передаточного механизма. Раствор контактов должен быть в пределах 4—7 мм, а провал 2—3 мм. Проверяют работу рукояток контроллера. При нажатии рычага рукоятки должен выходить из впадины и не возвращаться назад, устанавливаясь на вершину следующего зуба. Если рычаг при опускании попадает в ту же впадину, то надо отрегулировать положение барабана винтами передаточного механизма, проследив за тем, чтобы не расстроить включение контакторных элементов.

При регулировке необходимо добиться, чтобы рукоятка контроллера свободно устанавливалась на фиксированных позициях и при нажатии на рычаг не отходила назад. Если включающие профили имеют неправильное очертание и ролик кулачкового механизма устанавливается при фиксированном положении рукоятки на склон профиля кулачковой шайбы, что и вызывает отжатие

вала назад, то этот недостаток устраняют, поворачивая барабан при помощи установочных болтов передаточного механизма.

Свободное перемещение барабанов контроллера не должно превышать 2 мм по окружности барабана или кулачковых шайб. Механическая блокировка рукояток контроллера должна обеспечивать необходимые зависимости.

Далее проверяют нажатие блокировочных пальцев, которое должно быть в пределах 1—2,5 кг. При сходе с сегментов пальцы должны опускаться на 1,5—2 мм ниже поверхности сегмента.

Изоляцию деталей контроллера на пробой испытывают напряжением 800 в в течение 1 мин.

Контроллер машиниста КВ-65 для электропоездов. Перед разборкой аппарат продувают сжатым воздухом. Контроллер машиниста КВ-65 разбирают в следующем порядке: снимают передний и задний кожуха, главную рукоятку, крышку, пальцы главного и реверсивного барабанов, клапан безопасности.

Разбирают механическую блокировку контроллера. Снимают кулачок, защелки, храповики и пружину. Разбирают вал безопасности. Снимают крепящее кольцо, вилкообразный двойной контакт, кулачок. Разбирают вал главного барабана. Снимают храповик, кулачок, барабан, шпильку и крепящее кольцо. Снятую главную рукоятку также разбирают.

Корпус, крышки, рейки, держатели. Корпус крышки и рейки контроллера, имеющие трещины, заваривают с предварительной разделкой и последующей механической обработкой. Крышку контроллера хромируют. Держатели пальцев, имеющие трещины, заменяют новыми. Проверяют состояние резьбы в установочных пластинах пальцедержателей и их крепление к держателям.

Реверсивный и главный барабаны. Барабаны очищают от старой краски и осматривают. При наличии трещин и сколов их заменяют новыми, изготовленными из ясеня. Проверяют крепление сегментов на барабане и их толщину. Разработанные грани квадрата вала реверсивного барабана наплавляют электросваркой и обрабатывают до чертежных размеров.

Вал безопасности. Проверяют толщину двойного бронзового контакта. Контакты толщиной менее 4 мм наплавляют газосваркой и обрабатывают до чертежных размеров. Устраняют люфт вала в подшипнике. Проверяют состояние изоляции вала. Изоляцию, имеющую трещины, выбоины и отслоения более половины толщины, заменяют новой.

Механическая блокировка. Профили кулачка, храповиков реверсивного и главного валов, защелок проверяют шаблонами. Профили деталей механической блокировки должны соответствовать чертежу. Отступление профиля от чертежа допускается не более 0,5 мм. При большем износе кулачка, храповиков, защелок или несоответствии их профиля шаблонам эти детали наварируют газовой сваркой и обрабатывают согласно чертежным размерам. Ролик механизма безопасности, имеющий диаметр менее 23 мм, и ролик храповика с наружным диаметром менее 20 мм заменяют новыми.

Главная рукоятка. Проверяют состояние осей; оси, имеющие выработку, заменяют новыми. Шаблоном проверяют профиль защелки, износ профиля допускается не более 0,5 мм. Разработанное отверстие под ось и профиль защелки восстанавливают наплавкой с последующей механической обработкой согласно чертежным размерам. Отремонтированную защелку оцинковывают. Проверяют состояние пластинчатой пружины. Трещины в корпусе рукоятки заваривают с последующей механической обработкой. Отремонтированный корпус главной рукоятки хромируют. Деревянную ручку главной рукоятки контроллера, имеющую трещины и скалы, заменяют новой. Собранная главная рукоятка не должна иметь люфта в осях.

Клапан безопасности. Проверяют посадочную поверхность клапана. При наличии выработки, которую нельзя устранить притиркой, ее фрезеруют. Воздухопроводный клапан прочищают от грязи. При наличии трещин или выработки втулки ее выпрессовывают и заменяют новой. Далее выполняют притирку клапана. Притирочную поверхность покрывают тонким слоем мази, состоящей из пемзы и машинного масла и имеющей консистенцию вазелина.

Притирку осуществляют на специальном приспособлении медленным возвратно-вращательным движением в течение 3—5 мин, после чего проверяют плотность прилегания клапана ко втулке. Притирание необходимо выполнять без перекосов клапана, в противном случае может образоваться овальность отверстия.

После ремонта отдельных деталей клапана его собирают. В корпус устанавливают клапан и пружины, которые затягивают упором. Собранный клапан проверяют на утечку воздуха при давлении 7 ат. Если наблюдается утечка воздуха в клапане, то выполняют повторную притирку.

Сборка и регулировка контроллера. При сборке контроллера необходимо проверить крепление и состояние пальцев и сегментов. Края сегментов несколько закругляют, головки крепящих винтов утопляют в тело сегментов на глубину 0,5—1,5 мм. Головки винтов в рабочих положениях не должны находиться под сухариками пальцев. В разомкнутом положении сухарики пальцев должны отстоять от поверхности деревянного цилиндра на 2,5 мм. В замкнутом положении сухарики должны прилегать к сегментам не менее чем на 75% длины максимально возможной линии касания.

Проверяют нажатие и провал пальцев контроллера. Величины нажатий и провала устанавливают в пределах: нажатие 1—2,5 кг, провал 2—3 мм. За величину, характеризующую провал, принимают высоту подъема пальца при набегании на него сегмента.

Далее проверяют установку барабана контроллера. При нулевом положении главной рукоятки свободный ход барабана по окружности не должен превышать 2 мм. Проверяют величины зазоров в элементах блокировки. Зазор между храповиком главного вала и роликом вала механизма безопасности устанавливают не менее 1 мм. Раствор между двойным бронзовым контактом механизма безопасности и блок-пальцами главного барабана должен быть не менее 8 мм. Зазор между торцом пневматического клапана и приливом кулачка вала безопасности в рабочем положении контроллера должен быть не более 3 мм.

Проверяют правильность действия механической блокировки рукояток контроллера и механизма безопасности. Усилие, необходимое для нажатия главной рукоятки, должно быть не более 7 кг, а усилие для ее удержания 1,0—2,5 кг.

Далее проверяют вращение барабана контроллера на ходовых позициях. Храповик главного вала должен четко фиксировать позиции, совпадающие с положениями, указанными на крышке контроллера. Контроллер подвергают испытанию на диэлектрическую прочность напряжением переменного тока 800 в в течение 1 мин.

**§ 72. Основные вопросы охраны труда
в депо электрифицированных железных дорог
и на ремонтных заводах**

Важнейшие организационные мероприятия. Среди важнейших организационных мероприятий по охране труда как в депо, так и на ремонтных заводах следует особо выделить: обязательную систему обучения правилам безопасности; инструктаж и регулярные проверки выполнения правил безопасности на рабочих местах; периодические испытания в знании правил в комиссии с участием руководителей предприятия и представителей профорганизации; обязательный порядок допуска к работе только после сдачи испытаний в знании правил безопасности.

Важнейшие технические мероприятия. Наиболее распространенные технические меры, обеспечивающие безопасность труда на рабочих местах ремонтного предприятия, следующие:

ограждения движущихся частей машин и механизмов, неизолированных токоведущих частей, открытых проемов, углублений и т. п.;

блокировки безопасности — электрические, пневматические, механические; фотоэлементные устройства, обеспечивающие невозможность попадания работника или частей его тела в защищаемую зону при наличии опасности (высокого напряжения и др.);

предохранительные устройства — ограничители высоты подъема крюка подъемных кранов, конечные выключатели, предохранительные клапаны, срезные штифты и шпонки, молниеотводы, разрядники, защитные реле и плавкие предохранители, электрические соединения для снижения напряжений прикосновения и выравнивания потенциалов; предупреждающие сигналы, знаки, надписи, сигнальные приборы;

герметизация и изоляция вредных технологических процессов;

индивидуальные средства защиты — спецодежда и спецобувь, противошумы, респираторы, противогазы, защитные маски, специальные головные уборы;

обязательные периодические испытания диэлектрических защитных средств, грузоподъемных устройств, сосудов, работающих под давлением, и т. п.

Санитарно-гигиенические мероприятия. Для создания необходимых санитарно-гигиенических условий на предприятии устраивают: вентиляцию, кондиционирование воздуха, отопление, рациональное освещение, тепловые завесы, водяные завесы и щиты около источников высокой температуры и сильного света; души, санузлы, комнаты личной гигиены женщин. Кроме того, проводятся мероприятия по снижению вредных воздействий шума и вибраций.

**§ 73. Электротравматизм
и современные способы оказания
первой помощи пострадавшему
от электрического тока**

Природа и причины электротравматизма. Электрический ток, протекая через тело человека, поражает его нервную и сердечно-сосудистую системы. При некотором значении тока его «команда» нервам и мышцам оказывается

более властной, чем «команды» мозга и стимулы автоматических процессов жизнедеятельности. В результате этого наступают непреодолимые волей человека судороги мускулов, нарушается работа сердца, прекращается дыхание. В случае отсутствия своевременной и квалифицированной помощи пострадавшему непродолжительный период клинической смерти, когда при отсутствии сознания все же сохраняются все условия для возвращения человека к жизни, может явиться преддверием к необратимому прекращению жизненных функций организма. При электротравме тяжелые исходы наблюдаются чаще, чем при других видах травмирования, так как в этом случае поражаются самые жизненно важные органы — сердце и центральная нервная система.

Основные причины электротравматизма:

прикосновение к доступным частям электроустановок, находящихся под напряжением;

касание к незаземленным или плохо заземленным корпусам электрооборудования при пробоях изоляции;

повреждение изоляции при работах;

нарушение правил электробезопасности.

Специфические условия, создающие повышенную опасность поражения током на электрифицированных железных дорогах:

возможность непосредственного касания к токоведущим частям контактной сети и электроподвижного состава, находящимся под напряжением 25 кВ переменного тока частотой 50 Гц или 3 кВ постоянного тока, причем любое касание здесь будет двухполюсным*, т. е. наиболее опасным, ибо пострадавший попадает под полное напряжение;

возможность касания к смежным линиям или протяженным металлическим конструкциям, находящимся вблизи контактной сети переменного тока, и поражения человека в результате воздействия на него наведенных напряжений;

наличие высоких потенциалов рельсов на дорогах переменного тока, особенно при коротких замыканиях, больших рабочих токах и связанных с этим опасных напряжениях прикосновения и шага при работах вблизи рельсов.

Виды поражения электрическим током. Различают два вида поражения электрическим током: электрический удар; электрическая травма.

Наиболее тяжелая форма поражения током — электрический удар, при котором может наблюдаться фибрилляция сердца (бессистемное трепетание волокон сердечной мышцы, при котором полностью нарушается кровообращение) и паралич дыхания. К электротравме относят ожоги, электрические метки на коже в местах входа и выхода тока, электрометаллизацию кожи.

Сопротивление тела человека. При сухой неповрежденной коже главной составляющей общего сопротивления тела является сопротивление рогового слоя кожи. В этом случае сопротивление току человеческого тела может достигать нескольких десятков тысяч ом. Однако уже при напряжении 100—150 В роговой слой кожи пробивается и при касаниях к токоведущим частям даже в электроустановках 220/380 В в случае, когда напряжение прикосновения превосходит 100 В, можно принимать электрическое сопротивление тела человека на пути руки — ноги примерно равным 800—1 000 ом, а на пути — рука—рука 500—700 ом.

Факторы, определяющие тяжесть поражения электрическим током. Сила и длительность поражающего тока. С увеличением силы и длительности поражающего тока опасность тяжелого поражения возрастает. При заданной величине тока он будет более опасен при большей длительности; при заданной длительности — опасность возрастает с увеличением тока.

* Двухполюсным касанием называют одновременное прикосновение человека к двум проводам (плюсу и минусу) линии или к двум частям электроустановки, между которыми имеется полное напряжение. Однополюсным касанием называют прикосновение к одному проводу и к земле или заземленным конструкциям, когда поражающий ток будет протекать и через землю.

По экспериментальным данным кафедры охраны труда МИИТа (руководитель исследований проф. А. П. Киселев), существуют наименьшие значения величин поражающего тока и его длительности, при которых наступает фибрилляция сердца:

Ток, вызывающий фибрилляцию сердца, <i>ма</i>	250	175	100	75	60
Длительность протекания, <i>сек</i>	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0

Имеет значение также и то, что в разные моменты одного цикла работы сердца оно по-разному реагирует на протекание тока. Сердце наиболее тяжело поражается в те периоды, когда сердечная мышца расслаблена, а при длительных поражающих токах вероятность воздействия тока на сердце именно в этот момент увеличивается.

Отсюда становится ясным, что с точки зрения электробезопасности желательно иметь наибольшее быстродействие защиты, отключающей электроустановку от источника питания в случае пробоя на корпус (т. е короткого замыкания).

Род и частота тока. Наиболее опасным для человека является переменный ток частотой 50 *гц*. Это случайное и неблагоприятное совпадение стандартной частоты, принятой в энергосистемах СССР, с ее наиболее опасным значением для человека. Частота 50 *гц* оказалась как бы резонансной со способностью клеток живой ткани воспринимать электрические раздражения. Бóльшая частота может отрицательно сказаться при однополюсных касаниях в трехфазных сетях с изолированной нейтралью, когда с уменьшением емкостного сопротивления линии относительно земли увеличивается поражающий ток, протекающий через человека.

Приведем данные о примерной зависимости отношения $\frac{I_f}{I_{50}}$ от частоты; здесь I_f — ток произвольной частоты, вызывающий фибрилляцию сердца, I_{50} — ток частоты 50 *гц*, вызывающий тот же эффект (по проф. А. П. Киселеву):

<i>f</i> , <i>гц</i>	0	50	100	200	300	400
$\frac{I_f}{I_{50}}$	4	1	1	2	3	4

Из приведенных цифр видно, что в зоне 50—100 *гц* отношение токов $\frac{I_f}{I_{50}} = 1$, т. е. в этой зоне частот токи равноопасны. При частоте 200 *гц* ток I_f , вызывающий фибрилляцию сердца, должен быть уже в 2 раза больше тока I_{50} , при $f = 300$ *гц* значение $I_{300} = 3I_{50}$, при $f = 400$ *гц* величина $I_{400} = 4I_{50}$, т. е. по мере увеличения частоты опасность поражения уменьшается. При постоянном токе ($f = 0$) $I_0 = 4I_{50}$, т. е. постоянный ток, вызывающий фибрилляцию сердца в 4 раза больше, чем ток частотой 50 *гц*. Это говорит о меньшей опасности постоянного тока в сравнении с током стандартной частоты (т. е. с переменным током промышленной частоты).

Путь тока в организме человека. Наиболее опасным путем протекания тока в организме человека считается тот, при котором через сердце проходит наибольшая доля общего тока. Таким путем является путь от рук к ногам.

Современные способы оказания первой помощи пострадавшему от электрического тока. Работник, первым оказавшийся на месте несчастного случая, должен помнить, что от быстроты и правильности его действий во многом зависит результат оказания первой помощи, т. е. будет возвращен пострадавший к жизни или нет. Как показывает опыт, на спасение жизни пострадавшего много шансов, если квалифицированная помощь начата не позже 6—8 *мин* после поражения током.

Прибывшему на место несчастного случая прежде всего необходимо освободить пострадавшего от контакта с токоведущими частями, соблюдая при этом необходимые меры предосторожности. Затем следует установить состояние пострадавшего. Бессознательное состояние устанавливают по расширенному зрачку глаза, отсутствию пульса и дыхания. Чтобы поддержать жизненные функции организма (кровообращение и дыхание), до при-

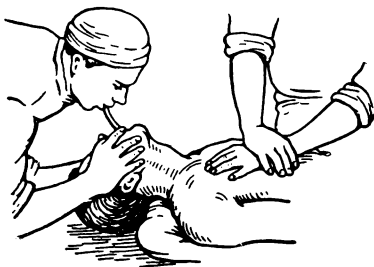


Рис. 207. Непрямой массаж сердца и искусственное дыхание, выполняемые двумя лицами

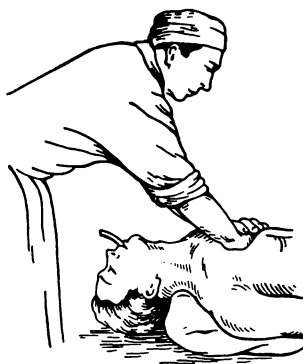


Рис. 208. Непрямой массаж сердца и искусственное дыхание, выполняемые одним лицом

бытия врача необходимо немедленно приступить к искусственному дыханию и непрямому массажу сердца для поддержания кровообращения. *Только одновременное воздействие на сердце через грудную клетку и вдвухание воздуха в легкие пострадавшего могут оказаться достаточно эффективными.*

Пострадавшего следует положить на сухое твердое основание, подложить под нижнюю часть затылка сверток из одежды так, чтобы голова оказалась как можно больше запрокинутой и доступ воздуха в легкие был свободным. Затем через специальную трубку или непосредственно через марлю, наложенную на рот пострадавшего, спасатель вдвухает ему воздух из своих легких с частотой 12—16 вдвуханий в минуту или одно вдвухание через 4—5 сек. Нос пострадавшего при этом должен быть крепко зажат. Эффективность вдвухания проверяют по расширению грудной клетки.

В промежутках между вдвуханиями выполняют закрытый или непрямой массаж сердца путем надавливания на низ грудной кости наложенными друг на друга руками с силой 20—30 кг. При этом основание ладони должно быть расположено вдоль грудной кости (перпендикулярно ребрам). У человека, находящегося без сознания, мышцы грудной клетки расслаблены и указанными выше усилиями удается деформировать грудную клетку на 3—4 см, оказать соответствующее давление на сердце и вытолкнуть из него кровь в артериальные сосуды. Под влиянием упругости костей, мышц и других тканей после снятия рук грудная клетка расширяется и сердце засасывает кровь из вен. Таким образом, после 5—6 нажатий на грудную клетку делают одно вдвухание.

Эффективность искусственного кровообращения проверяют по пульсации артерий на горле или у кисти руки. Положение пострадавшего и спасателя показано на рис. 207 и 208.

В настоящее время на случаи электротравмы вызывают скорую медицинскую помощь, располагающую приборами контршока или дефибрилляторами. Принципиальная схема дефибриллятора показана на рис. 209. Разряжаясь через электроды, поставленные в области сердца на груди или на груди и спине, конденсатор дает мощный толчок тока (до 20 а) через сердце, что заставляет все волокна сердечной мышцы сократиться одновременно, и выводит сердце из состояния фибрилляции.

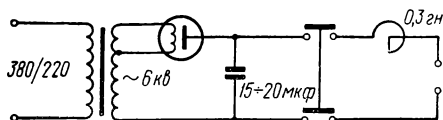


Рис. 209. Принципиальная схема дефибриллятора

§ 74. Безопасность труда при обслуживании электроподвижного состава

Безопасность труда при эксплуатации электроподвижного состава. На электрифицированных железных дорогах особую опасность для машинистов и их помощников представляет собой контактная подвеска напряжением 25 кВ переменного тока и 3 кВ постоянного тока. Правилами безопасности строжайше запрещено подниматься на крыши электроподвижного состава без снятия напряжения и заземления контактной сети, причем заземление обесточенной контактной сети является непременным условием.

На участках постоянного тока крышное оборудование осматривают и ремонтируют, при снятом напряжении и заземлении контактной сети в депо или на пунктах оборота.

На дорогах переменного тока контактный провод в стойла депо не вводят; подъем на крышу электроподвижного состава без снятия напряжения и заземления отключенного участка контактной сети двумя штангами категорически запрещается. Ввод электроподвижного состава в депо и вывод его осуществляют при помощи устройств низкого напряжения (до 400 В).

Если локомотив стоит на канаве, над которой подвешен контактный провод, то прежде, чем приступить к осмотру, машинист или другой ответственный работник обязан проверить по цвету огня световой сигнализации, установленной над воротами, и положению рукоятки разъединителя, снято ли напряжение с контактного провода данного пути. Если напряжение в контактном проводе отсутствует, на световой сигнализации внутри депо горит зеленый сигнал. При подаче напряжения загорается красный сигнал. В случае, когда ни один сигнал не горит, следует считать контактный провод под напряжением. На наружной стене депо также установлена световая сигнализация. Красный сигнал показывает, что контактный провод заземлен и въезд в депо запрещен, а зеленый огонь сигнализирует, что в контактный провод подано напряжение и въезд разрешен.

Из депо, имеющего контактные провода, локомотивная бригада выезжает в следующем порядке. Дежурный по депо лично проверяет, нет ли людей на крыше, в высоковольтной камере и под электроподвижным составом и опущены ли все пантографы. После этого он объявляет: «Контактная сеть на таком-то пути под напряжением», подает звуковой сигнал и включает напряжение в контактный провод линейным разъединителем. В отключенном положении каждый разъединитель заземляет контактную сеть, рукоятка его заперта на висячий замок. Замки ставят различные для каждого разъединителя. Ключи от замков с бирками, на которых указаны номера разъединителей, хранятся у дежурного по депо. Чтобы уменьшить вероятность ошибочной подачи напряжения в контактный провод над соседним путем, разъединители устанавливают не рядом друг с другом, а каждый справа от того пути, на который он подает напряжение. Во включенном положении разъединитель не должен быть заперт, чтобы при необходимости любой работник мог снять напряжение с контактного провода.

Если необходимо осмотреть или отремонтировать вне депо тяговые двигатели, вспомогательные машины и другое оборудование электроподвижного состава, стоящего под контактной сетью, машинист должен опустить пантограф, снять реверсивную рукоятку и заблокировать щитки ключом КУ. Реверсивная рукоятка и ключ КУ находятся все время у лица, выполняющего осмотр или ремонт. На электровозах переменного тока и ЧС1, ЧС2 разряжают конденсаторы. Во время осмотра двери высоковольтной камеры должны быть открытыми.

При наличии напряжения 380 В от постороннего источника вход в высоковольтную камеру электровозов переменного тока не допускается, на дверях ВВК вывешивают табличку «Не входить — электровоз под напряжением». В случае сварочных работ выводы вторичной обмотки тягового трансформатора

тора соединяют между собой и заземляют во избежание трансформации высокого напряжения на первичной обмотке при касании электродом выводов вторичной обмотки.

Осматривать и ремонтировать электропоезда можно только, когда опущены все пантографы и воздушный кран пантографа в кабине моторного вагона осматриваемой секции переведен в положение «Ручное». После этого все кабины машиниста запирают и ключ передают лицу, осматривающему или ремонтирующему электропоезд.

Чистку коллектора и покраску конусов якорей тяговых двигателей выполняют в депо на канаве под наблюдением второго лица. Для этого ремонтируемый двигатель вывешивают на домкратах таким образом, чтобы колесная пара приподнялась над рельсами. Тяговый двигатель подключают к генератору низкого напряжения. Для выполнения указанных работ электровоз или моторный вагон можно перемещать другим электровозом со скоростью не более 5 км/ч.

При постановке электровозов и электропоездов в депо, так же как и при выводе, следует соблюдать особые меры предосторожности, проверять свободность пути, а работающих предупреждать звуковыми сигналами.

Для подъема кузова электровоз устанавливают так, чтобы кронштейны или головки домкратов были подведены под домкратные опоры кузова (рымы). Между головками домкратов и домкратными опорами кузова должны быть обязательно проложены деревянные прокладки толщиной не менее 40 мм. В процессе подъема не допускается перекос кузова более 100 мм. После поднятия кузова на необходимую высоту он должен быть опущен на специальные тумбы, а винты домкратов обезгружены. При подъеме кузова все другие работы на электровозе должны быть прекращены. Стойла для экипировки электровозов оборудуют устройствами для ввода низким напряжением. Там, где электровозы входят на экипировку своим ходом с поднятым пантографом, участок контактной сети над экипировочным стойлом должен иметь разъединители с двух сторон для снятия напряжения и световую сигнализацию.

Защитные средства на электроподвижном составе. На электровозах для безопасности обслуживающего персонала и предотвращения прикосновения к частям, находящимся под напряжением, установлены электрические, пневматические и механические блокировки. Электрические блокировки представляют собой низковольтные электрические контакты, которые монтируют обычно на высоковольтной аппаратуре, щитах или дверях высоковольтной камеры. Контакты электрической блокировки в зависимости от положения аппарата, щита, двери замыкаются или размыкаются.

Электрическая блокировка дверей высоковольтной камеры позволяет поднять пантограф только при закрытых дверях. Если при поднятом пантографе открыть дверь ВВК, то пантограф опустится.

Принцип действия пневматической блокировки заключается в следующем. Воздух от резервуара управления поступает в верхнюю полость цилиндра блокировки. Под давлением воздуха поршень опускается вниз, выдвигает шток и открывает боковое отверстие, через которое воздух проходит в следующей блокировке. В случае, если дверь высоковольтной камеры или лестница окажутся открытыми, шток упирается в планку двери или сектор лестницы и тем самым не дает поршню опуститься вниз и открыть ход для воздуха к следующей блокировке или цилиндру пантографа.

Блокировки всех дверей и лестниц соединены последовательно (рис. 210). Таким образом, если одна из дверей или лестниц окажется незакрытой, воздух от резервуара управления не может пройти к цилиндру пантографа и поднять его. В том случае, когда все двери и лестницы будут закрыты, штоки выйдут из цилиндров блокировок и сделают невозможным открывание дверей и лестниц. На электровозах ВЛ8 применена система блокировок с защитным вентилем (рис. 211). Защитный вентиль состоит из двух катушек (высоковольтной и низковольтной) и пневматической части. Магнитные потоки катушек направлены в одну сторону.

Пневматическая часть защитного вентиля включена последовательно с пневматическими блокировками. При наличии напряжения на любой из катушек защитный вентиль будет пропускать воздух к пневматическим блокировкам и тем самым исключать возможность открывания лестниц и дверей высоковольтной камеры. Таким образом, даже при опущенном пантографе, если он окажется под напряжением, лестницы и двери высоковольтной камеры останутся запертыми. Подобные же схемы с некоторыми изменениями применены и на других электровозах.

Для обеспечения безопасности локомотивных и ремонтных бригад щиты высоковольтной камеры также блокируют в зависимости от положения ее дверей. Щиты могут быть сняты только при открытых дверях камеры, а следовательно, при опущенных и обесточенных пантографах.

Безопасность обслуживания на некоторых электровоза обеспечивает установка заземляющих разъединителей и контакторов, которые заземляют силовую цепь при открывании дверей высоковольтной камеры.

На отечественных электровозах переменного тока для заземления силовой цепи использована специальная штанга, постоянно прикрепленная к кузову электровоза. Перед осмотром и ремонтом находящегося в высоковольтной камере оборудования штангу необходимо присоединить к вводу трансформатора и только после этого можно приступать к работе. На электровозах переменного тока необходимость заземления силовой цепи вызвана также и тем, что опущенные пантографы могут оказаться под значительным наведенным напряжением.

На электровозах ВЛ60 и ВЛ80 установлены новые главные выключатели типа ВОВ-25-4 с заземляющими ножами. Механические блокировки представляют собой различные конструкции, препятствующие снятию или перемещению щитов, открытию боковых дверок камеры и т. д. при закрытой двери высоковольтной камеры.

На электропоездах высоковольтная аппаратура в основном расположена под вагонами в ящиках или камерах, приваренных к раме вагона и тем самым заземленных наглухо. Для напоминания обслуживающему персоналу об опасности на всех ящиках наносят предупреждающие знаки и надписи «Смертельно». Складные лестницы для подъема на крышу, как правило, запирают. На торцовую стенку моторного вагона около складной лестницы наносят надпись «При поднятом пантографе на крышу не подниматься — смертельно».

В настоящее время проходит испытание в условиях эксплуатации электропоездов переменного тока система блокировок на подвагонном электрооборудовании, которая исключает возможность открывания крышек аппаратуры без предварительного заземления силовой схемы.

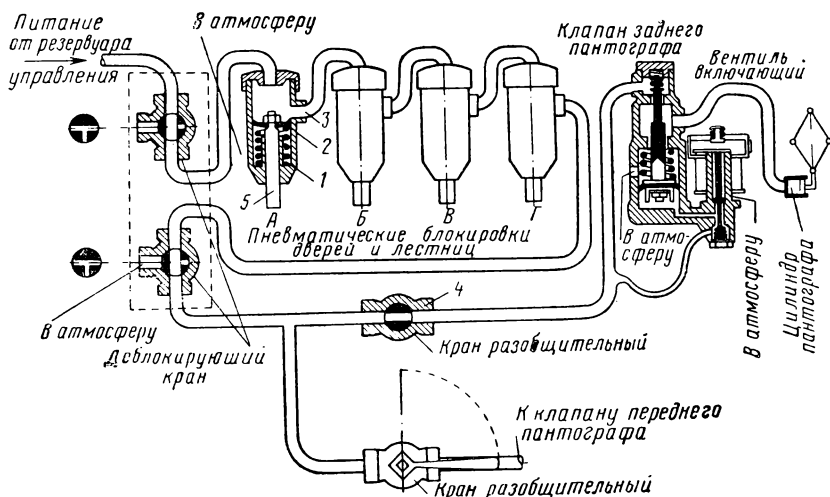


Рис. 210. Пневматическая схема блокировок безопасности:

Каждый электровоз и электропоезд должны быть снабжены защитными средствами: диэлектрическими перчатками, диэлектрическими ковриками или ботами, изолирующими штангами, заземлителями со специальными наконечниками и противопожарным оборудованием.

Пожарная безопасность при эксплуатации электроподвижного состава. Для тушения пожара на каждом локомотиве устанавливают противопожарные средства. Электровозы снабжают четырьмя углекислотными огнетушителями типа ОУ-5, размещенными по одному в кабине машиниста и в помещениях вспомогательных машин. В каждой кабине электровоза, кроме того, должны быть ведро с песком и совок.

Электропоезда оснащают двумя комплектами противопожарного инвентаря, состоящего из двух пенных огнетушителей ОП-5 и одного ОУ-5, багра, пожарного топора, железной лопаты, трех железных ведер, одно из них с песком и совком. Эти комплекты хранят в подвагонных ящиках головных вагонов, а кроме того, в каждом пассажирском вагоне вешают один огнетушитель типа ОУ-5.

При возникновении пожара машинист подает сигнал пожарной тревоги и при возможности останавливает поезд в удобном для тушения пожара месте. На электровозах и электропоездах машинист при этом переводит в нулевое положение рукоятки контроллера, выключает все кнопки на пульте управления, выключает рубильники вспомогательных машин и опускает пантографы.

Тушить пожар на крыше электроподвижного состава водой, жидкостными и пенными огнетушителями можно только после снятия напряжения с контактной сети и ее заземления. Если напряжение снять невозможно, машинист, соблюдая особую осторожность, приступает к тушению огня углекислотным огнетушителем или сухим песком. На участках переменного тока подниматься на крышу для тушения пожаров независимо от типов применяемых огнетушителей можно только после заземления контактной сети. Горящие провода и электрическую аппаратуру тушат только углекислотными огнетушителями или сухим песком.

Причиной пожара могут быть и грозовые разряды, поэтому на всех электровозах и электропоездах до начала грозового периода устанавливают грозовые разрядники. Для обеспечения жаростойкости брезентовые вентиляционные патрубки тяговых двигателей пропитывают огнестойким составом. Вентиляционные каналы в электропоездах обивают изнутри листовой оцинкованной жестию.

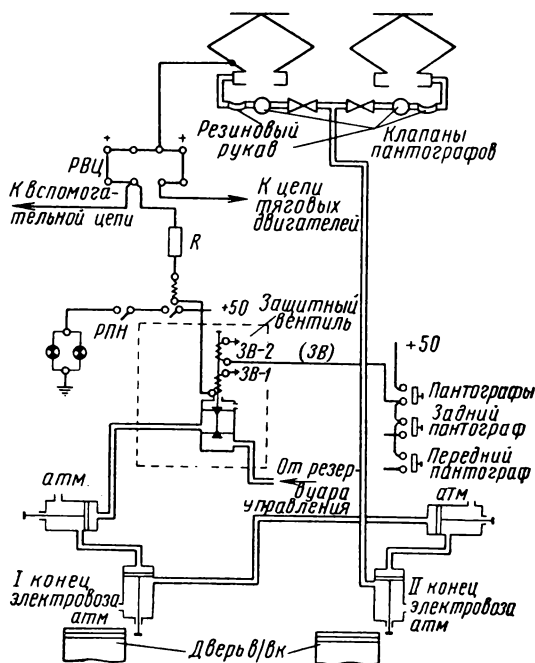


Рис. 211. Схема блокировки с защитным вентилем электровоза ВЛ8

Расчетная ведомость работы локо

№ поездов	Время прибытия на станцию смены бригад			Время в пути туда			Время прибытия на станцию оборотного депо или смены бригад		Время работы бригады туда (гр. 7 + гр. 12 или гр. 7 + гр. 3 + гр. 12)	Норма простоя локомотива на ст. оборотного депо (гр. 9/2 + гр. 13)	Возможное время отправления локомотива (гр. 8 + гр. 10)	Дополнительное время работы бригады туда: До отправления с поездом: на приемку 20 мин, на станционных путях 0,30 мин. По прибытии с поездом: на экипировку и сдачу 0,20 мин, на станционных путях 0,15 мин. Всего 1 ч 25 мин	Дополнительный к отдыху простой локомотива в оборотном депо: На станционных путях по прибытии . . . На экипировку . . . На приемку . . . На станционных путях . . . По от-правлению . . . Всего	Дополнительное время работы бригады обратно: До отправления с поездом: на приемку 0,20 мин, к станционных путях 0,25 мин. По прибытии с поездом: на экипировку и сдачу 0,20 мин, на станционных путях 0,15 мин. Всего 1 ч 20 мин
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
					На перегоне	На промежуточных станциях	Всего							
2402	—	—	0.14	3.33	0.27	4.00	4.14	5.25	—	5.34				
2404	—	—	0.35	3.37	0.44	4.21	4.56	5.46	—	6.16				
2403	—	—	1.11	3.32	0.21	3.53	5.04	5.18	—	6.24				
3004	—	—	1.22	3.40	2.02	5.42	7.04	7.07	—	8.24				
2408	—	—	2.06	3.32	0.25	3.57	6.03	5.22	—	7.23				
2410	—	—	2.55	3.32	0.13	3.45	6.40	5.10	—	8.00				
2412	—	—	3.22	3.34	0.52	4.26	7.48	5.51	—	9.08				
2414	—	—	4.02	3.31	0.30	4.01	8.03	5.26	—	9.23				
2416	—	—	5.01	3.38	0.33	4.11	9.12	5.36	—	10.32				
2418	—	—	6.03	3.36	0.19	3.55	9.58	5.20	—	11.18				
2420	—	—	8.15	3.25	0.37	4.02	12.17	5.27	—	13.37				
2422	—	—	9.22	3.35	0.35	4.10	13.32	5.35	—	14.52				
2424	—	—	9.54	3.35	0.38	4.13	14.07	5.38	—	15.27				
2426	—	—	11.34	3.55	0.21	3.56	15.30	5.21	—	16.50				
2428	—	—	12.03	3.32	0.12	3.44	15.47	5.09	—	17.07				
2430	—	—	12.57	3.31	0.06	3.37	16.34	5.02	—	17.54				
2432	—	—	14.20	3.31	0.22	3.53	18.13	5.18	—	19.33				
2434	—	—	15.12	3.34	0.16	3.50	19.02	5.15	—	20.22				
2436	—	—	15.58	3.32	0.54	4.26	20.24	5.51	—	21.44				
2438	—	—	17.48	3.34	0.30	4.04	21.52	5.29	—	23.12				
2440	—	—	18.26	3.36	0.55	4.31	22.57	5.56	—	0.17				
2442	—	—	19.09	3.35	0.34	4.09	23.18	5.34	—	0.38				
2444	—	—	20.42	3.32	0.23	3.55	0.37	5.20	—	1.57				
3402	—	—	21.12	3.31	2.42	6.13	3.25	7.38	—	4.45				
2446	—	—	22.28	3.34	0.12	3.46	2.14	5.11	—	3.34				
2448	—	—	23.09	3.33	0.27	4.00	3.09	5.25	—	4.29				
				92.30	16.10	108.40								

мотивов депо А на участке АБ

№ поездов	Время прибытия поезда на станцию смены бригад	Простой поезда (локомотива) на станции смены бригад (гр. 18—гр. 16)	Время отправления из пункта оборота или смены бригад	Простой локомотива на станции оборота (гр. 18—гр. 8)	Время в пути обратно			Время прибытия на станцию основного депо или смены бригад	Время работы бригады обратно (гр. 22 + гр. 14 или гр. 22 + гр. 14 + гр. 17)	Время работы бригады за оборот локомотива
					На перегоне	На промежуточных станциях	Всего			
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3401	—	—	5.43	1.29	4.00	1.05	5.05	10.48	6.25	11.45
2401	—	—	6.16	1.20	4.00	0.52	4.52	11.08	6.12	11.23
2403	—	—	7.27	1.24	3.50	0.13	4.03	11.30	5.23	10.48
2405	—	—	8.03	1.23	4.00	0.29	4.29	12.32	5.49	11.14
2407	—	—	8.40	1.36	3.55	0.05	4.00	12.40	5.20	12.58
2409	—	—	9.11	1.23	3.57	0.06	4.13	13.24	5.33	11.19
2411	—	—	11.08	3.05	3.59	—	3.59	15.07	5.19	10.37
2413	—	—	11.24	2.12	3.57	0.19	4.16	15.40	5.36	10.58
2415	—	—	12.45	2.47	4.08	0.04	4.12	16.57	5.32	10.42
2417	—	—	13.13	1.21	3.56	0.09	4.05	17.18	5.25	12.32
2419	—	—	13.43	1.26	3.54	0.05	3.59	17.42	5.19	11.10
3003	—	—	14.58	1.26	3.55	1.01	4.56	19.54	6.16	11.42
2421	—	—	16.21	2.14	3.56	0.08	4.04	20.25	5.24	11.00
2423	—	—	17.26	1.56	3.58	0.29	4.27	21.53	5.47	11.07
2425	—	—	18.01	2.14	3.58	0.13	4.11	22.12	5.31	10.58
2427	—	—	18.50	2.16	3.57	0.08	4.05	22.55	5.25	11.00
2429	—	—	20.37	2.24	3.51	0.15	4.06	0.43	5.26	11.04
2431	—	—	21.21	1.27	3.51	0.17	4.08	1.29	5.28	10.49
2433	—	—	22.05	3.03	4.02	0.21	4.23	2.28	5.43	10.52
2435	—	—	22.53	2.29	3.51	—	3.51	2.44	5.11	10.13
2437	—	—	1.18	1.21	3.48	—	3.48	4.06	5.08	10.26
2439	—	—	0.33	1.15	3.48	—	3.48	4.21	5.08	10.23
2441	—	—	2.01	1.24	3.55	—	3.55	5.56	5.15	11.06
2443	—	—	3.42	1.28	3.56	0.14	4.10	7.52	5.30	10.59
2445	—	—	4.37	1.28	3.53	—	3.53	8.30	5.13	11.09
2447	—	—	5.01	1.36	3.55	0.12	4.07	9.08	5.27	11.01
					102—10	6.55	109—05			

Ведомость оборота локомотивов по основному депо

Прибытие		Увязка локомотивов по основному депо. Норма простоя локомотивов по основному депо: на технических операциях 1 ч 20 мин, на станционных путях 40 мин. Всего 2.00/0.40	Отправление		Время простоя локомотивов на станции основного депо
№ поездов	Время		№ поездов	Время	
2425	22.12	→	2402	0.14	2.02
2427	22.55	→	2404	0.35	1.40
2429	0.43	→	2406	1.11	2.23
2431	1.29	→	3004	1.22	0.50
2433	2.28	→	2408	2.06	0.37
2435	2.44	→	2410	2.55	2.12
2437	4.06	→	2412	3.22	0.54
2439	4.21	→	2414	4.02	1.18
2441	5.56	→	2416	5.01	0.55
2443	7.52	→	2418	6.03	1.42
2445	8.30	→	2420	8.15	2.19
2447	9.08	→	2422	9.22	1.30
3401	10.48	→	2424	9.54	1.24
2401	11.08	→	2426	11.34	2.26
2403	11.30	→	2428	12.03	0.55
2405	12.32	→	2430	12.57	1.27
2407	12.40	→	2432	14.20	1.40
2409	13.24	→	2434	15.12	1.48
2411	15.07	→	2436	15.58	0.51
2413	15.40	→	2438	17.48	2.08
2415	16.57	→	2440	18.26	1.29
2417	17.18	→	2442	19.09	1.51
2419	17.42	→	2444	20.42	3.00
3003	19.54	→	3402	21.12	1.18
2421	20.25	→	2446	22.28	2.03
2423	21.53	→	2448	23.09	1.16
					41.58 + 24.00

Унифицированные размеры зданий ремонтных цехов электродепо

Таблица 3-1

Цех подъемочного ремонта электровозного депо	Размеры зданий, м (не менее)	
	новых	используемых без реконструкции
Длина здания цеха	108*	—
Расстояние от оси крайнего пути до внутренней грани продольной стены	6,0	5,0
То же с другой стороны	16,5	—
Расстояние между осями смежных путей	7,5	7,0
Высота от головки рельсов до низа конструкции покрытия:		
для электровозов ВЛ60, ВЛ80 при мостовом кране грузоподъемностью:		
30/5 Т	12,6	11,32
15/3 Т	—	10,87
2×10 Т (подъем трансформатора в сборе)	—	12,1
для электровозов постоянного тока при мостовом кране грузоподъемностью:		
30/5 Т	12,6	—
15/3 Т	—	9,2
10 Т	—	8,95
Высота от головки рельсов до верхней грани подкранового рельса:		
для электровозов ВЛ60, ВЛ80 при мостовом кране грузоподъемностью:		
30/5 Т	9,65	8,47
15/3 Т	—	8,47
2×10 Т (подъем трансформатора в сборе)	—	10,1
для электровозов постоянного тока при мостовом кране грузоподъемностью:		
30/5 Т	9,65	—
15/3 Т	—	6,8
10 Т	—	6,95

* Длина цеха 108 м принята из условия организации подъемочного ремонта электровозов с применением поточного метода на программу ремонта до 300 ед. в год.

Таблица 3-2

Цех большого периодического ремонта электровозного депо	Размеры зданий для электровозов, м					
	новых и реконструируемых			используемых без реконструкции		
	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10
Длина здания цеха при установке на пути:						
одного электровоза	48,0	48,0	72,0	33,9*	36,1*	50,5*
двух электровозов	72,0	72,0	84,0	—	—	—
Расстояние от оси крайнего пути до внутренней грани продольной стены	5,0	5,0	5,0	—	—	—
То же при установке скатопускной канавы или станка для обточки колесных пар без выкатки	5,0	5,0	5,0	—	4,5	4,5
Расстояние между осями смежных путей:						
при установке скатопускной канавы или станка для обточки колесных пар без выкатки	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0

* Длина используемого здания без реконструкции для электровозов ВЛ19, ВЛ22—32,8 м, для ЧС2—34,3 м, для ВЛ10—48,5 м.

Цех большого периодического ремонта электровозного депо	Размеры зданий для электровозов, м					
	новых и реконструируемых			используемых без реконструкции		
	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10
для зданий прямоугольного типа без колонн	7,0	7,0	7,0	—	—	—
для зданий прямоугольного и веерного типа без поворотного круга	—	—	—	6,0	6,0	6,0
для зданий веерного типа с поворотным кругом (расстояние между осями смежных путей у ворот)	—	—	—	5,0	5,0	5,0
Высота от головки рельсов до низа конструкции покрытия ¹ : для электровозов ВЛ60, ВЛ80, при мостовом кране грузоподъемностью 10 Т (выемка керна трансформатора)	—	10,8	10,8	—	10,1	10,1
для электровозов постоянного тока при мостовом кране грузоподъемностью 5 Т	10,8	10,8	10,8	8,67	8,67	8,67
для стойл со скатоопускной канавой при мостовом кране грузоподъемностью 10 Т	10,8	10,8	10,8	8,95	8,95	8,95
для стойл обточки колесных пар без выкатки	7,2	7,2	7,2	6,4	6,4	6,4
Высота от головки рельсов до верхней грани подкранового рельса ¹ : для электровозов ВЛ60, ВЛ80, ЧС4 при мостовом кране грузоподъемностью 10 Т (выемка керна трансформатора)	—	8,15	8,15	—	8,1	8,1
для электровозов постоянного тока при мостовом кране грузоподъемностью 5 Т	8,15	8,15	8,15	6,92	6,92	6,92
для стойл со скатоопускной канавой при мостовом кране грузоподъемностью 10 Т	8,15	8,15	8,15	6,95	6,95	6,95

¹ Размеры для реконструируемых зданий те же, что для используемых без реконструкции.

Таблица 3-3

Цех малого периодического ремонта и профилактического осмотра электровозного депо и стойла технического осмотра, экипировки и очистки электровозов	Размер для электровозов, м					
	новых и реконструируемых зданий			используемых зданий без реконструкции		
	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10
Длина здания цеха малого периодического ремонта и профилактического осмотра при установке на пути: одного электровоза	— ¹	— ¹	48,0	24,4 ²	27,7 ²	39,7 ²
двух электровозов	48,0	54,0 ³	84,0	43,0 ²	49,6 ²	73,7 ²

Цех малого периодического ремонта и профилактического осмотра электровозного депо и стойла технического осмотра, экипировки и очистки электровозов	Размер для электровозов, м					
	новых и реконструируемых зданий			используемых зданий без реконструкции		
	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10	ВЛ19, ВЛ22, ВЛ23, ЧС1, ЧС3	ВЛ60, ЧС2	ВЛ8, ВЛ80, ВЛ10
Длина здания стойл технического осмотра и экипировки при установке на пути:						
одного электровоза	—	—	48,0	22,4 ⁴	25,7 ⁴	37,8 ⁴
двух электровозов	48,0	54,0 ⁵	84,0	41,0 ⁴	47,6 ⁴	71,7 ⁴
То же для стойл обмывки и обдувки .	48,0	48,0	72,0	48,0	48,0	72,0
Расстояние от оси крайнего пути до внутренней грани продольной стены для стойл:						
малого периодического ремонта и профилактического осмотра . . .	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5
технического осмотра, экипировки, обмывки и обдувки	6,0	6,0	6,0	4,5	4,5	4,5
Расстояние между осями смежных путей:						
для зданий прямоугольного типа без колонн	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
для зданий прямоугольного и веерного типа без поворотного круга с колоннами и без колонн . . .	—	—	—	6,0	6,0	6,0
для зданий веерного типа с поворотным кругом (при измерении у ворот)	—	—	—	5,0	5,0	5,0
для стойл технического осмотра и экипировки	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Высота от головки рельсов до низа конструкции покрытия для стойл: ⁶						
малого периодического ремонта и профилактического осмотра при мостовом кране 5 Т	10,8	10,8	10,8	8,67	8,67	8,67
технического осмотра и экипировки	7,2	7,2	7,2	6,4	6,4	6,4
обмывки и обдувки	8,4	8,4	8,4	7,2	7,2	7,2
Высота от головки рельсов до верхней грани подкранового рельса для стойл малого периодического ремонта и профилактического осмотра при мостовом кране грузоподъемностью 5 Т ⁶	8,15	8,15	8,15	6,92	6,92	6,92

¹ Постройка новых зданий для установки на пути одного шестиосного электровоза не предусмотрена.

² Длина используемых зданий без реконструкции для цехов малого периодического ремонта и профилактического осмотра при установке на пути одного электровоза ВЛ19, ВЛ22—23,6 м; ЧС2—26,2 м; ВЛ8—34,8 м; ВЛ10—37,7 м. То же при установке на пути двух электровозов ВЛ19, ВЛ22—41,5 м; ЧС2—46,6 м; ВЛ8—63,8 м; ВЛ10—69,7 м.

³ То же для новых и реконструируемых зданий при установке на пути двух электровозов ЧС2—48,0 м;

⁴ Длина используемых зданий без реконструкции для стойл технического осмотра и экипировки при установке на пути одного электровоза ВЛ19, ВЛ22—21,7 м; ЧС2—24,3 м; ВЛ8—32,9 м; ВЛ10—35,8 м. То же при установке на пути двух электровозов ВЛ19, ВЛ22—39,6 м; ЧС2—44,7 м; ВЛ8—61,9 м и ВЛ10—67,7 м.

⁵ То же для новых и реконструируемых зданий при установке на пути двух электровозов ЧС2—48,0 м.

⁶ Размеры для реконструируемых зданий те же, что для используемых без реконструкции.

Таблица 3-4

Цехи депо электропоездов	Размеры (м) новых и реконструируемых зданий для электропоездов		Размеры (м) зданий, используемых без реконструкции для электропоездов	
	ЭР1, ЭР2, ЭР9, СР (вагон 19,5 м)	ЭР11, ЭР22, (вагон 24,5 м)	ЭР1, ЭР2, ЭР9, СР (вагон 19,5 м)	ЭР11, ЭР22 (вагон 24,5 м)
Длина здания				
Цех подъемочного ремонта при одновременном ремонте:				
двух вагонов	—	—	54,0	54,0
четырех вагонов	84,0	84,0	—	—
Цех большого периодического ремонта	60,0	60,0	39,0	43,9
Цех малого периодического ремонта при установке на пути:				
двух вагонов	54,0	60,0	47,1	56,9
четырех вагонов	96,0	114,0	90,4	110,0
шести вагонов электропоезда ЭР1 или восьми вагонов ЭР10	138,0	222,0	133,7	216,0
десяти вагонов электропоезда ЭР1	228,0	—	220,3	—
Цех профилактического осмотра при установке на пути:				
двух вагонов	48,0	60,0	47,3	55,4
четырех вагонов	90,0	110,0	85,3	105,1
шести вагонов электропоезда ЭР1 восьми вагонов ЭР10 . .	132,0	210,0	126,2	205,8
десяти вагонов электропоезда ЭР1	210,0	—	206,8	—
Расстояние от оси крайнего пути до продольной стены				
Цех подъемочного ремонта	7,0	7,0	5,0	5,0
Цех большого периодического ремонта	5,0	5,0	4,5	4,5
Цех малого периодического ремонта, профилактического осмотра, стойла обточки колесных пар без выкатки и стойла окраски вагонов	5,0	5,0	4,0	4,0
Расстояние между осями смежных путей				
Цех подъемочного ремонта	8,0	8,0	7,0	7,0
Цех большого периодического ремонта и стойла окраски вагонов	7,0	7,0	6,0	6,0
Цех малого периодического ремонта, профилактического осмотра и стойла обточки колесных пар без выкатки	7,0	7,0	5,5	5,5
Высота от уровня головки рельсов до низа покрытия¹				
Цех подъемочного ремонта:				
кран мостовой 15/3 Т, пролет 23 м	9,6	9,6	9,15	9,15
кран мостовой 15/3 Т, пролет 28,5 м	10,8	10,8	9,45	9,45
кран мостовой 10 Т, пролет 26 м	—	—	8,9	8,9
Цех большого периодического ремонта:				
кран мостовой 10 Т, пролет 23 м	9,6	9,6	8,9	8,9
кран мостовой 5 Т, пролет 23 м	9,6	9,6	8,5	8,5
кран однобалочный 5 Т, пролет до 14 м	—	—	8,75	8,75
Цех малого периодического ремонта, профилактического осмотра, стойла обточки колесных пар без выкатки и стойла окраски вагонов	7,2	7,2	6,4	6,4

Цехи депо электропоездов	Размеры (м) новых и реконструируемых зданий для электропоездов		Размеры (м) зданий, используемых без реконструкции для электропоездов	
	ЭР1, ЭР2, ЭР9, СР (вагон 19,5 м)	ЭР11, ЭР22, (вагон 24,5 м)	ЭР1, ЭР2, ЭР9, СР (вагон 19,5 м)	ЭР11, ЭР22, (вагон 24,5 м)
Высота от уровня головки рельсов до верхней грани подкранового рельса				
Цех подъемочного ремонта:				
кран мостовой 15/3 Т, пролет 23 м	6,95	6,95	6,75	6,75
кран мостовой 15/3 Т, пролет 28,5 м	8,15	8,15	7,05	7,05
кран мостовой 10 Т, пролет 26 м	—	—	6,9	6,9
Цех большого периодического ремонта:				
кран мостовой 10 Т, пролет 23 м	6,95	6,95	6,9	6,9
кран мостовой 5 Т, пролет 23 м	6,95	6,95	6,75	6,75
кран однобалочный 5 Т, пролет до 14 м	—	—	7,65	7,65

¹ Размеры для реконструируемых зданий те же, что для используемых без реконструкции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Нормы потребности в основном оборудовании для ремонта электровозов в станко-ц на единицу ремонта

Оборудование	Ремонт			Оборудование	Ремонт		
	подъемочный	большой периодический	малый периодический		подъемочный	большой периодический	малый периодический
Станки:				Горн бандажный . .	8	—	—
токарные	248	15	11,3	Кузнечно-рессорное оборудование	88	8,5	6,3
шлифовальные . . .	66	—	—	Медницко-заливочное оборудование	20	1	0,9
полировальные . . .	9	—	—	Агрегаты:			
фрезерные	6	3	2,1	газосварочные . .	37	1	0,9
строгальные	37	3	2,1	электросварочные	76	3	2,7
сверлильные	17	6	4,3				
колесно-токарные	24	—	—				

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Трудовые затраты на единицу ремонта, чел-ч

Электроподвижного состава	Первый срок применения норм для				Второй срок применения норм (перспектива) для				% снижения затрат на перспективу для			
	подъемочного ремонта	большого периодического ремонта	малого периодического ремонта	профилактического осмотра	подъемочного ремонта	большого периодического ремонта	малого периодического ремонта	профилактического осмотра	подъемочного ремонта	большого периодического ремонта	малого периодического ремонта	профилактического осмотра
ВЛ22 ^м	1 975	320	160	50	1 320	260	120	42	33,2	18,8	25,0	16,0
ВЛ23	1 850	285	170	57	1 210	220	130	48	34,5	23,0	23,6	15,8
ВЛ8	3 060	380	239	73	2 035	280	180	58	33,6	26,3	24,6	20,5
ЧС1, ЧС3	2 390	415	205	65	1 600	320	160	54	33,0	22,9	20,4	21,9
ЧС2	3 030	515	235	79	2 010	395	185	66	33,6	23,4	21,2	16,5
ВЛ60	3 060	775	265	136	2 165	630	210	110	29,3	18,7	20,8	19,2
ВЛ80	4 175	1 070	355	183	2 960	865	290	140	29,2	19,2	18,3	23,5
ВЛ10	3 105	385	245	78	2 055	285	185	62	33,9	25,9	23,5	20,5
<i>Электросекции</i>												
СР ₃ и СР	2 115	490	141	17	—	—	—	—	—	—	—	—
ЭР1, ЭР2	1 595	355	85	11	1 205	280	75	10	24,5	21,1	11,6	9,0

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Горнов О. Ф. и др. Эксплуатация и ремонт подвижного состава электрических железных дорог. Трансжелдориздат, 1960.
2. Мамченко В. П., Рязанцева Ю. А. Эксплуатация локомотивов. Трансжелдориздат, 1962.
3. МПС, Гипротранстэи. Нормы технологического проектирования тепловозных, электровозных и моторвагонных депо и экипировочных устройств. Часть I. Изд-во «Транспорт», 1965. Часть II, 1967.
4. Тушканов Б. А. и др. Магистральные электровозы переменного тока ВЛ60 и ВЛ80. Изд-во «Транспорт», 1964.
5. Барский М. Р. и др. Электропоезд ЭР9. Изд-во «Транспорт», 1964.
6. Мережко В. Г. Механизация ремонта локомотивов. Изд-во «Транспорт», 1964.
7. Костецкий Б. И. Основные вопросы теории трения и изнашивания деталей машин. Машгиз, 1955.
8. Кислик В. А. Износ деталей паровозов. Труды ЦНИИ МПС, вып. 24. Трансжелдориздат, 1948.
9. Шишонов Н. А., Репкин В. Ф., Барвинский Л. Л. Основы теории надежности и эксплуатации радиоэлектронной техники. Изд-во «Советское радио», 1964.
10. Кабенин Н. Г. и др. Агрегатный метод и концентрация ремонта локомотивов. Труды ЦНИИ МПС, вып. 226. Трансжелдориздат, 1962.
11. Разумов И. М. и др. Организация и планирование машиностроительного производства. Изд-во «Машиностроение», 1967.
12. Голенко Д. И. Сетевое планирование и управление. Изд-во «Экономика», 1967.
13. Мейендорф А. В., Хрисанов А. Г. Механизация ремонта подвижного состава электрических железных дорог. Изд-во «Транспорт», 1964.
14. Кучма К. Г. Выпрямительные установки электроподвижного состава переменного тока. Изд-во «Транспорт», 1966.
15. Френкель Е. Б. и др. Ремонт электрических машин электроподвижного состава и тепловозов. Изд-во «Транспорт», 1966.
16. Бромберг В. А., Гаманов А. Д. Механизация производства электроизоляционных материалов, изоляционно-обмоточных и пропиточных работ. Госэнергоиздат, 1961.
17. ЦИНТИ электротехнической промышленности и приборостроения. Изоляция электрических машин. Часть VI. Под общей редакцией Фридмана. Москва, 1961.
18. Козырев Н. А. Изоляция электрических машин и методы ее испытания. Госэнергоиздат, 1962.
19. Коварский Е. М. Ремонт электрических машин. Госэнергоиздат, 1962.
20. Фиш А. Я. и др. Коллекторы электрических машин на пластмассе. Госэнергоиздат, 1963.
21. Гранквист В. В., Жданов П. А., Михайличенко Н. Г. Охрана труда на железнодорожном транспорте. Изд-во «Транспорт», 1967.
22. Чернышев Ф. И., Гурецкий С. А., Кулиш В. Ф. Техника безопасности при ремонте электроподвижного состава. Изд-во «Транспорт», 1965.
23. Левицкий А. Л., Сибаров Ю. Г. Техника безопасности в локомотивном хозяйстве. Изд-во «Транспорт», 1965.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
----------------------	---

Раздел первый

Эксплуатация подвижного состава электрических железных дорог

<i>Глава I.</i> Общие сведения о локомотивном хозяйстве железных дорог и парке электроподвижного состава	5
§ 1. Сведения о локомотивном хозяйстве	5
§ 2. Парк электроподвижного состава железных дорог СССР и его учет	7
§ 3. Запас МПС и резерв управления дороги	9
<i>Глава II.</i> Способы обслуживания поездов локомотивами и локомотивов бригадами. Показатели использования локомотивного парка	11
§ 4. Способы обслуживания поездов локомотивами; тяговые плечи и участки обращения	11
§ 5. Локомотивные бригады и их состав	15
§ 6. Организация труда и отдыха локомотивных бригад	16
§ 7. Способы обслуживания локомотивов бригадами	18
§ 8. Показатели использования локомотивного парка	21
§ 9. Безопасность движения поездов	26
<i>Глава III.</i> Организация работы электроподвижного состава на линии	29
§ 10. График движения поездов и график оборота электровозов	29
§ 11. Особенности графиков движения и оборота электропоездов	33
§ 12. Уход за электровозами и электропоездами в эксплуатации и подготовка их к зиме	36
§ 13. Экипировка электровозов	38
§ 14. Экономия энергии при электрической тяге	43
<i>Глава IV.</i> Локомотивные депо электрифицированных железных дорог	48
§ 15. Электродепо, объем его работы и характеристика состояния парка электроподвижного состава	48
§ 16. Основные типы зданий и территория депо	53
§ 17. Основные цехи депо и их планировка	55
§ 18. Оборудование и производственные площади цехов электродепо	62
§ 19. Организация труда ремонтных бригад	71
§ 20. Основы планирования работы локомотивных депо	73

Раздел второй

Ремонт электроподвижного состава

<i>Глава V.</i> Ремонт как средство восстановления работоспособности электроподвижного состава	79
§ 21. Износ и восстановление основных фондов	79
§ 22. Конструктивные особенности электроподвижного состава и показатели ремонта	81
§ 23. Трение и износ в узлах электроподвижного состава	84
§ 24. Краткие сведения о характере неисправностей оборудования электроподвижного состава и причинах их возникновения	86
§ 25. Надежность электроподвижного состава	88
§ 26. Организационно-технологические формы ремонтного производства в локомотивном хозяйстве	96
§ 27. Агрегатный метод ремонта электроподвижного состава	103
<i>Глава VI.</i> Научная организация труда при ремонте электроподвижного состава	
§ 28. Научная организация труда на ремонтном заводе и в депо	109
§ 29. Сетевое планирование и управление	116
§ 30. Поточное производство при ремонте электроподвижного состава	121
<i>Глава VII.</i> Депо-ремонт электроподвижного состава	126
§ 31. Порядок постановки электроподвижного состава в ремонт и приемки из ремонта. Графики ремонта	126
§ 32. Профилактический осмотр	128
§ 33. Малый периодический ремонт	131

§ 34. Большой периодический ремонт	143
§ 35. Подъемочный ремонт	155
Глава VIII. Заводы по ремонту электроподвижного состава	166
§ 36. Назначение и специализация ремонтных заводов	166
§ 37. Организационная структура ремонтного завода	169
§ 38. Генеральный план завода	170
§ 39. Планировка основных цехов	172
Глава IX. Ремонт механической части электроподвижного состава	182
§ 40. Подготовка электроподвижного состава к ремонту	182
§ 41. Ремонт кузовов электровозов	184
§ 42. Ремонт кузова вагона электропоезда	186
§ 43. Ремонт тележек электровозов	187
§ 44. Ремонт тележек электропоездов	196
§ 45. Ремонт рессор и пружин	200
§ 46. Ремонт колесных пар и редукторов	202
§ 47. Ремонт букс с роликовыми подшипниками	212
§ 48. Дефектоскопия деталей электроподвижного состава	214
Глава X. Ремонт электрических машин	218
§ 49. Условия работы и неисправности электрических машин электро- подвижного состава	218
§ 50. Система текущего содержания и ремонта	221
§ 51. Подготовка электрических машин к ремонту	223
§ 52. Ремонт остова, букс и подшипниковых щитов	226
§ 53. Ремонт обмоток, сердечников и фланцев полюсов	230
§ 54. Ремонт щеткодержателей	236
§ 55. Ремонт якоря	239
§ 56. Ремонт якорных подшипников	257
§ 57. Пропитка изоляции обмоток	262
§ 58. Сборка и контрольные испытания электрических машин	272
Глава XI. Ремонт тяговых трансформаторов	287
§ 59. Условия работы трансформаторов и их неисправности	287
§ 60. Ремонт выемной части	289
Глава XII. Ремонт электрической аппаратуры	294
§ 61. Условия работы, износ и восстановление деталей электрических аппаратов	294
§ 62. Ремонт пантографов	299
§ 63. Ремонт контакторов	302
§ 64. Ремонт аппаратов с групповым приводом	304
§ 65. Ремонт главного контроллера ЭКГ-8	306
§ 66. Ремонт главного выключателя ВОВ-25	308
§ 67. Ремонт выпрямительной установки с полупроводниками	310
§ 68. Ремонт реостатных контроллеров электропоездов	313
§ 69. Ремонт аппаратов защиты	317
§ 70. Ремонт сопротивлений	320
§ 71. Ремонт аппаратов управления	322
Глава XIII. Охрана труда при обслуживании и ремонте электроподвижного состава	326
§ 72. Основные вопросы охраны труда в депо электрифицированных железных дорог и на ремонтных заводах	326
§ 73. Электротравматизм и современные способы оказания первой помощи пострадавшему от электрического тока	326
§ 74. Безопасность труда при обслуживании электроподвижного состава	330
Приложения:	
1. Расчетная ведомость работы локомотивов депо А на участке АБ	334
2. Ведомость оборота локомотивов по основному депо	336
3. Унифицированные размеры зданий ремонтных цехов электродепо	337
4. Нормы потребности в основном оборудовании для ремонта электровозов в станко-ч на единицу ремонта	341
5. Трудовые затраты на единицу ремонта, чел-ч	341
Использованная литература	342

