

# ЭЛЕКТРОТЯГОВОЕ ХОЗЯЙСТВО И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПОСТОЯННОГО ТОКА



## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

### СТРУКТУРА ХОЗЯЙСТВА

В существующей структуре управление локомотивным хозяйством, в состав которого входит хозяйство электроподвижного состава, возлагается на Главное управление локомотивного хозяйства Министерства путей сообщения, службу локомотивного хозяйства управления дороги, локомотивный отдел отделения дороги и основные локомотивные депо.

Заводы, ремонтирующие локомотивы, находятся в непосредственном подчинении Главного управления локомотиворемонтными и вагоноремонтными заводами МПС.

На фиг. 1 изображена существующая в настоящее время структура управления хозяйством электроподвижного состава.

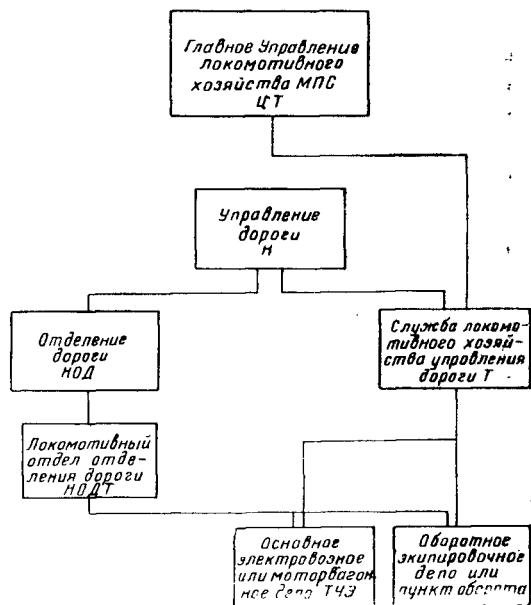
Главное управление локомотивного хозяйства МПС (ЦТ) обеспечивает оперативное и техническое руководство всеми отраслями локомотивного хозяйства на дорогах по всем видам тяги (электрической, тепловозной и паровозной); разрабатывает необходимые технические и инструктивные указания по эксплуатации и ремонту локомотивного парка, деповских устройств, работе локомотивных и комплексных бригад; составляет перспективные планы по наиболее рациональному размещению локомотивного парка и усилению деповского хозяйства с учётом обеспечения заданных размеров движения и весовых норм поездов; устанавливает через руководство МПС нормативы по эксплуатации и ремонту локомотивов; осуществляет руководство и контроль за внедрением новой техники и передовых методов труда.

Главное управление локомотивного хозяйства разрабатывает технические условия на постройку новых и модернизацию существующих локомотивов и через заводских инспекторов осуществляет контроль за их выполнением; составляет технические задания на проектирование новых и реконструкцию существующих депо, пунктов оборота и экипировки, рассматривает технические проекты по электрификации новых участков в области локомотивного хозяйства.

В Главном управлении локомотивного хозяйства и управлений дорог имеются приёмщики МПС и инспекторы по котлонадзору, осуществляющие технический контроль за исправным состоянием локомотивов, выпускаемых из ремонта, за точным соблюдением технологии ремонта и надзор за паровыми

котлами, воздушными резервуарами на паровозах, электровозах, тепловозах и моторвагонных секциях.

Служба локомотивного хозяйства управления дороги обеспечивает на дороге выполнение всех технических и инструктивных указаний Министерства путей сообщения по работе локомотивов, деповских устройств,



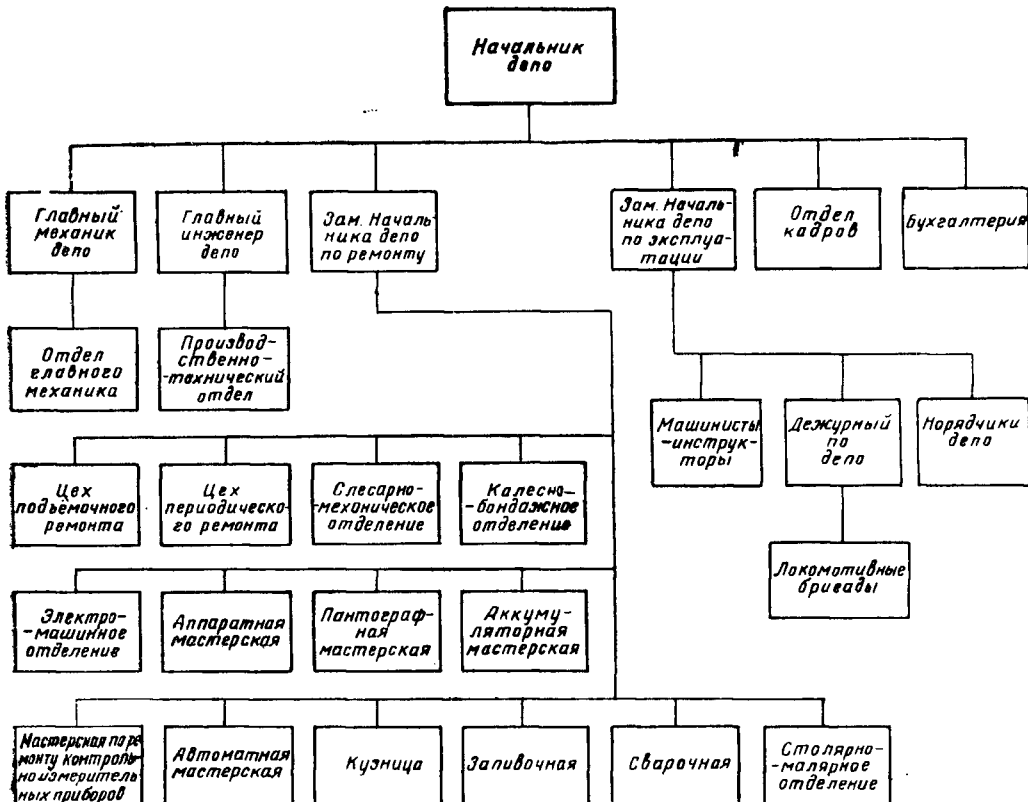
Фиг. 1. Структура управления хозяйством электроподвижного состава

локомотивных комплексных бригад; организует правильное ведение локомотивного хозяйства в пределах дороги; осуществляет всестороннее руководство производственными предприятиями, входящими в состав локомотивного хозяйства; обеспечивает контроль за выполнением производственного финансового плана локомотивных депо и заданных измерителей работы локомотивов и локомотивных бригад, а также за точным выполнением Правил технической эксплуатации всеми работниками локомотивного хозяйства дороги.

Основное электровозное или моторвагонное депо (ТЧЭ) является самостоятельным хозяйственным предприятием локомотивного хозяйства и должно обеспечивать бесперебойную работу устройств и приписанных к нему локомотивов, выполнение финансовых показателей плана ремонта и эксплуатационных измерителей работы локомотивов, создание нормальных условий работы и отдыха локо-

мативных бригад и безопасность движения поездов в пределах локомотивного хозяйства.

На участках с напряжением в контактной сети 3 000 и 1 500 в впредь до перевода их на напряжение 3 000 в применяются электровозы на два напряжения.



Фиг. 2. Структура основного электровозного депо

мотивных бригад и безопасность движения поездов в пределах локомотивного хозяйства.

На фиг. 2 изображена примерная существующая структура основного электровозного депо.

### ЭЛЕКТРОВАЗНЫЙ И МОТОВАГОННЫЙ ПАРК

В зависимости от грузонапряженности участка, профиля пути и факторов технического и экономического характера на электрифицированных участках Советского Союза применяются различные серии электровозов и моторвагонных секций, отличающихся мощностью, формулой ходовых частей, нагрузкой на ось, родом потребляемого тока и величиной напряжения на пантографе, на котором они работают.

На участках с моторвагонной тягой в зависимости от устройств пассажирских платформ, кроме этого, применяются электросекции с выходом на высокие или на низкие платформы.

Моторвагонные секции распределяются по участкам, исходя из величины напряжения в контактной сети и устройств посадочных платформ. Из-за наличия участков с напряжением в контактной сети 1 500 в, подлежащих переводу вследствие ряда экономических факторов на напряжение 3 000 в, применяются электросекции на два напряжения 3 000 и 1 500 в.

В период ближайших лет в парк будут введены более мощные восьмисосные электровозы Н8, шестисосные электровозы серии ВЛ23 и электровозы переменного тока, а также новые моторвагонные секции с более высокой конструктивной скоростью и скоростью на расчетном подъеме.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОВАЗНОГО ПАРКА ПО ВИДАМ РАБОТЫ И ЕГО СОСТОЯНИЮ

В зависимости от рода выполняемой работы электровозы делятся на группы: а) пассажирского движения; б) грузового движе-

ия; в) маневровые; г) передаточные и вывозные; д) хозяйственного движения; е) занятые в прочих видах движения.

Электровозы, работающие на подталкивании или двойной тягой, относятся к тому виду движения, в котором они заняты.

По состоянию и характеру работы электровозы и моторвагонные секции учитываются по следующим группам: а) инвентарный парк; б) парк в распоряжении дороги (депо); в) парк вне распоряжения дороги (депо); г) эксплуатируемый парк; д) неэксплуатируемый парк.

Все электровозы и моторвагонные секции, приписанные к данной дороге (депо), имеющие её инициалы и состоящие по балансу на её активе, составляют инвентарный парк дороги (депо). Этот парк состоит из электровозов или моторвагонных секций, находящихся как в распоряжении дороги (депо), так и вне распоряжения дороги (депо) — в командировке и аренде.

Парк в распоряжении депо отличается от инвентарного парка тем, что в него не включаются электровозы и моторвагонные секции, откомандированные в другие депо, переданные в аренду и находящиеся в запасе МПС, но зато включаются электровозы и моторвагонные секции других депо, временно прикомандированные к данному депо. Этот парк состоит из локомотивов своего инвентаря, за исключением запаса МПС и локомотивов, сданных в аренду или временно откомандированных на другие дороги (депо), а также из электровозов и моторвагонных секций, временно прикомандированных к данной дороге (депо) и не зачисленных в инвентарь дороги (депо).

Электровозы и моторвагонные секции запаса МПС, а также находящиеся в аренде у предприятий МПС и других ведомств, или временно откомандированных на другие дороги (депо), составляют парк локомотивов вне распоряжения дороги (депо).

Все электровозы и моторвагонные секции, находящиеся в распоряжении дороги (депо), делятся на две группы: эксплуатируемый парк и неэксплуатируемый парк.

Эксплуатируемый парк состоит из электровозов или моторвагонных секций, находящихся во всех видах работы, в ожидании её под техническими операциями (приёмка, сдача, экипировка) и на контрольно-техническом осмотре.

Неэксплуатируемый парк составляют локомотивы, находящиеся во всех видах ремонта или ожидающие его, за исключением электровозов и моторвагонных секций, ремонтируемых в межпоездное время, а также ожидающие исключения из инвентаря, находящиеся в перемещении, в процессе приёмки и сдачи, в резерве управления дороги и депо.

## ПОРЯДОК ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

При постановке электровоза (моторвагонной секции) на ремонт в депо перечисление его в неисправные производится после сдачи бригадой по окончании работы (но не позже истечения времени, положенного на сдачу и экипировку).

В случае пересылки электровоза (моторвагонной секции) в ремонт на заводы или в другие депо в рабочем состоянии перечисление его в неисправные производится с момента прибытия его к месту ремонта.

Если электровозы (моторвагонные секции) пересылаются в ремонт на завод или в другое депо в холодном состоянии, то они перечисляются в неисправные с момента сдачи локомотивной бригадой и локомотивы до прибытия на место ремонта считаются в ожидании ремонта.

Началом ремонта считается, когда электровоз или моторвагонная секция поступает на заводские пути или проходит контрольный пост депо, производящего ремонт; для локомотивов, ремонтируемых в своём депо, начало ремонта записывается в журнале дежурного по основному депо и в книге учёта готовности локомотивов.

При порче электровоза (моторвагонной секции) в пути с требованием вспомогательного локомотива (резерва) перечисление его в неисправные производится с момента требования вспомогательного локомотива. Если неисправный локомотив прибыл в депо самостоятельно, то он перечисляется в неисправные по прибытии в депо и после сдачи его локомотивной бригадой.

Электровоз или моторвагонная секция, прошедшие плановый ремонт, зачисляются в эксплуатируемый парк с момента окончания приёмки его приёмщиком МПС или с момента подписания актов (после ремонта на заводе или в другом депо).

Перечисление электроподвижного состава в исправные после внепланового ремонта производится с момента окончания ремонта и оформления его в настольном журнале дежурного по депо.

## РЕЗЕРВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Для выполнения правительственных заданий по перевозкам, обеспечения тяговыми средствами вновь электрифицированных линий и пополнения эксплуатируемого парка при увеличении размеров движения создаётся запас и резерв электроподвижного состава.

Запас и резерв электроподвижного состава состоит из запаса МПС, резерва дороги и резерва депо.

Запас МПС. Комплектование электровозов и моторвагонных секций запаса МПС производится по указанию МПС и находится в его непосредственном распоряжении. Запас МПС может быть использован для работы только по распоряжению министра путей сообщения или его заместителя, ведающего локомотивным хозяйством.

В запас МПС отставляются исправные электровозы и моторвагонные секции новой постройки или вышедшие из капитального, среднего или подъёмочного ремонта, удовлетворяющие требованиям, приведенным в табл. I; при этом допуски износа частей и деталей электровозов и моторвагонных секций не должны превышать норм, предусмотренных правилами подъёмочного ремонта.

Электровозы и моторвагонные секции, отставляемые в запас МПС, осматриваются ко-

миссией в составе: начальника депо, старшего машиниста локомотива, приёмщика МПС и начальника базы.

Для хранения и текущего содержания электровазов и моторвагонных секций запаса МПС организуются специальные базы, которые приписываются к основным депо по указанию начальника дороги.

**Резерв дороги.** Комплектование резерва дороги электровазами и моторвагонными секциями производится по указанию начальника дороги; этот резерв может быть использован для работы только по его распоряжению. В резерв дороги отставляются исправные электровазы и моторвагонные секции, удовлетворяющие требованиям Правил технической эксплуатации, предъявляемых к поезным локомотивам.

Износ ответственных частей и деталей электроподвижного состава не должен превышать допусков, предусмотренных правилами малого периодического ремонта.

При постановке в резерв дороги электровазы и моторвагонные секции осматриваются комиссией в составе начальника депо, старшего машиниста и приёмщика МПС.

**Резерв депо.** В резерв депо отставляются исправные электровазы и моторвагонные секции, не требующиеся для нормальной эксплуатации. До постановки локомотивов в резерв должен быть выполнен ремонт, записанный машинистом. Этот резерв находится в распоряжении начальника отделения дороги и может быть использован для работ только по его распоряжению.

Каждый электроваз (моторвагонная секция), отставленный в запас МПС, резерв дороги или депо, снабжается сигнальными принадлежностями, инструментами, запасными частями и инвентарём согласно правилам ремонта.

Требования при постановке электровазов и моторвагонных секций в запас и резерв приведены в табл. 1.

### ПОДГОТОВКА, СОДЕРЖАНИЕ И ЗАПРАВКА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЗАПАСА И РЕЗЕРВА

До постановки электроподвижного состава в запас или резерв, а также в процессе его содержания должны выполняться следующие работы:

а) при постановке электроподвижного состава в запас МПС и резерв дороги. Очищаются от грязи ходовые части и остовы электрических машин; продуваются сжатым воздухом электрические машины и аппараты; очищаются кузов снаружи и внутри; открываются спускные краники и спускается воздух из пневматической системы. Все жалюзи, окна и двери плотно закрываются. Песочные ящики освобождаются от песка; отключаются главный разъединитель и разъединитель вспомогательных машин, отключатели тяговых двигателей и все рубильники, а ножи их смазываются техническим вазелином; осматриваются и смазываются техническим вазелином силовые контакты контакторов и реле, пальцы и сегменты реверсора, тормозного переключателя, контроллера, переключателя вентиляторов, блокировок контакторов и быстродействующего выключателя и хромированные или никелированные детали; измеряется сопротивление изоляции электрических машин, силовых цепей и аппаратов; при сопротивлении изоляции ниже допускаемой величины производится сушка. Осматривается состояние коллекторов и щёткодержателей тяговых двигателей и вспомогательных машин; заглушаются вентиляционные отверстия тяговых двигателей деревянными пробками или заклеиваются плотной бумагой и закрывается всасывающая сетка вентиляторов двигателей листовой фанерой или мешковиной; снимаются и упаковываются щётки тяговых двигателей и вспомогательных машин, которые хранятся в кабине машиниста; снимаются, консервируются и сдаются на хранение в депо или кладовую базы алюминиевые разрядники; разряжается аккумуляторная батарея слабым током до 50% ёмкости, затем сливается электролит и промываются пластины в дистиллированной воде. После этого закрываются пробки на банках и батарея хранится в сухом, тёмном и отапливаемом помещении с температурой от 8 до 30°C; через 6 месяцев аккумуляторная батарея собирается, заливается электролитом плотностью 1,260—1,270 и подзаряжается, после чего при необходимости консервируется указанным выше порядком; при постановке электровазов и моторвагонных секций в резерв дороги на срок до 3 месяцев аккумуляторная батарея заряжается до нормальной плотности электролита;

Таблица 1

Требования при постановке электровазов и моторвагонных секций

Показатель	Требования при постановке в запас и резерв		Срок нахождения в запасе и резерве		Пробная обкатка	
	Пробег в км от начала эксплуатации или последнего планового ремонта (капитального, среднего) в км	Прокат в мм	не менее	не более	через какое время	на какое расстояние в км
Электровазы						
Запас МПС . . . . .	от 1 000 до 10 000	2—3	—	12 мес.	6 мес.	100—300
Резерв дороги . . . . .	—	4	—	6 »	—	—
» депо . . . . .	—	—	8 час.	10 сут.	—	—
Моторвагонные секции						
Запас МПС . . . . .	от 1 000 до 10 000	2—3	—	12 мес.	6 мес.	100—300
Резерв дороги . . . . .	—	5	—	6 »	—	—
» депо . . . . .	—	—	24 час.	10 сут.	—	—



снимаются и убираются в кабину машиниста буферные фонари, прожекторы, стеклоочистители; заправляется смазка в шариковые, роликовые и скользящего трения подшипники; смазываются трущиеся и обработанные детали и шарнирные соединения.

б) В период нахождения в запасе и резерве. Не реже одного раза в две недели подзаряжается аккумуляторная батарея, проверяется плотность электролита каждой банки; проверяется состояние внутреннего оборудования прицепных вагонов; измеряется сопротивление изоляции тяговых двигателей и вспомогательных машин и при понижении сопротивления ниже 1,5 мгом проводится сушка.

в) При выдаче из запаса и резерва. Собирается, заливается электролитом, заряжается и устанавливается на электровоз или моторвагонную секцию аккумуляторная батарея. Если аккумуляторная батарея не снималась с локомотива, то она проверяется, доливаётся электролитом и подзаряжается; устанавливаются на место щётки электрических машин, алюминиевый разрядник (летом), прожектор, лобовые фонари и другие снятые детали; производится экипировка и смазка подшипников и других трущихся деталей; проверяется состояние и действие механического оборудования, электрических машин и приборов электрических цепей; проверяется состояние и действие автоматических, электропневматических и ручных тормозов и песочниц; измеряется величина сопротивления изоляции электрических машин и при необходимости производится сушка.

### ПЕРЕСЫЛКА ЭЛЕКТРОВЗОВ И МОТОР- ВАГОННЫХ СЕКЦИЙ

Электровозы, направляемые на ремонтные заводы или на другие дороги (депо) в ремонт или в порядке регулировки на пополнение парка, а также возвращаемые на дорогу (депо) из ремонта или выпускаемые из постройки, пересылаются одиночным порядком или сплотками. Моторвагонные секции пересылаются составами, секциями и отдельными вагонами.

При пересылке электровозов и моторвагонных секций одиночным порядком или сплоткой в недействующем состоянии автоматические тормоза их включаются, а комбинированный кран при кране машиниста системы Казанцева или кран двойной тяги при кране машиниста системы Вестингауза перекрывается и пломбируется.

Кроме этого, до отправления в поезд должны быть выполнены следующие работы:

а) на электровозах винтовая упряжь заменяется автосцепкой; на моторвагонных секциях на крайние вагоны сцепа устанавливаются буфера;

б) пантографы прочно закрепляются в опущенном состоянии;

в) краны резервуаров управления и пантографов перекрываются и пломбируются;

г) разъединители главных и вспомогательных машин и отключатели двигателей выключаются, а ножи и клеммы их смазываются техническим вазелином;

д) предохранители аккумуляторной батареи снимаются и хранятся в кабине машиниста;

е) вентиляционные отверстия тяговых двигателей заглушаются;

ж) щётки и верхние щёткодержатели тяговых двигателей при пересылке на расстояние свыше 150 км снимаются и хранятся в кабине машиниста;

з) двери и окна запираются;

и) зубчатая передача осматривается и кожухи заправляются смазкой;

к) в зимнее время при следовании более 6 час. плотность электролита аккумуляторной батареи доводится до 1,26 или до 30° по Боме.

Электровоз, отправляемый в недействующем состоянии, ставится вслед за ведущим локомотивом. Моторвагонные секции с брезентовым перекрытием крыш прикрываются от паровоза одним крытым четырёхосным вагоном.

При групповой пересылке электровозов в сплотку ставится не более 5 электровозов (не считая ведущего локомотива), как правило, соединённых между собой автосцепкой; при этом продувка котла ведущего паровоза во время движения категорически запрещается. В исключительных случаях допускается постановка в сплотке не более трёх переходных двухзвонных цепей.

Маршрут пропуска негабаритных моторвагонных секций, отправляемых составами, секциями или отдельными вагонами, заблаговременно согласовывается с МПС.

Пересылаемые электровозы и моторвагонные секции сопровождаются проводниками, в обязанность которых входит наблюдение за исправным состоянием локомотивов.

Электровозы и моторвагонные секции, направляемые в ремонт или в порядке регулировки в другие депо, расположенные в пределах электрифицированного участка, пересылаются в рабочем состоянии с поездами или резервом. В этом случае пересылаемые электровозы или моторвагонные секции по участкам, не входящим в сферу обслуживания депо, к которому прикреплены локомотивы, сопровождаются проводниками, хорошо знающими расположение сигналов, путевых знаков и профиль данного участка.

### ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОЕЗДОВ ЭЛЕКТРОВ- ВОЗАМИ

Электрифицированные участки делятся на тяговые плечи, по концам которых расположены основные и оборотные депо или пункты оборота.

Работа электровозов на обслуживаемых тяговых плечах в основном производится по плечевой, кольцевой и петлевой езде.

**П л е ч е в а я е з д а.** Электровоз, назначаемый для обслуживания поезда, выпускается из основного депо и следует до оборотного, откуда возвращается обратно (фиг. 3). В этом случае приём, сдача и экипировка электровоза производится или на станционных путях основного депо или в основном депо.

На тяговых плечах, где по условиям профиля пути не требуется экипировка электровоза после каждого оборота и бригады работают без отдыха в пункте оборота, применяется круговая езда. При данном способе езды электровоз заходит в основное депо только в том случае, когда требуется экипировка.

Приёмка и сдача электровоза производятся на станционных путях.

При круговой езде значительно сокращается простой электровоза на станции основного депо и увеличивается время его полезной работы.

Экипировочные устройства (снабжение песком и смазкой) следует располагать на станциях основного депо, недалеко от приёмо-



Фиг. 3. Схема оборота электровозов и локомотивных бригад при плечевой езде

отправочных путей, и процесс экипировки совмещать с осмотром электровоза бригадой.

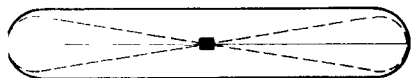
Для сокращения количества заходов электровоза на экипировку машинист должен экономно расходовать песок и применять его в пути следования только в случае необходимости для предупреждения боксования колёсных пар.

**Кольцевая езда.** Наиболее передовым методом эксплуатации является работа локомотивов по кольцу, при котором электровозы работают на двух тяговых плечах без захода в основное депо. В этом случае смена электроважных бригад, сдача и приёмка электровоза производятся под поездом на приёмо-отправочных путях станций основного депо за время стоянки поезда под техническими операциями (фиг. 4).

Экипировка электровозов, работающих по кольцу, производится в оборотном депо, в пункте оборота или на станции основного депо, на экипировочных устройствах, расположенных недалеко от приёмо-отправочных путей.

Экипировочные пути оборудуются смотровой канавой для осмотра электровоза и служебного ремонта.

Процесс экипировки электровоза совмещается с его осмотром, для чего набор песка и смазки рекомендуется производить специально выделенными для этой цели работниками (экипировщиками) под контролем локомотивной бригады.



Фиг. 4. Схема оборота электровозов и локомотивных бригад при кольцевой езде

При кольцевой езде в результате значительного сокращения простоя электровоза на станции основного депо и ликвидации манёвров по его перегонке достигается наилучшее использование электровоза и улучшаются условия работы станций.

**Кольцевая езда** применяется во всех случаях, когда основное депо обслуживает два соседних плеча электроважными одной серии.

**Петлевая езда.** Электровазы работают в одном направлении (на одном тяговом плече)

по принципу кольцевой езды и в другом — по системе езды по прикрепленным тяговым плечам, т. е. с заходом в основное депо (фиг. 5).



Фиг. 5. Схема оборота электровозов и локомотивных бригад при петлевой езде

Петлевая езда применяется в тех случаях, когда оборотные депо, пункты оборота или станционные пути основного депо не оборудованы экипировочными устройствами и смотровыми канавками и на обслуживаемом участке нельзя организовать работу электровазов по кольцу.

### ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ МОТОРВАГОННЫМИ СЕКЦИЯМИ

Порядок работы электропоездов устанавливается графиками движения поездов и оборота секций, согласно которым поезда, обслуживаемые моторвагонной тягой, следуют по всему или по части участка.

Для повышения использования моторвагонных секций и экономии электрической энергии в часы уменьшения пассажиропотока можно отцеплять отдельные секции от поезда на станции оборота или на промежуточных станциях в пути следования. При такой системе обслуживания поездов усложняются условия работы депо и станций в связи с увеличением маневровой работы, связанной с отцепкой и прицепкой моторвагонных секций. Поэтому к ней нужно прибегать только в случае большой необходимости и если условия работы на участке позволяют её применять.

Повышение использования моторвагонного подвижного состава и экономии электрической энергии достигается также за счёт пропуска отдельных поездов, следующих на сравнительно большое расстояние с меньшим количеством остановок для посадки и высадки пассажиров. Техническая и коммерческая скорость таких поездов значительно увеличивается.

### ОБСЛУЖИВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ ЭЛЕКТРОВОЗАМИ

Пассажирские поезда, как правило, обслуживаются специально выделенными для этого электроважными. На эти электровазы назначаются опытные, технически грамотные машинисты 1-го и 2-го классов.

Для повышения среднесуточного пробега применяется смешанное обслуживание отдельными или всеми электроважными пассажирских и грузовых поездов. В этом случае, а также при недостатке машинистов 1-го и 2-го классов допускается, с разрешения начальника дороги, обслуживание пассажирских поездов машинистами 3-го класса.

# ИЗМЕРИТЕЛИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

## Выдача электровозов под поезд

На каждую декаду на основании норм приёма и сдачи поездов, утверждённых техническим планом, и фактических грузопотоков устанавливается норма выдачи электровозов.

Кроме этого, при необходимости по фактическому подходу поездов устанавливается суточный план-задание на выдачу электровозов с отклонением в сторону увеличения или уменьшения от декадного задания.

Выдачей электровозов под грузовые поезда считается:

а) выпуск электровоза из основного депо (проход контрольного поста) или со станции основного депо для следования с грузовым поездом во главе его, второй тягой или одиночным порядком за грузовым поездом на станцию оборотного депо, в пункт оборота или на промежуточную станцию;

б) каждое проследование электровоза через станцию основного депо при кольцевой езде;

в) отправление электровоза с поездом из пункта оборота на соседнее тяговое плечо. В этом случае выдача засчитывается по депо приписки электровоза;

г) проследование через станцию основного депо пересылаемого локомотива, если он берёт или ведёт из оборотного депо грузовой поезд.

Выдача одного электровоза под тяжеловесный грузовой поезд во всех случаях считается за одну единицу, а двух электровозов, хотя бы работающих по системе многих единиц, — за две.

Отмена грузового поезда, возврат электровоза в депо с контрольного поста или со станционных путей из-за отсутствия или неготовности состава, занятости перегона, небезопасности кондукторской бригадой и других причин, не зависящих от работников локомотивной службы, а также использование электровоза не по назначению считаются недобором.

Недодачей электровозов под грузовые поезда считается отмена выдачи локомотива, предусмотренной суточным планом вследствие незаконченного ремонта электровоза, недостатка локомотивных бригад, завышенного оборота и других причин, зависящих от работников локомотивной службы.

## Оборот электровоза

Время, затрачиваемое электровозом на обслуживание одной пары поездов на тяговом плече (включая время простоя электровоза в основном и оборотном депо под техническими операциями, на отдых бригад и на ожидание работы), называется полным оборотом.

В полный оборот не включается время нахождения электровоза в неэксплуатируемом состоянии в основном и оборотном депо или в пункте оборота.

Полный оборот электровоза в часах определяется как сумма времени его нахождения в пути и времени простоя в обоих депо или пунктах оборота и в распоряжении станции:

$$T = \frac{2L}{v_y} + t_{об} + t_{ос} \text{ час.},$$

где  $T$  — полный оборот в час.;

$2L$  — двойная длина тягового плеча в км;

$v_y$  — участковая скорость в км/час;

$t_{об}$  — время простоя электровоза (моторвагонного электропоезда) в часах под техническими операциями, в ожидании отдыха бригад, работы и на станционных путях оборотного депо;

$t_{ос}$  — время простоя электровоза (моторвагонного электропоезда) в часах в распоряжении станции основного депо и в основном депо под техническими операциями и в ожидании работы.

Время нахождения электровоза в распоряжении службы движения называется эксплуатационным оборотом. Эксплуатационный оборот равен времени работы электровоза от момента прохода им контрольного поста при выходе из основного депо до прохода контрольного поста при заходе его в основное депо и меньше полного оборота на время простоя электровоза в основном депо под техническому осмотру, экипировке и в ожидании работы:

$$T_{э} = T - t_{ос} \text{ час.},$$

где  $T_{э}$  — эксплуатационный оборот в час.;

$t_{ос}$  — время простоя электровоза в час. в основном депо под техническими операциями и в ожидании работы.

Норма полного оборота электровозов определяется графиком оборота электроподвижного состава и задаётся на весь период действия графика движения поездов для каждого депо по плечам обслуживания, а также в среднем по депо по составным элементам.

## Определение потребности в электроподвижном составе

Потребность в эксплуатируемом парке электровозов и моторвагонных секций определяется:

для электровозов

$$N_{э} = kn,$$

для моторвагонных секций

$$N_{э} = kpr,$$

где  $k$  — коэффициент потребности, выражающий собой число локомотиво-суток, необходимое для обслуживания одной пары поездов и равное:

$$k = \frac{T}{24};$$

$n$  — число пар поездов в сутки;

$p$  — число электросекций в поезде.

## Среднесуточный пробег электровозов и моторвагонных секций

Количество километров, которое пробегает электровоз или моторвагонная секция в среднем за сутки, называется среднесуточным пробегом.

Если известен эксплуатационный парк и общий пробег, выполненный им за сутки, то среднесуточный пробег электровозов  $S$  или моторвагонных секций определяется:

$$S = \frac{W}{N_s},$$

где  $W$  — общий суточный пробег электровозов в голове поезда, двойной тягой и при одиночном следовании в км;

$N_s$  — количество электровозов или моторвагонных секций в локомотивосутках, занятых в поездной работе (без учёта толкачей).

В том случае, если известна длина тягового плеча  $L$  и величина полного оборота  $T$ , то среднесуточный пробег можно определить по формуле:

$$S = \frac{48 L}{T} \text{ км.}$$

#### Техническая и участковая скорость

Количество километров в час, которое в среднем приходится на один электровоз или моторвагонный электропоезд при следовании с поездом в чистом движении (без учёта стоянок на промежуточных станциях), называется технической скоростью. Средняя техническая скорость, выполняемая электровозами или моторвагонными секциями с поездами, определяется по формуле:

$$v_n = \frac{2Ln}{t_d} \text{ км/час,}$$

где  $2Ln$  — поездо-километры, определяемые как произведение двойной длины плеча на число пар поездов;

$t_d$  — время в часах в чистом движении, за которое электровозы или моторвагонные поезда пробежали  $2Ln$  поездо-километров.

Количество километров и время, затраченное на резервный пробег, в расчёт не принимаются.

При определении  $t_d$  принимается время фактического занятия перегона с учётом всех вынужденных остановок на перегонах (неисправность локомотива, вагона, предупреждение, задержка у входных и проходных сигналов и др.).

При определении участковой скорости принимается общее время следования электровоза с поездом (моторвагонного электропоезда) с учётом остановок на промежуточных станциях:

$$v_y = \frac{2Ln}{t_d + t_{nc}} \text{ км/час,}$$

где  $t_{nc}$  — время стоянки электровозов или моторвагонных секций с поездами на промежуточных станциях.

Отношение участковой скорости к технической называется коэффициентом скорости:

$$\kappa_c = \frac{v_y}{v_n}.$$

Средний вес поезда  $Q_{cp}$  определяется из отношения выполненной работы локомотивами, приписанными к данному депо или дороге, к поездо-километрам:

$$Q_{cp} = \frac{A}{2Ln} m,$$

где  $A$  — выполненная работа электровозами в ткм брутто (или нетто).

Средний вес поезда  $Q'_{cp}$ , приходящийся на один электровоз, определяется из отношения выполненной работы локомотивами к пробегу всех электровозов с поездами одиночной и кратной тягой (без учёта резервного пробега):

$$Q'_{cp} = \frac{A}{W'} m,$$

где  $W'$  — электровозо-километры, выполненные электровозами с поездами (без учёта резервного пробега).

#### Коэффициент выполнения весовой нормы поездов

Коэффициент выполнения весовой нормы поездов  $\kappa_m$  характеризует использование мощности и силы тяги электровоза и определяется как отношение среднего веса поезда к весу поезда, установленному в графике движения, исходя из силы тяги локомотива и профиля пути, с учётом максимального использования кинетической энергии поезда и опыта работы машинистов-тяжеловесников:

$$\kappa_m = \frac{Q_{cp}}{Q_z},$$

где  $Q_{cp}$  — средний вес поезда в т, фактически выполненный;

$Q_z$  — вес поезда, установленный графиком движения поездов.

Коэффициент одиночного (резервного) пробега электровозов  $\beta_0$  характеризует использование электровоза в полезной работе и определяется:

$$\beta_0 = \frac{W_0}{W},$$

где  $W_0$  — одиночный (резервный) пробег электровозов за какой-либо период;

$W$  — общий пробег электровозов за тот же период (с учётом резервного).

Производительность электровоза  $a$  показывает среднюю работу, выполненную одним локомотивом за определённый период, и определяется по формуле:

$$a = \frac{Q2Ln}{N_s} \text{ ткм,}$$

где  $N_s$  — электровозы, участвующие в поездной работе.

Производительность электровоза, приходящаяся на единицу силы тяги или мощности  $a'$ , определяется:

$$a' = \frac{Q2Ln}{F_{\kappa} N_s}; \quad a' = \frac{Q2Ln}{PN_s},$$

где  $F_{\kappa} N_s$  — сила тяги всех электровозов, участвующих в поездной работе, в т;

$PN_s$  — мощность всех электровозов, участвующих в поездной работе, в л. с. или квт.

Коэффициент использования силы тяги электровоза  $\gamma$  характеризует использование его касательной силы тяги и определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{Q_{cp}}{Q_p},$$

где  $Q_p$  — расчётный вес поезда для данного участка и серии локомотива.

Весы составов для различных расчётных подъёмов и серий электровозов указаны в табл. 2.

Таблица 2

Весы составов для различных расчётных подъёмов и серий электровозов

Крутизна подъёма в тысячных	Весы составов в т на смешанном сцеплении, допускаемых к троганию с места без отцепки для электровозов серий		Расчётные веса составов в т для различных подъёмов электровозов серий (без учёта нагревания двигателей сверх нормы)		
	ВЛ22М	ВЛ19	Н8	ВЛ22М	ВЛ19
4	3 400	3 050	7 600	5 800	5 350
5	3 050	2 700	6 400	4 800	4 450
6	2 800	2 450	5 600	4 200	3 850
7	2 500	2 200	5 000	3 750	3 400
8	2 250	2 000	4 400	3 350	3 000
9	2 000	1 800	4 000	3 050	2 750
10	1 850	1 650	3 600	2 750	2 500
11	1 700	1 500	3 400	2 500	2 300
12	1 600	1 400	3 100	2 350	2 100
13	1 500	1 300	2 900	2 200	1 950
14	1 400	1 200	2 700	2 050	1 800
15	1 300	1 150	2 500	1 900	1 700
16	—	—	2 400	1 800	1 600
17	—	—	2 250	1 700	1 500
18	—	—	2 150	1 600	1 450
19	—	—	2 050	1 500	1 350
20	—	—	1 950	1 450	1 300

Время полезной работы электровозов или моторвагонного электропоезда (время нахождения его в движении), совершающего производственную работу, определяется по формуле:

$$T_n = \frac{S}{v_m} \text{ час.},$$

где  $S$  — среднесуточный пробег;

$v_m$  — техническая скорость.

Коэффициент полезной работы локомотива в процентах определяется:

$$\kappa = \frac{T_n}{24} 100\%.$$

### ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ И ОБОРОТА ЛОКОМОТИВОВ

График движения поездов должен предусматривать максимальное использование локомотивов, а также пропускной и провозной способности участков. Он разрабатывается исходя из планируемого грузопотока с учётом достижений передовых машинистов, составителей поездов, диспетчеров и других основных профессий работников железнодорожного транспорта, связанных с движением поездов.

До разработки графика движения на дорогах составляются или корректируются тонно-километровые диаграммы с указанием мак-

симального веса состава для каждого перегона с учётом профиля пути, максимального использования кинетической энергии поезда и силы тяги действующих или намечаемых серий локомотивов и достижений машинистов-тяжеловесников.

Тонно-километровые диаграммы составляются в соответствии с правилами производства тяговых расчётов и инструктивных указаний МПС с разработкой эффективных предложений по освоению весовых норм, которые после утверждения начальником дороги направляются в МПС.

При необходимости установленные веса поездов проверяются по условиям нагревания тяговых двигателей с нанесением кривой температуры нагревания.

Тонно-километровые диаграммы дорог по отдельным тяговым плечам в Министрстве путей сообщения обрабатываются и обобщаются по направлениям, по которым и определяются унифицированные весовые нормы поездов и меры по их освоению.

В качестве мероприятий рекомендуется принимать: введение подталкивания (на весь перегон, часть перегона, разгонное) или кратной тяги, применение более мощных серий электровозов, переход на лимитирующем подъёме с ослабленного на полное поле параллельного соединения тяговых двигателей, смягчение профиля пути и др.

Для разработки графика движения МПС устанавливаются унифицированные весовые нормы составов по наиболее грузонапряжённым направлениям, исходя из планируемых грузопотоков, пропускной способности участков, длины приёмо-отправочных путей и прочих условий эксплуатации.

Вес составов для остальных линий устанавливается управлением дорог с учётом полного использования мощности локомотивов и опыта работы передовых машинистов.

По заданным или установленным весовым нормам поездов и сериям локомотивов производятся тяговые расчёты (кривые скорости и времени) с учётом выполнения установленных допускаемых скоростей и предупреждений по состоянию пути, на основании которых определяются перегонные времена хода.

Кривые скорости и времени строятся для различных режимов ведения поезда (с остановками и без остановок на промежуточных станциях), на основании которых определяются времена хода по отдельным перегонам. Эти времена хода проверяются опытным путём и утверждаются начальником дороги или его заместителем.

По установленным перегонным временам хода строится график движения поездов, при этом вначале прокладываются пассажирские поезда дальнего следования, затем пассажирские пригородные, грузоускоренные и грузовые поезда.

Время подхода и отправления поездов на стыковых станциях согласовывается с соседними дорогами.

Одновременно с разработкой графика движения поездов составляется график оборота электровозов и моторвагонных секций. Графиком оборота определяется план работы электровозов и локомотивных бригад. Он предусматривает полное обеспечение поездов

электроподвижным составом, нормальные условия работы и отдыха локомотивных бригад и высокое использование локомотивов. График оборота составляется с учётом обеспечения норм времени простоя локомотивов в основном и оборотном депо под техническими операциями и на станциях основного и оборотного депо по прибытию и отправлению.

Нормы времени устанавливаются исходя из местных условий и оснащённости экипировочных устройств, с учётом достижений передовых машинистов.

Примерные нормы времени для электровозов под техническими операциями приведены в табл. 3.

Таблица 3

Примерные нормы времени в минутах простоя электровозов под техническими операциями

Наименование операций	На станции основного депо		На станции оборотного депо	
	при работе полевой системе	при работе по плечевой системе	при работе бригад без отдыха	при работе бригад с отдыхом
Приёмка, сдача и экипировка электровоза . . . . .	20	20—30	—	15
Проследование электровоза из депо на контрольный пост	—	2—5	—	2—5
Проследование электровоза под поезд, прицепка, проба тормозов и отправление с поездом . . . . .	—	15—20	20—30	15—20

При составлении графика оборота локомотивов используются все возможности для повышения их среднесуточного пробега и обязательного обеспечения нормальных условий работы и отдыха локомотивных бригад.

В качестве таких возможностей рекомендуется изменять время отправления и прибытия поездов, сокращать продолжительность технических операций электровозов против установленных норм, отправлять локомотивы с грузовыми поездами без захода электровозов в депо и т. д.

Для составления графика оборота грузовых электровозов и подсчёта необходимых данных (время в пути, продолжительность остановок на промежуточных станциях, время простоя на станциях основного и оборотного депо, время работы бригад и т. д.) служат ведомости оборота локомотивов по оборотному и основному депо.

При составлении графика оборота необходимо обеспечить снижение полного оборота электровозов, для чего необходимо добиваться соблюдения установленных норм простоя электровозов под техническими операциями и снижения до минимума времени на ожидание работы, которое составляет разницу фактического простоя электровоза в основном и оборотном депо к установленной норме.

В графике также предусматривается заход электровозов на контрольный технический осмотр.

## РАСЧЁТ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

Непрерывная продолжительность работы локомотивных бригад складывается из основного и дополнительного времени.

К основному времени относится время, в течение которого бригада находится в пути.

Дополнительным называется время, которое необходимо бригаде для технических операций, и время на ожидание работы.

Время работы бригад при следовании с поездом от станции основного депо до станции оборотного депо (туда) с отдыхом в пунктах оборота  $t_m$  определяется по формуле:

$$t_m = \frac{L}{v_y} + t_n + t_{co} + t'_{cn} + t'_{cd},$$

где  $t_n$  — время на технические операции электровоза в основном депо (приёмка и экипировка);

$t_{co}$  — время нахождения электровоза на станционных путях основного депо при отправлении;

$t'_{cn}$  — время нахождения электровоза на станционных путях оборотного депо по прибытию;

$t'_{cd}$  — время, необходимое на сдачу электровоза дежурному по оборотному депо.

Время работы бригад при следовании с поездом со станции оборотного депо на станцию основного депо (обратно)  $t_o$  определяется:

$$t_o = \frac{L}{v_y} + t'_n + t'_{co} + t_{cn} + t_{cd},$$

где  $t'_n$  — время на приёмку электровоза после отдыха бригады;

$t'_{co}$  — время нахождения электровоза на станционных путях на станции оборотного депо при отправлении;

$t_{cn}$  — время нахождения электровоза на станционных путях основного депо по прибытию;

$t_{cd}$  — время, необходимое на сдачу электровоза в основное депо.

Время работы локомотивной бригады за один оборот электровоза ( $t_\sigma$ ) определяется:

$$t_\sigma = t_m + t_o.$$

Время работы локомотивных бригад за один оборот электровоза без отдыха в оборотном депо будет равно:

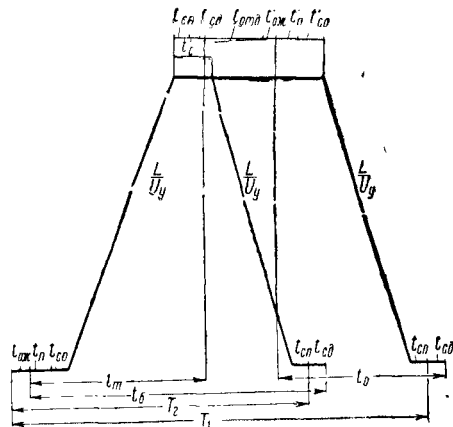
$$t_\sigma = \frac{2L}{v_y} + t_n + t_{co} + t'_c + t_{cn} + t_{cd}.$$

где  $t'_c$  — время нахождения электровоза на станции оборотного депо с учётом ожидания работы.

Данная формула действительна в случае, если электровоз не экипируется в пункте оборота.

При экипировке добавляется время, необходимое для набора песка.

На фиг. 6 показаны схемы оборота электровоза и продолжительность работы локомотивных бригад с отдыхом и без отдыха их в оборотном депо.



Фиг. 6. Схема оборота электровоза:

- $T_1$  — оборот электровоза с отдыхом локомотивных бригад в пункте оборота;
- $T_2$  — оборот электровоза без отдыха локомотивных бригад в пункте оборота;
- $t'_{ож}$  — время на отдых бригад в пункте оборота;
- $t'_{ож}$  — время на ожидание работы локомотивом в основном депо;
- $t'_{ож}$  — время на ожидание работы локомотивом в оборотном депо.

### ПОДТАЛКИВАНИЕ ПОЕЗДОВ

Для повышения веса поезда на всём направлении и увеличения в связи с этим его провозной способности в графике движения на отдельных трудных по профилю перегонах устанавливается подталкивание поездов с постановкой электровоза в голову или в хвост поезда. При подталкивании пассажирских и людских поездов электровозы-толкачи, как правило, ставятся в голову поезда.

С разрешения Министерства путей сообщения, как исключение, допускается подталкивание с хвоста пассажирских поездов, сформированных из цельнометаллических вагонов. Грузо-пассажирские и людские поезда можно подталкивать с хвоста только в том случае, если вагоны, занятые людьми, имеют прикрытие не менее чем 6 осей.

Подталкивание грузовых поездов производится, как правило, с хвоста, кроме перегонов с перевалистым профилем пути, где возможно отставание и набегание толкача на хвост поезда.

На таких перегонах, а также при ограниченной видимости сигналов (до 50—60 м), из-за неблагоприятных условий погоды (туман, буря, метель и т. п.) подталкивание производится с постановкой электровоза-толкача в голову с предварительным полным опробованием автотормозов поезда.

На перегонах со сплошными затяжными подъемами, требующих повышения пропускной способности, допускается подталкивание в хвост поезда сходу без остановки поезда на станции для подхода толкача.

При этом машинисту толкача должна быть обеспечена непрерывная видимость сигналов

поезда с момента выхода толкача с места стоянки до подхода его к поезду со скоростью следования не выше 25 км/час. Место стоянки толкачей должно обеспечивать немедленный выход его для подталкивания после освобождения поездом выходной стрелки с пути стоянки толкача.

На месте начала и конца подталкивания устанавливаются предупредительные сигнальные знаки «Начало толкания» и «Конец толкания». Машинист толкача не имеет права останавливать или возвращать электровоз обратно ранее установленного знака «Конец толкания».

После окончания подталкивания электровоз-толкач следует за поездом на расстоянии, необходимом для остановки толкача перед внезапно остановившимся поездом.

Толкачи, возвращающиеся с перегона после подталкивания, принимаются обратно на станции с проводником по открытому сигналу на свободный путь.

На перегонах с перевалистым профилем пути подталкивание грузовых поездов, сформированных из гружёных четырёхосных вагонов, оборудованных автосцепкой, можно производить с прицепкой толкача в хвост поезда. В этом случае автотормоза подталкивающего электровоза включаются в общую тормозную сеть поезда и перед отправлением производится сокращённая проба тормозов от ведущего локомотива.

В случае подталкивания в хвост поезда режим управления электровозами устанавливает машинист ведущего локомотива, который свои указания об изменениях режима ведения поезда передаёт при помощи радиосвязи или установленных сигналов свистком.

После получения сигнала машинист электровоза-толкача повторяет его и изменяет режим ведения поезда.

Машинист ведущего электровоза изменяет режим ведения поезда после получения ответного сигнала машиниста толкача.

В том случае, когда необходимо немедленно остановить поезд, машинист ведущего электровоза применяет тормоза до подачи установленного сигнала.

С отдельного пункта электровозы-толкачи к месту стоянки возвращаются одиночным порядком, сплоткой или с поездами; при этом в сплотке должно быть не более 5 электровозов, автотормоза которых включаются в общую тормозную сеть сплотки. В недействующих электровозах пантографы должны быть опущены, реверсор находится в среднем положении, главный разъединитель и отключатели тяговых двигателей отключены. В зимнее время, при снегопаде и метелях, вентиляционные отверстия заглушаются специальными заглушками или на тяговые двигатели устанавливаются снегозащитные капоты.

При возвращении с поездом электровоз-толкач ставится в голову поезда и до отправления производится сокращённая проба автотормозов. В этом случае управление локомотивов осуществляет машинист подталкивающего локомотива. На электровозы-толкачи назначаются опытные машинисты, имеющие стаж поездной работы не менее 2 лет, хорошо знающие профиль пути обслуживаемого участка.

## ПОРЯДОК ВОЖДЕНИЯ СДВОЕННЫХ ПОЕЗДОВ

Для увеличения провозной способности участков устанавливается обращение сдвоенных поездов.

Порядок обращения и вес таких поездов, следующих по двум или более дорогам, устанавливается МПС и в пределах одной дороги — начальником дороги.

Длина сдвоенных поездов, как правило, не должна превышать полезной длины приёмно-отправочных путей на участке их обращения. Начальники дорог имеют право в пределах дороги увеличивать длину сдвоенного поезда до полезной длины двух приёмно-отправочных путей раздельных пунктов с обязательным установлением порядка следования таких поездов по участкам.

В сдвоенные поезда вагоны с винтовой упряжкой в количестве не более одной трети состава по длине (в осях) ставятся в хвост поезда. Сцепление локомотива с составом должно быть на автосцепке; локомотивы между собой могут соединяться двухзвенной цепью.

Объединение двух одиночных составов на промежуточных станциях допускается при условии постановки вагонов с винтовой упряжкой в хвост поезда.

Сдвоенные поезда, как правило, обслуживаются электровозами, соединёнными по системе многих единиц электрическими цепями управления.

При небольших размерах движения сдвоенных поездов или при следовании их не по всему тяговому плечу для улучшения использования локомотивов допускается работа электровозов со сдвоенными поездами, не соединённых по системе многих единиц.

В этом случае для обеспечения слаженной и взаимно согласованной работы первого и второго электровозов машинисты должны выполнять следующие дополнительные условия.

1. Подход электровоза к составу производится машинистом второго локомотива с особой осторожностью. После прицепки к поезду машинисты обоих электровозов проверяют правильность сцепления между собой локомотивов, а также правильность соединения рукавов воздушной магистрали и положение ручек концевых кранов на электровозах и на первом по ходу поезда вагоне. Комбинированный кран на втором локомотиве перекрывается, в чём убеждается лично машинист первого локомотива. Полное опробование автотормозов поезда производится машинистом первого локомотива.

2. При взятии поезда с места машинист первого электровоза переводит реверсор по направлению предстоящего движения и плавно переводит главную рукоятку контроллера. Машинист второго локомотива приводит в движение свой электровоз только после получения сигнала с ведущего локомотива и своего ответного сигнала.

При извлечении поезда с места рукоятки контроллеров машиниста обоих локомотивов переводятся в нулевое положение, затем машинист первого электровоза плавно сжимает головную часть поезда и, выждав необходимое время для возможной отяжки хвостовых вагонов, берёт поезд с места.

3. Управление поездом и тормозами осуществляет машинист первого локомотива. О всех изменениях в режиме ведения поезда машинист первого электровоза сообщает машинисту второго электровоза установленным сигналом. Машинист второго локомотива изменяет режим ведения поезда только после получения сигнала с ведущего электровоза и своего ответного сигнала.

4. При остановке поезда машинист второго электровоза по сигналу машиниста первого локомотива поезда бригады «тормозить» приводит в действие вспомогательный тормоз электровоза.

При ведении сдвоенного поезда с подталкиванием в хвост машинист подталкивающего локомотива изменяет режим ведения поезда только по сигналу машиниста ведущего электровоза, предварительно повторив его.

Машинист ведущего электровоза, передавая сигнал об изменении режима управления локомотивом, изменяет его только по получении подтверждающих сигналов машинистов толкача и второго локомотива.

## ЛОКОМОТИВНЫЕ БРИГАДЫ ЭЛЕКТРОВОЗНОЙ И МОТОРВАГОННОЙ ТЯГИ

### Состав локомотивных бригад и их комплектование

Каждый электровоз или моторвагонный состав обслуживается прикреплёнными бригадами.

Электровозная бригада состоит из двух человек — машиниста и помощника машиниста. При работе двух электровозов, соединённых по системе многих единиц, численность бригад может увеличиться до трёх человек — машиниста и двух его помощников.

Моторвагонная бригада состоит из двух лиц — машиниста и его помощника или только из одного машиниста, в зависимости от числа секций в составе, назначения поезда (пригородный, местный) и наличия на электросекциях устройств автоматической остановки на случай внезапной потери машинистом способности к ведению поезда.

Для обеспечения содержания электровозов и моторвагонных секций в исправном состоянии один машинист из числа прикреплённых к электровозу или моторвагонному составу назначается старшим.

При назначении на должность машинисты и помощники машинистов проходят медицинское освидетельствование и проверяются в знании Правил технической эксплуатации и Инструкций по сигнализации и движению поездов, должностной инструкции и руководств, правил техники безопасности при ремонте и эксплуатации электроподвижного состава, Устава о дисциплине и технических знаний в объёме, установленном специальным указанием МПС. Ежегодно локомотивные бригады проходят проверочные испытания технических знаний и не реже одного раза в 3 года — медицинское освидетельствование.

Машинисты, имеющие перерыв в работе по своей специальности более 6 месяцев, при назначении на должность машиниста должны пройти теоретические и практические проверочные испытания.



Вновь поступающие машинисты, а также машинисты, которые переводятся для работы на другой участок или имеющие перерыв в работе на данном участке свыше 6 месяцев, делают не менее пяти поездок дублёрами, чтобы ознакомиться с профилем пути и расположением станционных путей и путевых сигналов и допускаются к самостоятельной работе только после положительного письменного заключения машиниста-инструктора.

### ПОРЯДОК ПОЛУЧЕНИЯ СВИДЕТЕЛЬСТВА НА ПРАВО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОМ И МОТОРВАГОННЫМ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОМ

К государственному экзамену на должность машиниста электровоза и моторвагонного электропоезда допускаются лица, выполнившие требования, указанные в табл. 4, и имеющие квалификацию слесаря по ремонту оборудования электроподвижного состава не ниже 5 разряда, выдержавшие практические испытания по управлению электровозом или моторвагонным электропоездом по всему тяговому плечу, но не менее 100 км.

Таблица 4

Требования, предъявляемые для получения свидетельства на право управления локомотивом

Категории работников	Пробег в км с поездами в качестве действующего помощника машиниста
Для всех лиц . . . . .	50 000
Для лиц, окончивших трёхгодичные школы электровозных (моторвагонных) машинистов . . . . .	24 000
Транспортные техникумы тяговой специальности . . . . .	24 000
Транспортные институты тяговой специальности . . . . .	12 000
Для паровозных машинистов, переквалифицирующихся, при организованной подготовке:	
в электровозные . . . . .	6 000
в моторвагонные . . . . .	6 000
При индивидуальной подготовке:	
в электровозные . . . . .	15 000
в моторвагонные . . . . .	15 000
Для моторвагонных машинистов, переквалифицирующихся в электровозные . . . . .	15 000
Для тепловозных машинистов, переквалифицирующихся в электровозные . . . . .	6 000
в моторвагонные . . . . .	6 000

Государственный экзамен производится комиссией в составе начальника службы локомотивного хозяйства или его заместителя (председатель), начальника отдела ремонта службы локомотивного хозяйства, старшего ревизора службы движения или ревизора движения, заместителя начальника службы сигнализации и связи, старшего инженера-инструктора по авто тормозам службы локомотивного хозяйства и представителя дорожного ревизора по безопасности движения.

Сдача государственного экзамена производится по Правилам технической эксплуатации и инструкциям по сигнализации и движению поездов, устройству электровоза или

моторвагонной секции и работе его ответственных узлов; правилам текущего ремонта, ухода и содержания электровозов, моторвагонных электросекций в депо и умению предупреждать и устранять в пути следования возникшие неисправности локомотива; устройству, действию и управлению автоматическими и электропневматическими тормозами; должностной инструкции локомотивной бригады; действующим инструкциям и приказам по безопасности движения поездов и технике безопасности для локомотивных бригад при эксплуатации и ремонте электроподвижного состава; Уставу о дисциплине.

Для паровозных машинистов, которые переквалифицируются в машинистов электровозов или моторвагонных электропоездов, допускается езда с поездами в качестве второго (недействующего) машиниста.

Помощники машиниста до сдачи теоретических испытаний в дорожной квалификационной комиссии подвергаются предварительным теоретическим испытаниям в комиссии локомотивного депо под председательством начальника депо или главного инженера и при участии инженера по ремонту электроподвижного состава, машиниста-инструктора и помощника ревизора по безопасности отделения железной дороги.

После сдачи предварительных теоретических испытаний и практического испытания в умении управлять локомотивом помощники машиниста направляются для теоретического испытания в дорожную квалификационную комиссию.

Свидетельства на право управления локомотивом, выданные одной из железных дорог, действительны на всей сети железных дорог Союза ССР.

Изменение установленных требований допускается только с разрешения МПС.

### Порядок повышения классности машинистов

Машинистам электровозов и моторвагонных электропоездов в зависимости от их квалификации, стажа и опыта работы устанавливаются 1, 2, 3 и 4-й классы.

Соответствующий класс устанавливается машинисту после сдачи государственного экзамена и выполнения следующих требований (табл. 5).

Государственный экзамен на присвоение звания машиниста 1-го и 2-го классов производится в объёме знаний, предъявляемых при сдаче теоретических испытаний на право управления локомотивом; при этом особое внимание должно быть обращено на знание правил заводского и текущего ремонта локомотивов и умение определять дефекты ремонта при приёмке локомотива.

Проверочные испытания на присвоение звания машиниста 3-го класса производится в объёме знаний, предъявляемых при сдаче экзаменов на право управления локомотивом и знаний правил заводского ремонта.

Отдельным машинистам, предложившим новые методы эксплуатации локомотивов и техники вождения поездов или добившихся в результате применения передовых методов труда отличных технико-экономических по-

Таблица 5

## Требования при установлении классности машинистам

Класс	Требования для присвоения классности	Где проходит государственный экзамен	Кем присваивается классность
1	Присваивается машинистам, имеющим общий стаж работы машинистом локомотива в поездах не менее 5 лет, а для инженеров и техников тяговой специальности — не менее 3 лет, работающим безаварийно в поездах в течение последних 2 лет, показавшим на практической работе умение отлично водить поезда, образцово ухаживать за локомотивом	В дорожной квалификационной комиссии	Начальником железной дороги
2	Присваивается машинистам, имеющим общий стаж работы машинистом локомотива в поездах не менее 3 лет, а для инженеров и техников тяговой специальности — не менее 2 лет, работающим безаварийно в течение последних 2 лет, показавшим на практической работе умение отлично водить поезда, образцово ухаживать за локомотивом	То же	Начальником службы локомотивного хозяйства дороги
3	Присваивается машинистам, имеющим общий стаж работы машинистом локомотива не менее 2 лет, а для инженеров и техников тяговой специальности — не менее 1 года, работающим безаварийно в течение последнего года	Проверочные испытания в комиссии при локомотивном депо	Начальником локомотивного депо
4	Устанавливается лицам, имеющим право на самостоятельное управление локомотивом и назначенным на работу машинистом локомотива	—	—

казателей работы локомотива, класс квалификации может быть присвоен досрочно.

В этом случае присвоение машинистам квалификации 1-го класса производится начальником Главного управления локомотивного хозяйства по представлению начальника дороги, присвоение квалификации 2-го класса — начальником дороги по представлению начальника службы локомотивного хозяйства и присвоение квалификации 3-го класса — начальником службы локомотивного хозяйства по представлению начальника локомотивного депо.

За паровозными машинистами 1-го и 2-го классов, переквалифицирующимися на машинистов электроподвижного состава, ранее присвоенный машинисту класс квалификации сохраняется в течение года с момента перехода на локомотив другого вида тяги.

#### Порядок назначения помощников машиниста и повышения их квалификации

На должность помощника машиниста электроподвижного состава назначаются лица, имеющие квалификацию слесаря по ремонту электроподвижного состава не ниже 5-го разряда, выдержавшие теоретические испытания и имеющие справку медицинского освидетельствования о пригодности к занимаемой должности.

Звание помощника машиниста 1-го класса присваивается помощникам машиниста, имеющим право управления электровозом или моторвагонным электропоездом и наездившим в поездах не менее 50 000 км, а для техников — 35 000 км. Помощники машиниста электровоза 1-го класса назначаются, как правило, на работу с курьерскими, скорыми и пассажирскими поездами, а также на мощные грузовые электровозы.

Звание помощника машиниста 2-го класса присваивается помощникам машиниста, наездившим в поездах и на манёврах не менее 40 000 км, а для техников — 25 000 км. Зва-

ние помощников машиниста 3-го класса присваивается всем остальным помощникам машиниста.

#### Порядок использования машинистов

Для соблюдения правильной очередности в использовании машинистов электровозов или моторвагонных электровозов начальником депо составляются списки старшинства машинистов и помощников машинистов с правами управления локомотивов.

Списки составляются в последовательности получения машинистами свидетельств на право управления локомотивом, с разбивкой по классности. После машинистов 4-го класса в списки вносятся помощники машинистов с правами управления.

Использование и перемещение машинистов на более ответственную работу (с вспомогательных видов работы на поездную, с грузовых электровозов на пассажирские и т. п.) производится согласно списку старшинства.

Исключение в установленной очередности допускается для особо отличившихся в работе машинистов по представлению старших машинистов и машинистов-инструкторов.

#### УХОД ЗА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ

##### Инструктаж локомотивных бригад перед поездкой

Каждый машинист, имеющий стаж работы в качестве машиниста менее одного года, перед отправлением с поездом обязательно проходит инструктаж.

Инструктирование локомотивных бригад перед поездкой производится согласно разработанному графику опытными, технически грамотными работниками депо, имеющими право управления электровозом или моторвагонным электропоездом.

Инструктаж производится в специально выделенной для этой цели комнате, оборудован-

ной необходимыми наглядными пособиями и электрическими схемами. В комнате должны находиться плакаты, литература и приказы.

Инструктирование производится в виде живой беседы, насыщенной конкретными примерами, с учётом создавшейся в данное время обстановки, индивидуальных особенностей бригад, состояния электровазов и моторвагонных секций.

### Приёмка и сдача электровазов и моторвагонного подвижного состава

Исключительно важное значение в обеспечении нормальной поездной работы имеет

постоянный и качественный уход локомотивной бригады за прикрепленным к ней электровазом или моторвагонным подвижным составом.

Осмотр электроподвижного состава бригады производит при его приёмке и сдаче, а также во время стоянок в пунктах основного и оборотного депо и на промежуточных станциях. Приёмка и сдача электровазов и моторвагонного состава производятся в основном депо или на станционных путях основного депо.

В табл. 6 приводится примерный перечень работ, выполняемый бригадами при приёмке и сдаче электроподвижного состава, и реко-

Таблица 6

Примерный перечень работ локомотивной бригады при приёмке и сдаче электровазов или моторвагонного состава

Машиниста	Помощника машиниста	Машиниста и помощника машиниста
<i>а) При приёмке и сдаче электроподвижного состава в депо или на смотровой канаве</i>		
1. Просмотреть книгу ремонта и при наличии записей проверить выполнение ремонта	1. Проверить по описи наличие и состояние инструмента, сигнальных принадлежностей, тормозных и накаточных башмаков, двухзвенных переходных цепей, противопожарного инвентаря, сигнальных принадлежностей и инвентаря по технике безопасности	1. Проверить действие ручного, вспомогательного, автоматического и электропневматического тормозов, а также выход штоков из тормозных цилиндров
2. Проверить состояние пантографов и другого крышевого оборудования, убедиться в отсутствии заедания в деталях пантографа и наличии смазки в шарнирах и на полозах	2. Проверить состояние, смазку и крепление деталей механического оборудования и состояние колёсных пар и, при необходимости, произвести регулировку тормозов	2. Проверить работу песочниц
3. Проверить состояние электрических машин, а также плотность закрывания коллекторных люков тяговых двигателей и вспомогательных машин	3. Убедиться в правильности установки междувагонных (при работе по системе многих единиц) и междувагонных соединений и моторвагонных секций	3. Устранить неисправности, обнаруженные при приёмке и сдаче электроподвижного состава
4. Проверить действие электрической аппаратуры и последовательность включения аппаратов (на слух) при моторном и тормозном режимах	4. Проверить наличие и состояние песка в песочницах электровазов	
5. Проверить подъём и опускание пантографов из рабочих кабин управления	5. Проверить действие звуковых и световых сигналов и освещение, а в зимнее время также и отопление	
6. Проверить работу вспомогательных машин из обеих рабочих кабин и убедиться в правильной регулировке регулятора давления, а также в отсутствии ненормальных утечек воздуха	6. Продуть воздушные резервуары и магистраль	
7. Проверить работу аккумуляторной батареи, регулятора напряжения и реле обратного тока		
8. Проверить работу силовой цепи из обеих кабин электровазов при положениях реверса «вперёд» и «назад»		
9. Проверить работу локомотивной сигнализации, автостона и радиосвязи		
<i>б) При приёмке и сдаче электроподвижного состава на станционных путях</i>		
1. Проверить состояние пантографов и другого крышевого оборудования, а также подъём и опускание пантографов из обеих рабочих кабин управления	1. Произвести наружный осмотр состояния и смазку ходовых частей	1. Проверить действие ручного, вспомогательного, автоматического и электропневматического тормозов
2. Проверить состояние и работу вспомогательных машин	2. Проверить наличие и состояние песка в песочных ящиках	2. Проверить работу песочниц
3. Проверить состояние и действие электрической аппаратуры и измерительных приборов	3. Проверить наличие смазочного и обтирочного материала, инструмента, сигнальных принадлежностей, противопожарного и другого инвентаря	3. Устранить неисправности, обнаруженные при приёмке и сдаче электроподвижного состава
4. Проверить работу локомотивной сигнализации, автостона и радиосвязи	4. Проверить действие звуковых и световых сигналов, освещения и отопления	

Таблица 7

## Перечень смазок для деталей электроподвижного состава

Наименование смазываемых деталей	Смазки			
	летом		зимой	
	основные	заменители	основные	заменители
Моторно-якорные и моторно-осевые подшипники скользящего трения	Индустриальное масло «45», ГОСТ 1707-51	Индустриальное масло 50, ГОСТ 1707-51. Моторное масло Т, ГОСТ 1519-42	Индустриальное масло «30», ГОСТ 1707-51	Смесь индустриального масла «45» и «12» в равных пропорциях, ГОСТ 1707-51
Буксовые подшипники скользящего трения (электровозные)	Осевое масло Л, ГОСТ 610-48	—	Осевое масло 3 или С, ГОСТ 610-48	—
Моторно-якорные подшипники качения	Консистентная смазка «1-13», ГОСТ 1631-52	—	Консистентная смазка «1-13», ГОСТ 1631-52	—
Буксовые подшипники качения	Консистентная смазка «1-13», ГОСТ 1631-52	Консталин, ГОСТ 1957-43	Консистентная смазка «1-13», ГОСТ 1631-52	Консталин, ГОСТ 1957-43
Зубчатая передача тягового двигателя	Трансмиссионное автотракторное масло «летнее», ГОСТ 542-50	Цилиндровое масло 24, ГОСТ 18451-51	Трансмиссионное автотракторное масло «зимнее», ГОСТ 542-50	Смесь 70% автола 6, ГОСТ 1862-42 и 30% солидола УС-2 или солидола УС-3, ГОСТ 1033-51
Смазка деталей механического оборудования электровозов:	Осевое масло Л, ГОСТ 610-48	—	Осевое масло 3 и С, ГОСТ 610-48	—
а) буксовые направляющие				
б) опоры кузовов				
в) подпятники				
г) трущиеся детали рычажной тормозной передачи и шарниры рессор				
д) стержни буферов				
е) антифрикционные диски				
ж) детали сочленения тележек				
з) детали ручного тормоза	Жировой солидол УС-2 или УС-3, ГОСТ 1033-51	—	Жировой солидол УС-2 или УС-3, ГОСТ 1033-51	—
и) подвески тяговых двигателей				
к) скользуны				
Смазка деталей механического оборудования моторвагонных секций:				
а) скользуны и детали люлечного подвешивания	Индустриальное масло Л, ГОСТ 1707-51 или осевое масло Л, ГОСТ 610-48	—	Индустриальное масло 3 или С, ГОСТ 1707-51 или осевое масло 3 или С, ГОСТ 610-48	—
б) буксовые и челюстные наливники				
в) пятники				
г) опоры рессорного подвешивания				
д) детали колонки ручного тормоза				
е) подвески тяговых двигателей	Жировой солидол УС-1, УС-2 или УС-3, ГОСТ 1033-51	—	Жировой солидол УС-1, УС-2 или УС-3, ГОСТ 1033-51	—
ж) детали упругих переходных площадок				
з) роликовые скользуны				
Картер компрессора электровоза и моторных вагонов	Компрессорное масло Т, ГОСТ 1861-44	—	Компрессорное масло М, ГОСТ 1861-44	Смесь турбинного масла Л, ГОСТ 32-47 и компрессорного масла Т, ГОСТ 1861-44 или компрессорного масла М, ГОСТ 1861-44 в равных пропорциях
Подшипники скольжения вспомогательных машин	Индустриальное масло «45», ГОСТ 1707-51	Индустриальное масло 50, ГОСТ 1707-51 или моторное масло Т, ГОСТ 1519-42	Индустриальное масло «30», ГОСТ 1707-51	Смесь индустриального масла «45» и «12» в равных пропорциях, ГОСТ 1707-51
Подшипники качения вспомогательных машин	Консистентная смазка «1-13», ГОСТ 1631-52	Консталин, ГОСТ 1957-43 (в исключительных случаях)	Консистентная смазка «1-13», ГОСТ 1631-52	Консталин, ГОСТ 1957-43 (в исключительных случаях)

Продолжение

Наименование смазываемых деталей	Смазки			
	л е т о м		з и м о й	
	основные	заменители	основные	заменители
Подшипники качения и зубчатая передача аппаратов	Консистентная смазка «1—13», ГОСТ 1631—52	Консталин, ГОСТ 1957—43 (в исключительных случаях)	Консистентная смазка «1—13», ГОСТ 1631—52	Консталин, ГОСТ 1957—43 (в исключительных случаях)
Полосы токоприёмника	Смесь 67% солидола УС-2 или УС-3 и 33% графита	—	Смесь 67% солидола УС-2 или УС-3 и 33% графита	—
Шарниры рам токоприёмников	Солидол УС-1, УС-2 или УС-3, ГОСТ 1033—51	—	Солидол УС-1, УС-2 или УС-3, ГОСТ 1033—51	—
поверхность кожаных манжет	Вазелиновое масло МВН	—	Вазелиновое масло МВН	—
цилиндры пневматических аппаратов		—		—
шарниры аппаратов и реле		—		—
оси стеклоочистителей	Жёлтый вазелин, ГОСТ 782—47 (тонким слоем)	—	Жёлтый вазелин, ГОСТ 782—47 (топким слоем)	—
оси регуляторов давления		—		—
Поверхность ножей отключателей моторов, разъединителей главной и вспомогательных цепей		—		—
алюминиевые рычаги быстросействующего выключателя	Прожировочный состав № 12, ТУ МПС 1949 г.	—	Прожировочный состав № 12, ТУ МПС 1949 г.	—
контактные поверхности аппарата (сегменты и пальцы)		—		—
перемычки аккумуляторных батарей		—		—
Дожировка и прожировка кожаных манжет и прокладок электропневматических аппаратов	Прожировочный состав № 40, ТУ МПС 1949 г.	—	Прожировочный состав № 40, ТУ МПС 1949 г.	—
Прожировка кожаных манжет и прокладок тормозных цилиндров		—		—

мендуемое распределение обязанностей между машинистом и помощником машиниста.

Локомотивная бригада должна организовать свой труд так, чтобы производить приёмку и сдачу электроподвижного состава в установленное время и своевременно обеспечить поезд исправным электровозом или моторвагонным подвижным составом.

Последовательность операций по приёмке, сдаче и экипировке электровоза и моторвагонного подвижного состава устанавливается начальником депо исходя из оснащённости депо.

#### Организация ухода за электроподвижным составом

Большое значение в обеспечении качественного ухода за электроподвижным составом имеет правильная организация труда всех членов бригад.

Долголетний опыт показал, что для обеспечения качественного ухода и содержания электроподвижного состава в эксплуатации старшему машинисту необходимо распределить его оборудование между всеми членами бригады, возложив на них ответственность за его содержание, и постоянно контролировать выполнение работ по его осмотру.

Для проведения профилактических осмотров бригадами прикрепленного оборудования предварительно разрабатываются карты по уходу за электровозом, в которых кратко

описываются работы по каждому узлу и сроки их производства.

Профилактические осмотры бригады производят в свободное от ведения поезда время (приёмка и сдача, ожидание работы, экипировка, стоянка на станциях основного и оборотного депо, а также на промежуточных станциях и т. д.).

#### Смазка трущихся частей электроподвижного состава

Особенное внимание смазыванию трущихся деталей должно уделяться в зимнее время, когда под влиянием низкой температуры повышается вязкость смазки и затрудняется её проход по маслопроводам.

Поэтому в зимнее время фитили у всех подшипников делаются слабее, а перед постановкой тщательно промываются в керосине и пропитываются в масле.

Заправку всех смазочных приборов и устройств в зимнее время производят предварительно подогретой смазкой, чем значительно уменьшается вязкость смазки и облегчается подача её в подшипники и другие трущиеся части электровоза.

Смазки и масла для смазывания трущихся частей электровозов должны быть предварительно проверены в химической лаборатории. Рекомендуется применять смазки и масла, приведённые в табл. 7.

## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

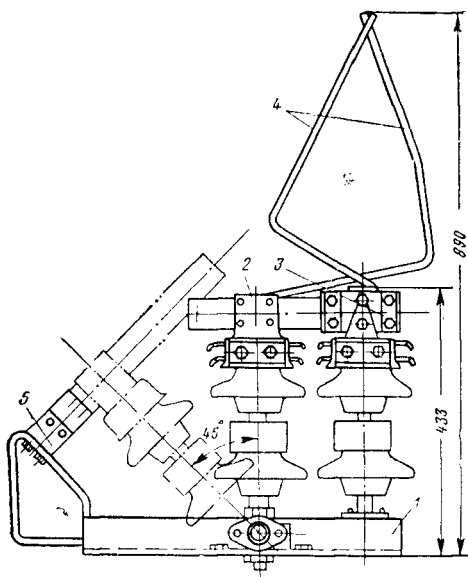
### Ввод электроподвижного состава в депо

Электровозы вводятся в депо под высоким (1 500 или 3 000 в) или при пониженном напряжении (250—400 в).

Моторвагонные секции вводятся в депо только под высоким напряжением.

При вводе электроподвижного состава в депо под высоким напряжением над канавами подвешиваются контактные провода. Напряжение в контактный провод подаётся мачтовым разъединителем (фиг. 7), устанавливаемым наверху у ворот депо.

Управление разъединителем осуществляется при помощи рукоятки механического привода (фиг. 8), имеющего двойное заземление на рельс.



Фиг. 7. Разъединитель контактной сети:  
1—рама; 2—подвижный контакт; 3—неподвижный контакт; 4—рога; 5—заземляющий контакт

При выключенном положении разъединителя рукоятка привода закрывается крышкой и запирается висячим замком, что предохраняет от ошибочной подачи напряжения на контактный провод. Ключи от разъединителей хранятся у дежурного по депо на специальной доске.

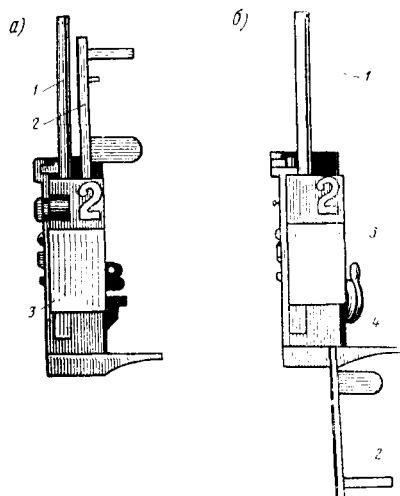
Снаружи над воротами и внутри над каждой канавой устанавливаются световые сигналы, которые показывают о наличии напряжения в контактном проводе над канавой.

Если разъединитель включён, то световой сигнал внутри депо горит красным огнём, а снаружи зелёным. При выключенном положении разъединителя внутри депо над канавой зажигается зелёная лампа, а снаружи красная.

Работы по ремонту и обслуживанию электроподвижного состава и въезд электровоза или моторвагонной секции на канаву разре-

шается только при зелёном огне сигнальной лампы.

При негорящей сигнальной лампе работа на электроподвижном составе допускается только по разрешению дежурного по депо,



Фиг. 8. Привод разъединителя контактной сети:  
а—включённое положение; б—выключенное положение; 1—тяга привода; 2—рукоятка; 3—крышка; 4—висячий замок

который лично убеждается в том, что разъединитель выключен. Въезд на канаву электровоза или моторвагонной секции в этом случае также разрешается дежурным по депо, предварительно убедившись в том, что разъединитель включён.

Ввод электроподвижного состава в депо при пониженном напряжении осуществляется при помощи специального мотор-генератора. Контактный провод в этом случае подвешивается сбоку от оси пути за пределами габарита подвижного состава. Пониженное напряжение от него подаётся к соединительным зажимам электровоза через ролик, движущийся по контактному проводу, и соединительный кабель.

Напряжение к соединительным зажимам электровоза можно подводить непосредственно от мотор-генератора через рубильник и специальный кабель, намотанный на барабан, установленный у ворот электродепо.

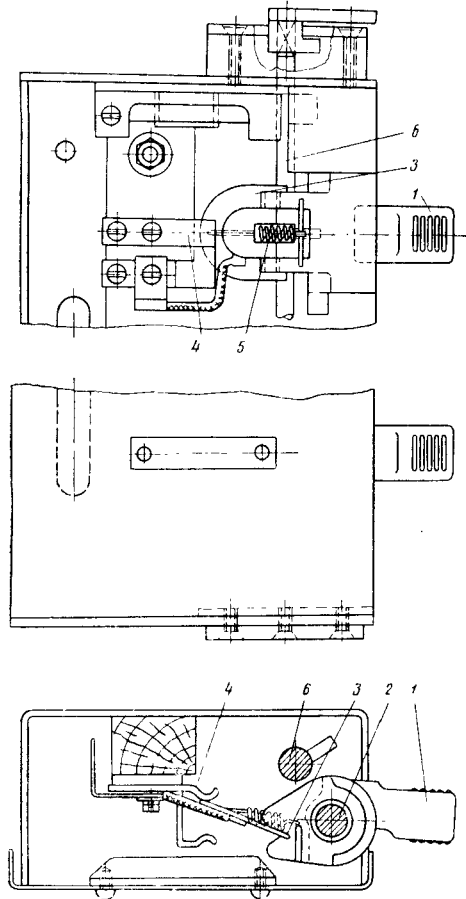
### Предупредительные и защитные меры на электроподвижном составе от поражения электрическим током

Высоковольтная аппаратура на электровозах устанавливается в высоковольтной камере, дверь в которую связана с электрическими и пневматическими блокировками. Электрическая аппаратура моторвагонных секций помещена в специальных ящиках, корпус которых заземлён.

На дверях и съёмных щитах высоковольтной камеры и на заднем щитке панели измерительных приборов нанесены предупредительные надписи: «При поднятом пантографе не открывать — смертельно!».

На входных дверях и боковых щитах камеры высокого напряжения моторного вагона с внутривагонным оборудованием прикреплены предупредительные плакаты, изображающие череп с костями, и нанесены предупредительные надписи: «Осторожно — высокое напряжение».

На всех машинах, приборах и аппаратах высокого напряжения, при заземлённых ко-



Фиг. 9. Кнопочный выключатель мгновенного включения типа КУ:

1—рычаг; 2—ось; 3—подвижный контакт; 4—неподвижный контакт; 5—пружина; 6—стержень

кух, наносятся надписи: «Не касайся — опасно», а на незаземлённых — предостерегающие знаки — череп и кости.

Вспомогательные машины электровозов крепятся к полу или другой конструкции кузова, надёжно заземляя остовы. Кожухи электрических аппаратов, не находящихся в высоковольтной камере, и кожухи электрических печей заземляются. Провода высокого напряжения прокладываются внутри заземлённых стальных труб (кондуитов) или в желобах.

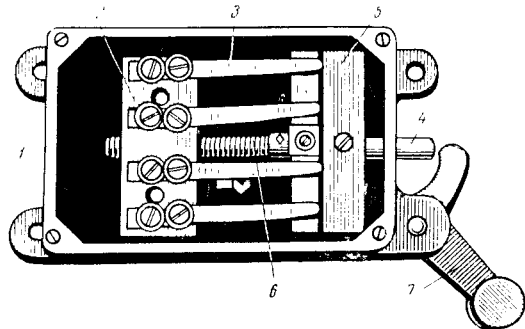
Для обеспечения безопасности производства работ с электрическим оборудованием на

электровозах применяются следующие защитные меры.

Кнопочный выключатель с ключом КУ имеет специальный запор, который не позволяет включить кнопки пантографов и вспомогательных машин при снятом специальном ключе (фиг. 9).

Электрическая блокировка двери в высоковольтную камеру установлена над дверью со стороны коридора; она предотвращает возможность входа обслуживающего персонала в высоковольтную камеру при поднятом пантографе.

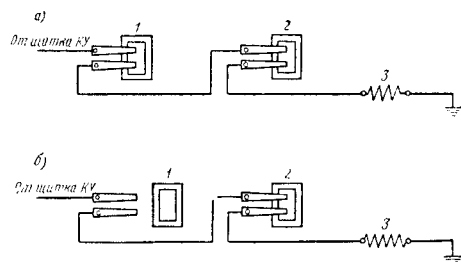
Электрическая блокировка (фиг. 10 и 11)



Фиг. 10. Электрическая блокировка двери в высоковольтную камеру типа Б-831:

1—корпус; 2—пальцедержатель; 3—пальцы; 4—стержень; 5—изоляционная колодка; а—при закрытой двери; б—при открытой двери

установлена в цепи пантографа и замыкается при закрытых дверях высоковольтной камеры. При открывании двери блокировка размыкается и разрывает цепь катушки пантографа, воздух из цилиндра выходит в атмосферу и пантограф опускается.



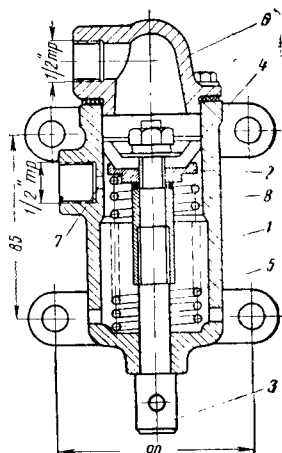
Фиг. 11. Схема включения электрических блокировок дверей в высоковольтную камеру:

а—при закрытой двери; б—при открытой двери; 1 и 2—блокировки дверей высоковольтных камер; 3—катушка вентиля клапана пантографа

Возбудить катушку клапана пантографа можно только при закрытых дверях высоковольтной камеры.

Пневматическая блокировка типа ПБ-33-02 не даёт возможности обслуживающему персоналу открыть дверь в высоковольтную камеру при поднятом

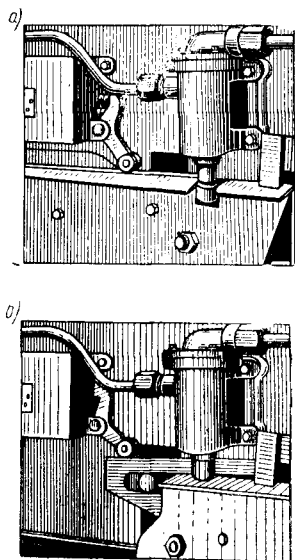
пантографе и наличии в его цилиндрах сжатого воздуха (фиг. 12 и 13).



Фиг. 12. Пневматическая блокировка безопасности дверей в высоковольтную камеру:

1—цилиндр; 2—поршень; 3—шток; 4—кожаное уплотнение; 5—пружина; 6—крышка; 7—отверстие для выпуска воздуха

Пневматическая блокировка раскладных лестниц на крышу электровоза установлена в ка-



Фиг. 13. Положение пневматической блокировки дверей: а—при возбуждённой пневматической блокировке и закрытой двери в высоковольтную камеру; б—при невозбуждённой пневматической блокировке и открытой двери в высоковольтную камеру

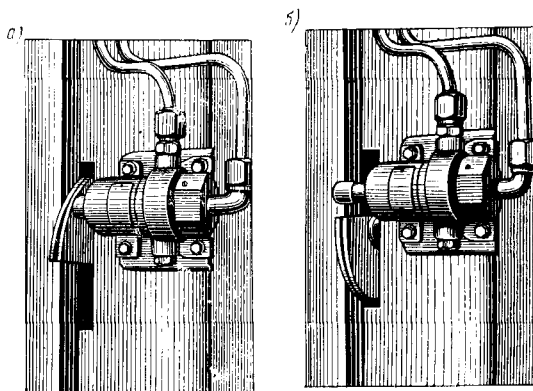
бинах машиниста около лобового окна со стороны помощника машиниста; она запирает лестницы в сложенном состоянии при подня-

том пантографе и наличии в его цилиндрах сжатого воздуха (фиг. 14).

Разложить лестницы можно только в том случае, если оба пантографа будут опущены.

Действие пневматических блокировок дверей и лестниц заключается в следующем.

Сжатый воздух от резервуара управления через деблокирующий кран поступает в цилиндр пневматической блокировки сверху. Под давлением воздуха поршень опускается вниз, преодолевая действие пружины, и открывает боковые отверстия, через которые воздух может проходить к следующим блокировкам лестниц и дверей высоковольтной камеры и далее через деблокирующий кран, разобщительные краны и возбуждённые кла-



Фиг. 14. Положение пневматической блокировки лестниц: а — при возбуждённой пневматической блокировке и сложенном положении лестницы на крышу электровоза; б — при невозбуждённой пневматической блокировке и разложенном положении лестницы на крышу электровоза

паны пантографов в цилиндры пантографов. В случае если поршень не опустится ниже боковых отверстий цилиндра, воздух дальше пройти не может и пантограф не поднимется даже при возбуждении клапана пантографа.

Блокировки дверей высоковольтной камеры установлены над дверью так, что опускание поршня со штоком ниже боковых отверстий цилиндра возможно только при закрытой двери. При открытом положении двери верхняя её планка оказывается под штоком и не даёт возможности опуститься штоку с поршнем (см. фиг. 13). Следовательно, открыть дверь в высоковольтную камеру можно только при отсутствии воздуха в цилиндре блокировки.

Блокировки раскладных лестниц электровозов установлены в кабине около лобового окна, со стороны помощника машиниста, и работают аналогично дверным блокировкам.

Ось раскладной лестницы проходит через стенку в кабину электровоза и имеет на конце сектор. При сложенной лестнице сектор находится ниже штока пневматической блокировки и не мешает перемещению поршня и штока влево до предела.

Когда сжатый воздух заполнит цилиндр блокировки, шток установится в показанное положение и будет препятствовать повороту сектора, а значит и раскладыванию лестницы.



Если же лестница разложена, то шток при срабатывании блокировки упрётся в сектор, поршень не пропустит сжатого воздуха далее этой блокировки, и пантограф поднять нельзя.

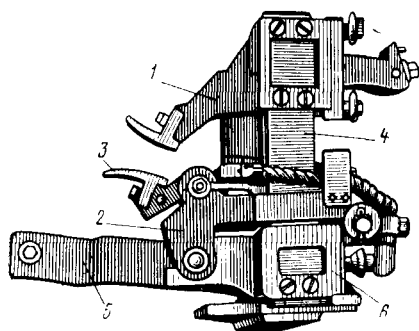
**Заземляющий контактор.** Электрическая и пневматическая блокировки дверей в высоковольтную камеру не обеспечивают предохранения обслуживающего персонала при механическом заедании или примерзании пантографа, а также в случае обрыва контактного провода и падения его на опущенный пантограф. В этих случаях заземляющий контактор (фиг. 15) при открытой двери в высоковольтную камеру соединяет коротко контактный провод с землей, что вызывает срабатывание защиты на тяговой подстанции и выключает напряжение в контактной сети.

Заземляющий контактор устанавливается над дверью внутри высоковольтной камеры.

Пневматическая блокировка с защитным вентиляем (фиг. 16) запирает дверь в высоковольтную камеру и лестницы на крышу электровоза при наличии напряжения на пантографе. В этом случае электрические блокировки на электровозе не устанавливаются.

При нажатии кнопки пантографа низковольтная катушка *НК* получает питание и притягивает клапан пневматической части защитного вентиля, разобщая пневматические блокировки дверей и лестниц с атмосферой и соединяя их с резервуаром управления.

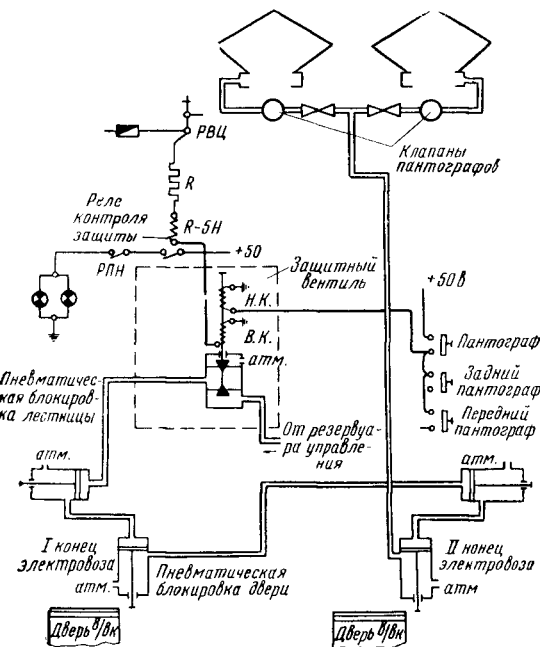
После нажатия кнопки «Пантограф задний» или «Пантограф передний» получает питание катушка соответствующего клапана пантографа и пантограф поднимается. При этом возбуждается высоковольтная катушка *ВК* вентиля, которая усиливает магнитный поток катушки *НК*, и двери в высоковольтную камеру и лестницы на крышу электровоза блокируются.



Фиг. 15. Заземляющий контактор:  
1 — неподвижный контакт; 2 — подвижный контакт; 3 — губки контактов; 4 — стойка; 5 — рычаг; 6 — кронштейн

При выключении кнопки «Пантограф задний» или «Пантограф передний» обе катушки защитного вентиля обесточиваются и система пневматических блокировок соединяется с атмосферой. При механическом заедании или примерзании пантографа к контактному про-

воду, а также при обрыве контактного провода и падении его на пантограф, по высоковольтной катушке продолжает протекать ток и пневматические блокировки не дадут возможности открыть дверь в высоковольтную камеру или разложить лестницу для подъема на крышу.



Фиг. 16. Схема блокировок с защитным вентиляем

Блокировка щитов в высоковольтную камеру исключает возможность снять щиты при закрытой двери высоковольтной камеры, а также не даёт возможности закрыть дверь, а следовательно, и поднять пантограф, если не установлен на место хотя бы один верхний щит.

Одна из таких систем блокировки показана на фиг. 17.

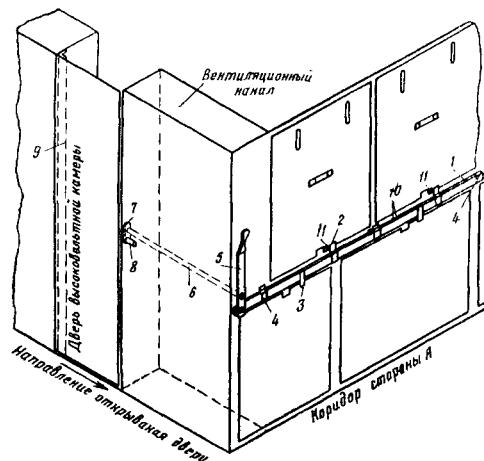
По всей длине высоковольтной камеры проложена тяга 1, имеющая запорные шипы 2 и 3 верхних и нижних щитов. Тяга перемещается в скобах 4 под действием усилия, прикладываемого к рукоятке 5. Перемещение тяги ограничивается двумя упорами 10. Рукоятка 5 укреплена на квадратном конце вала 6, расположенного в вентиляционном канале, и может поворачиваться только с валом 6. На другом конце вала 6 жёстко укреплена пластина 7.

На каркасе высоковольтной камеры укреплена защёлка 8, состоящая из стержня, который под действием пружины выходит из корпуса защёлки влево.

На левой стойке двери укреплена планка 9, нажимающая при открытом положении двери на стержень защёлки 8. Аналогичные защёлки 11 установлены на продольной конструкции против каждого верхнего съёмного щита высоковольтной камеры. При установке щит нажимает на стержень защёлки и убирает его в корпус её.

При закрытой двери в высоковольтную камеру стержень защёлки 8 находится в крайнем левом положении и препятствует повороту вала 6 по часовой стрелке, так как пластина 7 упирается в стержень защёлки 8.

Запорные шипы 2 и 3 тяги 1 находятся против щитов и не дают возможности снять их.



Фиг. 17. Схема блокировок щитов высоковольтной камеры:

1—тяга; 2 и 3—запорные шипы; 4—скобы;  
5—рукоятка; 6—вал; 7—пластина; 8—защёлка;  
9—планка; 10—упор; 11—защёлка

Чтобы снять щиты, необходимо открыть дверь высоковольтной камеры. В этом случае планка 9 нажимает на стержень защёлки 8,

при этом пластина 7 освобождается и вал 6 может быть повернут перемещением рукоятки 5 по часовой стрелке. Тяга 1 перемещается влево, устанавливая шипы 2 и 3 против соответствующих вырезов в верхнем и нижнем щитах, что позволяет снять их со стенки камеры. При снятии верхних щитов стержни защёлок 11 выходят из своих корпусов и препятствуют перемещению тяги вправо и повороту влево вала 6. Так как пластинка 7 оказывается левее планки 9, то закрыть дверь без перемещения тяги становится также невозможно.

Поворот рукоятки 5 против часовой стрелки и перемещение тяги 1 вправо можно осуществить только при установленных верхних щитах высоковольтной камеры, которые нажимают на стержни защёлок 11 и утопят их.

### Защитные средства в депо, на электровозах и моторвагонных секциях

Защитные средства, применяемые при ремонте и обслуживании электроподвижного состава, и сроки их испытания указаны в табл. 8.

**Примечание.** Для испытания применяется переменный ток частотой 50 пер/сек. При испытании постоянным током величина испытательного напряжения увеличивается в 2,5 раза. При этом ток утечки не нормируется.

Каждое защитное средство должно иметь штамп или наклейку с указанием даты последнего испытания, организации и лица, его производящего.

Каждый электровоз или поезд, состоящий из двух или трёх электросекций, должен иметь изолирующую штангу для разъедини-

Таблица 8

Защитные средства

Защитные средства	Назначение	Сроки испытаний	Краткая характеристика испытаний
Изолирующая штанга со специальным накопечником	Для отключения главного разъединителя, разъединителя вспомогательных цепей и ножей отключателя двигателей электровоза	Не реже одного раза в год	Под напряжением 40 кВ в течение 5 мин.
Резиновые перчатки	Для переключения разъединителей	Не реже одного раза в 6 месяцев	Под напряжением 6 кВ в течение 1 мин. Ток утечки не должен быть более 7 мА
Диэлектрические боты и галоши	—	Не реже одного раза в 6 месяцев	Под напряжением 15 кВ в течение 1 мин. Ток утечки не должен превышать 7,5 мА
Резиновые коврики	Для переключения разъединителей электровоза	Не реже одного раза в 2 года	Пропуск ковриков между цилиндрическими электродами с разностью потенциалов 15 кВ, со скоростью 2—3 см/сек. Ток утечки не должен превышать 15 мА
Кабель для заземления тележки	Используется при проведении работ по поднятию сошедшего с рельсов электровоза своим ходом	—	—
Кабель для заземления щёткодержателей тяговых двигателей	Для зачистки и промывки коллектора	—	—
Шипцы и острогубцы с изолированными ручками	Для ремонта электрического оборудования	—	—

телей, две пары резиновых перчаток, два резиновых коврика размером не менее 0,6 м<sup>2</sup> каждый (для электровозов).

### МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

#### Порядок подачи напряжения в контактную сеть над канавой

Дежурный по депо, получив заявку от машиниста, мастера или бригадира об окончании работы на электроподвижном составе и на подачу напряжения в контактный провод над канавой, убеждается в отсутствии людей на крыше, в высоковольтной камере, у подвагонного оборудования моторвагонных секций и под электроподвижным составом и в том, что крышевой разъединитель электро-секции включён.

При нахождении на канаве других электровозов работы на их крышах прекращаются, люди с крыши удаляются и ключи КУ передаются дежурному по депо. После этого дежурный по депо, проверив отсутствие людей на электровозах, дважды объявляет: «Контактный провод над такой-то канавой под напряжением», затем даёт установленное количество сигналов, соответствующее номеру канавы, и включает матчатый разъединитель.

При подаче пониженного напряжения к шинам под кузовом электровоза дежурный по депо ставит об этом в известность электро-выезды бригады и ремонтный персонал, прекращает все работы на электровозе, убеждается в перестановке ножей главного разъединителя и разъединителя вспомогательных цепей в нижнее положение, закрывает высоковольтную камеру и после этого включает рубильник.

#### Порядок выезда из депо с канавы

Машинист, убедившись по красному огню деповской сигнализации и по положению матчатого разъединителя, что контактный провод находится под напряжением, громко объявляет: «Поднимаю пантограф», затем подаёт тифоном или свистком один короткий сигнал и поднимает пантограф.

Включив вспомогательные машины, проведя работу силовой цепи, а также работу горюзов и песочниц и убедившись в том, что помощник машиниста находится на своём месте, машинист по сигналу дежурного по депо выезжает с канавы. Немедленно после выхода электроподвижного состава из депо, если на ту же канаву не ставится другой электровоз или секция, дежурный по депо снимает напряжение с контактного провода и запирает матчатый разъединитель.

Перед выездом из ворот депо машинист подаёт оповестительный сигнал для предупреждения людей, переходящих пути.

При следовании под поезд бригада должна внимательно следить за свободностью и состоянием пути, положением стрелок и сигналов, передвижением подвижного состава, захождением людей по деповским и станционным путям и не превышать установленной скорости.

#### Меры предосторожности при производстве работ на электроподвижном составе в депо

После постановки электроподвижного состава на канаву в депо немедленно опускается пантограф, снимается напряжение с контактного провода над канавой и на моторвагонных секциях Сд и слесарем по электрическому оборудованию выключается крышевой разъединитель.

Только убедившись в том, что напряжение с контактного провода снято, пантограф опущен и крышевой разъединитель выключен, можно приступить к работам по осмотру и ремонту электроподвижного состава; при этом предварительно необходимо выключить главный разъединитель и разъединитель вспомогательных цепей.

По окончании ремонта, осмотра и приёмки электровоза или моторвагонного состава убедившись в его исправности, локомотивная бригада убирает инструмент, материалы и другие посторонние предметы, снимает временные электрические соединения, включает воздухораспределитель, ножи главного разъединителя и разъединителя вспомогательных цепей, устанавливает съёмные щиты высоковольтной камеры и люки вспомогательных машин. Затем, убедившись в том, что в высоковольтной камере электровоза, у подвагонного оборудования моторвагонных секций и под электроподвижным составом никого нет, закрывает дверь в высоковольтную камеру электровоза, поворачивает ручку деблокирующего крана, приводит лестницы на крышу электровоза в сложенное положение и включает выключатель управления. На электро-секциях серии Сд включает крышевой разъединитель.

После этого дежурный по депо включает напряжение установленным порядком и локомотивная бригада пробует работу вспомогательных машин под высоким напряжением. При вводе и выводе электровоза при пониженном напряжении приёмка, осмотр и ремонт электровоза производятся на канаве при выключенном специальном рубильнике и отсоединённом подводящем кабеле от соединительных зажимов электровоза, а опробование оборудования производится на деповских путях под высоким напряжением.

#### Въезд электроподвижного состава в депо

Электровоз или электросекция въезжает на канаву в депо или пункт оборота с разрешения дежурного по депо или его помощника по зелёному сигналу лампы. После въезда и установки электровоза или моторвагонного состава на канаву дежурный по депо немедленно выключает матчатый разъединитель, запирает его на замок и ключ берёт с собой. Машинист после снятия напряжения с контактного провода опускает пантографы.

#### Меры предосторожности при производстве работ на электроподвижном составе на станционных и деповских путях

До приёмки, осмотра и ремонта электрических машин и аппаратуры на станционных и деповских путях или в пути следования по-

контактным проводом, находящимся под напряжением, локомотивная бригада до начала производства работ выключает вспомогательные машины и электрические печи и опускает пантографы. Затем на электровозе машинист вынимает ключ КУ и реверсивную рукоятку контроллера машиниста, которые берёт с собой, а на моторвагонных секциях переводит воздушный кран пантографа в кабине моторного вагона той секции, которая подлежит осмотру или ремонту, из положения «Автомат» в положение «Ручное»; при этом все кабины машиниста электропоезда должны быть заперты и ключи от них находиться у машиниста. После полной остановки вспомогательных машин локомотивная бригада входит в высоковольтную камеру электровоза, убеждается в том, что заземляющий контактор находится во включённом положении, затем при помощи изолирующей штанги отключает ножи разъединителя и разъединителя вспомогательных машин и приступает к осмотру и ремонту электрической аппаратуры и вспомогательных машин.

При работе двух электровозов, соединённых по системе многих единиц, осмотр высоковольтного оборудования производится при опущенных пантографах на обоих электровозах и выполнении указанных выше требований. Осмотр и необходимый текущий ремонт крышевого оборудования при приёмке электровоза на станционных путях под контактными проводами производится машинистом при обязательном наблюдении помощника машиниста только после того, когда машинист лично убедится в том, что пантографы опущены.

В этом случае разрешается осмотр состояния пантографа, запыловка накладок и смазка лыж, осмотр и проверка крепления подводящего кабеля, отсоединение кабеля или рукава от пантографа, регулировка тифона и смена прожекторных ламп, находящихся на лобовых стенках электровоза, переключение крышевого переключателя электросекции, смена плавкой вставки главного крышевого предохранителя и отключение повреждённого грозового разрядника электросекций.

Подъём на крышу для выполнения указанных работ под фиксаторами, разветвлениями контактной сети, в местах снижения контактного провода под искусственными сооружениями и в неосвещённых местах, а также с длинными и громоздкими предметами не разрешается.

Запрещается при работах на крыше электроподвижного состава приближаться к контактному проводу, фиксаторам и другим элементам контактной сети, находящимся под напряжением, менее чем на 1 м.

#### **Меры предосторожности при передвижении электроподвижного состава другим локомотивом**

При передвижении электроподвижного состава в нерабочем состоянии другим локомотивом у перемещаемого электровоза или моторвагонной секции пантографы должны быть опущены, рукоятки контроллеров машиниста находиться на нулевой позиции, кнопки кнопочного выключателя вспомога-

тельных машин и пантографов выключены и ключ КУ изъят из щитка, выключатель управления на электровозе или разъединитель цепей управления на электросекции выключен, главный или крышевой разъединитель и разъединитель вспомогательных цепей, а также отключатели тяговых двигателей отключены.

Все работы, кроме требующих передвижения электроподвижного состава (зачистка коллектора, покраска концов якоря тягового двигателя), должны быть прекращены.

#### **МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ЧИСТКЕ КОЛЛЕКТОРОВ**

Чистка коллекторов тяговых двигателей под электровозом или моторным вагоном производится слесарем-электриком под наблюдением второго лица, выделенного мастером, или самого мастера.

До начала чистки, кроме указанных мер предосторожности, при производстве работ на электроподвижном составе на станционных и дефовских путях выключаются отключатели моторов.

При чистке и шлифовке коллекторов должна употребляться деревянная колодка с изолирующей рукояткой. Электровоз или моторвагонная секция должны перемещаться другим локомотивом со скоростью не более 5 км/час.

При питании электровоза пониженным напряжением разрешается перемещать его своим ходом на аварийном режиме с отключением пожей отключателя защищаемого двигателя.

В этом случае боковой щёткодержатель тягового двигателя электросекции, а также верхний или нижний щёткодержатели у электровозного двигателя заземляются изолированным медным кабелем сечением не менее 50 мм<sup>2</sup>, имеющим на одном конце болтовой зажим для крепления к остоу двигателя, а на другом зажим для крепления на щёткодержателе с изоляционной штангой.

#### **ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Электрическая энергия, потребляемая электроподвижным составом, расходует на:

- а) преодоление основного сопротивления движению;
- б) преодоление дополнительного сопротивления движению от подъёма пути на данном участке и кривых;
- в) собственные нужды электроподвижного состава;
- г) отопление.

Часть энергии теряется в пусковых сопротивлениях при разгоне поезда, в тормозах, при торможении на остановках и подтормаживании на спусках, а также в агрегатах электроподвижного состава (тяговых двигателях, вспомогательных машинах, зубчатой передаче и т. д.).

Факторы, влияющие на расход электрической энергии, и мероприятия по снижению её расхода приведены в табл. 9.

Мероприятия по снижению расхода электроэнергии

Т а б л и ц а 9

Составляющая расхода электроэнергии	Факторы, влияющие на расход электроэнергии	Рекомендуемые мероприятия по снижению расхода электроэнергии
Преодоление основного сопротивления движению	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состояние ходовых частей и тормозной системы вагонов и электроподвижного состава</li> <li>2. Вес поезда</li> <li>3. Степень загрузки вагонов</li> <li>4. Тип вагонов</li> <li>5. Состояние рельсов</li> <li>6. Скорость движения</li> <li>7. Метеорологические условия (температура, ветер и т. д.)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильная регулировка рычажной тормозной системы вагонов и электроподвижного состава</li> <li>2. Своевременная смазка и уход за ходовой частью вагонов, электровозов или моторвагонных секций</li> <li>3. Вожжение тяжеловесных поездов</li> <li>4. Наиболее полное использование грузоподъемности вагонов</li> <li>5. Применение четырехосных вагонов</li> <li>6. Поддержание пути в отличном состоянии</li> <li>7. Подача песка под колеса только в необходимых случаях и в возможно меньших количествах</li> <li>8. Следование поездов строго по графику, не допуская снижения установленных скоростей</li> <li>9. Следование с закрытыми люками и дверями вагонов</li> </ol>
Преодоление дополнительного сопротивления движению от подъёмов и кривых	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Величина подъёма или уклона</li> <li>2. Длина и радиус кривых</li> <li>3. Режим ведения поезда</li> <li>4. Степень использования рекуперативного торможения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение правильных режимов ведения поезда с максимальным использованием живой силы</li> <li>2. Максимальное использование рекуперативного торможения на уклонах</li> </ol>
Собственные нужды	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Продолжительность и скорость вращения вспомогательных машин</li> <li>2. Температура наружного воздуха</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экономичный расход сжатого воздуха на электроподвижном составе</li> <li>2. При движении электровоза с поездом малого веса или резервом при небольших токах применять низкую скорость вращения мотор-вентиляторов</li> <li>3. Минимальное включение печей электровозов и ламп освещения</li> </ol>
Отопление моторвагонных секций	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температура наружного воздуха и скорость ветра</li> <li>2. Количество пассажиров в вагоне</li> <li>3. Частота остановок</li> <li>4. Конструкция и схема системы отопления</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильная регулировка терморегуляторов</li> <li>2. Тщательное уплотнение окон, дверей и вентиляторов в вагонах</li> <li>3. Использование тепла, выделяемого пусковыми сопротивлениями, для обогрева вагонов</li> <li>4. Применение самозакрывающихся внутренних дверей и централизованного управления наружными дверями вагонов</li> </ol>
Потери энергии в пусковых сопротивлениях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество остановок</li> <li>2. Величина ускорения поезда</li> <li>3. Способ пуска и разгона поезда</li> <li>4. Скорость выхода на автоматическую характеристику</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижение количества остановок, не предусмотренных графиком движения поездов</li> <li>2. При тяжёлом составе и трудном профиле пути разгон производится на максимально допустимом по сцеплению токе. На лёгком профиле, при малом весе поезда, разгон производится при меньших токах</li> <li>3. Применение при разгоне поезда ослабления поля тяговых двигателей на ходовых позициях</li> <li>4. Применение тяговых двигателей с ненасыщенной магнитной системой</li> </ol>
Потери энергии в тормозах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество остановок</li> <li>2. Количество предупреждений и величина снижения скорости</li> <li>3. Степень использования рекуперативного торможения</li> <li>4. Скорость начала торможения перед остановками</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ликвидация количества остановок, не предусмотренных графиком движения поездов</li> <li>2. Снижение количества предупреждений об ограничении скорости</li> <li>3. Максимальное использование рекуперативного торможения</li> <li>4. Возможно меньшая скорость начала торможения</li> </ol>
Потери энергии в агрегатах, машинах и аппаратах электроподвижного состава	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состояние тормозной рычажной передачи и ходовых частей электроподвижного состава</li> <li>2. Величина трения в подшипниках тяговых двигателей, вспомогательных машин, в зубчатой передаче и буксовых подшипниках</li> <li>3. Тип машин и агрегатов и правильность их подбора по мощности</li> <li>4. Величина пусковых и демпферных сопротивлений</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тщательная смазка: <ol style="list-style-type: none"> <li>а) всех подшипников электроподвижного состава;</li> <li>б) зубчатой передачи;</li> <li>г) междутележного сочленения;</li> <li>г) пят кузова;</li> <li>д) буксового узла</li> </ol> </li> <li>2. Тщательная смазка и правильная регулировка тормозной рычажной передачи</li> <li>3. Проверка величины сопротивлений и регулирование её до нормы</li> </ol>

## ЭЛЕКТРОТЯГОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В состав электротягового хозяйства входят основные и оборотные электродепо, экипировочные устройства для электроподвижного состава и линейные пункты для обслуживания моторвагонных секций на станциях оборота и отстоя.

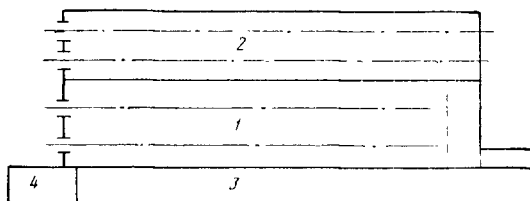
В зависимости от эксплуатируемого на участке электроподвижного состава электродепо подразделяются на электровозные, моторвагонные и смешанные.

### ТИПЫ ЭЛЕКТРОДЕПО

По форме зданий электродепо подразделяются на прямоугольные и ступенчатые. Стойла в электродепо могут быть с тупиковыми или сквозными путями.

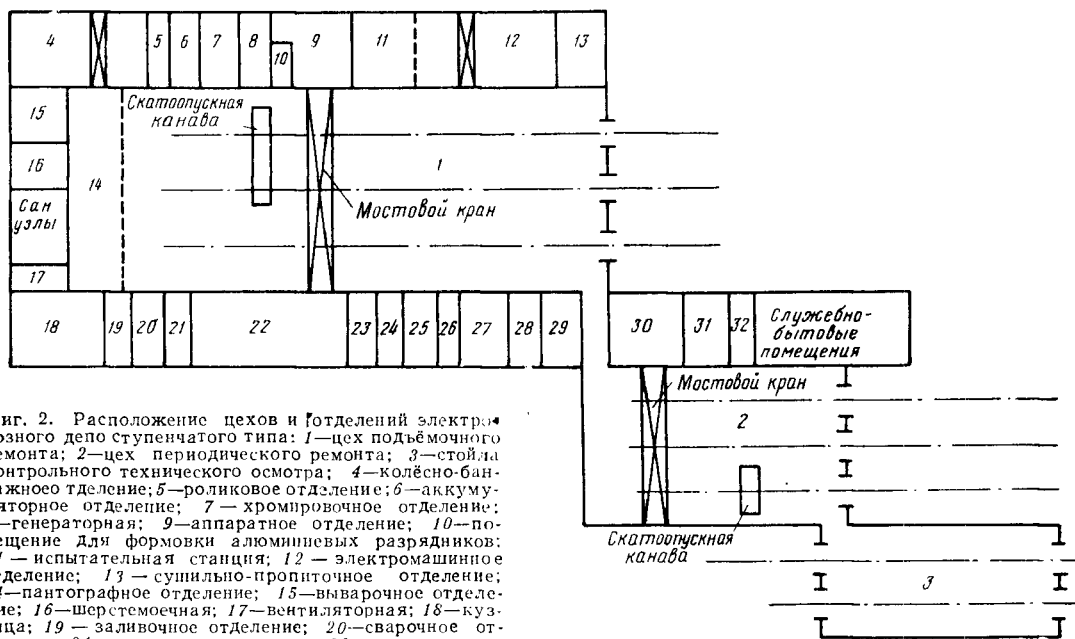
Стойла прямоугольного депо (фиг. 1) размещаются в средней части. На каждом пути предусматривается установка одного или нескольких локомотивов. Отделения и слу-

обычно в одной из секций размещаются стойла подъёмочного ремонта, в другой секции — стойла периодического ремонта; стойла для других видов ремонта и осмотров рас-



Фиг. 1. План моторвагонного депо прямоугольного типа: 1—цех подъёмочного ремонта; 2—цех периодического ремонта; 3—отделения и мастерские; 4—служебно-бытовые помещения

полагаются или в третьей секции или в двух первых секциях в зависимости от размеров ступеней и объема ремонта.



Фиг. 2. Расположение цехов и отделений электровагонного депо ступенчатого типа: 1—цех подъёмочного ремонта; 2—цех периодического ремонта; 3—стойла контрольного технического осмотра; 4—колёсно-бандажное отделение; 5—роlikовое отделение; 6—аккумуляторное отделение; 7—хромпровочное отделение; 8—генераторная; 9—аппаратное отделение; 10—помещение для формовки алюминиевых разрядников; 11—испытательная станция; 12—электромашинное отделение; 13—сушильно-пропиточное отделение; 14—пантографное отделение; 15—выварочное отделение; 16—шерстемоечная; 17—вентиляторная; 18—кузница; 19—заливочное отделение; 20—сварочное отделение; 21—слесарное отделение; 22—механическое отделение; 23—компрессорная; 24—лаборатория; 25—автоматное отделение; 26—отделение ремонта контрольных и измерительных приборов; 27—инструментальное раздаточное отделение; 28—столярно-маллярное отделение; 29—мастерская комплексных и локомотивных бригад; 30—кладовая для хранения запасных частей и материалов; 31—хозяйственное отделение; 32—электротехническое отделение

жебные помещения располагаются вдоль стен и в торцовых частях депо с учётом технологического процесса ремонта электроподвижного состава.

В секциях ступенчатого депо (фиг. 2) размещаются стойла для электроподвижного состава, отделения, мастерские и служебные помещения.

Отделения и мастерские размещаются вдоль стен секций депо или в торцовых частях секций.

Разновидностью ступенчатого депо является Г-образное депо (фиг. 3).

Выбор типа зданий депо производится в зависимости от местных условий, наличия свободной территории, климатических условий,

эксплуатационных и специальных требований.

При переводе магистральных участков на электрическую тягу электровозные депо обычно создаются на базе имеющихся паровозных депо. В этом случае при выборе типа здания и расположения цехов и мастерских учитываются также требования минимальных капитальных вложений на переделку зданий и цехов и перестановку оборудования депо. При использовании существующих паровозных депо под электровозные отделения депо иногда располагаются в отдельной секции (фиг. 4).

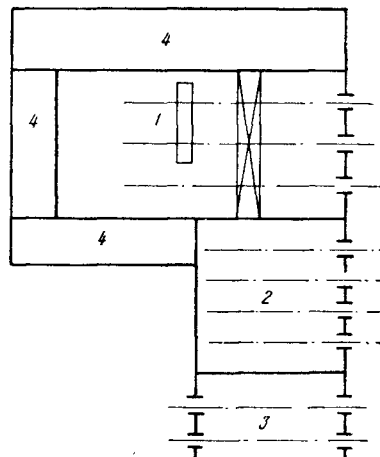
Преимущества и недостатки отдельных типов электродепо приведены в табл. 1.

### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОДЕПО

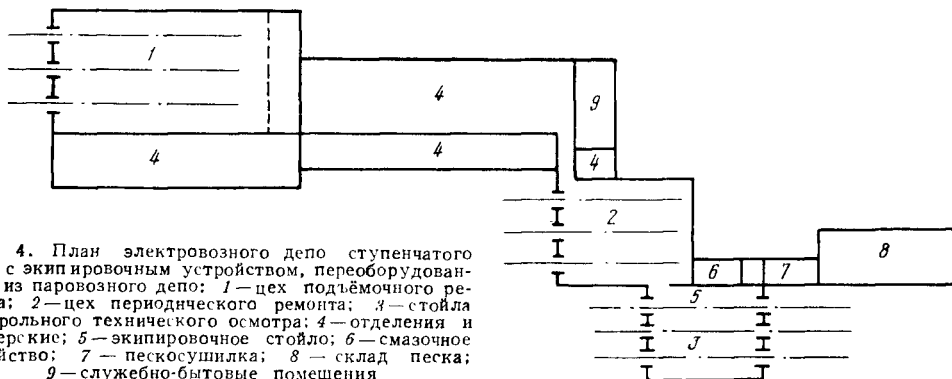
В электродепо предусматриваются следующие цехи, стойла, отделения и помещения (см. фиг. 2):

1) цех подъёмочного ремонта — для производства подъёмочного, а иногда и среднего ремонта электроподвижного состава в соот-

ветствии с требованиями, установленными МПС, а также для одиночной выкатки осевых моторных блоков;



Фиг. 3. План электровозного депо Г-образного типа: 1 — цех подъёмочного ремонта; 2 — цех периодического ремонта; 3 — стойла контрольно-технического осмотра; 4 — отделения и мастерские



Фиг. 4. План электровозного депо ступенчатого типа с экипировочным устройством, переоборудованного из паровозного депо: 1 — цех подъёмочного ремонта; 2 — цех периодического ремонта; 3 — стойла контрольного технического осмотра; 4 — отделения и мастерские; 5 — экипировочное стойло; 6 — смазочное хозяйство; 7 — пескосушилка; 8 — склад песка; 9 — служебно-бытовые помещения

Таблица 1

Характеристика депо

Типы зданий депо	Преимущества	Недостатки
Прямоугольное	1. Удобное взаимное расположение цехов и мастерских. Близость мастерских к стойлам (при двух и трех путях) 2. Сравнительно меньшая стоимость постройки депо и уменьшенные эксплуатационные расходы на содержание депо	1. Неудобно при большом количестве стойл и при расширении депо, так как даже в депо со сквозными путями размещение более двух стойл на одном пути неудобно для вывода единиц, установленных в середине, увеличение количества путей вызывает удаление части стойл от отделений и мастерских
Ступенчатое	1. При большом количестве стойл на каждом пути размещается не более двух стойл 2. При двух секциях депо стойла близко расположены от мастерских 3. Удобно расширение депо пристройкой новых секций 4. Сравнительно узкая площадь депо для размещения путей и станций 5. Улучшение естественного освещения цехов	1. Сравнительно большая стоимость капитальных затрат на постройку депо и повышенные эксплуатационные расходы на содержание депо вследствие большого периметра стен 2. Повышенный расход топлива на обогрев депо 3. При трёх и более секциях транспортные пути удлиняются вследствие удаления стойл от мастерских

2) цех периодического ремонта — для проведения больших и малых периодических ремонтов электроподвижного состава;

3) стойла контрольного технического осмотра, в которых силами локомотивных бригад производится контрольный технический осмотр электровозов и силами комплексных и локомотивных бригад — контрольный технический осмотр моторвагонных секций. Эти стойла выделяются в отдельных секциях депо или совмещаются со стойлами периодического ремонта;

4) колёсно-бандажное отделение — для обточки, смены или перетяжки ослабших бандажей колёсных пар;

5) роликовое отделение — для осмотра, переборки, промывки и ремонта роликовых подшипников;

6) аккумуляторное отделение — для проверки, ремонта, зарядки и промывки аккумуляторных батарей;

7) хромировочное отделение — для покрытия металлов хромом, никелем и другими декоративными, антикоррозийными и износостойчивыми покрытиями;

8) генераторная — для установки мотор-генераторов, обеспечивающих подзарядку аккумуляторных батарей, ввод электровозов в депо под низким напряжением, сушку тяговых двигателей, прикатку осе-моторных блоков, обточку колёсных пар без выкатки, формовку алюминиевых разрядников.

Иногда часть мотор-генераторов устанавливается непосредственно в цехах подъёмного или периодического ремонта или в отделениях для формовки алюминиевых разрядников, аппаратном или на испытательной станции;

9) аппаратное отделение — для ремонта и регулировки электрической аппаратуры электроподвижного состава;

10) помещение для формовки алюминиевых разрядников обычно входит в состав аппаратного отделения;

11) испытательная станция — для испытания электрических машин и аппаратов;

12) электромашинное отделение — для сборки, ремонта и сборки тяговых двигателей и вспомогательных машин;

13) сушильно-пропиточное отделение — для пропитки и сушки изоляции электрических машин;

14) пантографное отделение — для разборки, ремонта, сборки и регулировки пантографов (обычно размещается на балконе);

15) выварочное отделение — для выварки, мойки и очистки деталей и узлов механической части электроподвижного состава перед ремонтом;

16) шерстемочная — для хранения и промывки подбивки для моторно-осевых, а также буксовых подшипников скольжения электроподвижного состава;

17) вентиляторная — для установки вентиляторов, подающих воздух к кузнечным горнам, и для вентиляции горячих цехов;

18) кузница — для восстановления и исправления деталей в горячем состоянии и изготовления новых поковок;

19) заливочное отделение — для заливки подшипников скольжения баббитом и выплавки баббита;

20) сварочное отделение — для восстановления деталей электрической или газовой сваркой и наплавкой, а также для резки металла;

21) слесарное отделение — для слесарных работ по ремонту механического оборудования электроподвижного состава;

22) механическое отделение — для станочной обработки ремонтируемых деталей;

23) компрессорная — для установки компрессоров, обеспечивающих электродепо сжатым воздухом;

24) лаборатория — для проверки и лабораторного исследования смазки и других материалов, поступающих в депо;

25) аэтоматное отделение — для выполнения работ по ремонту и испытанию воздушного и автотормозного оборудования;

26) отделение ремонта контрольных и измерительных приборов — для ремонта вольтметров, амперметров, манометров, скоростемеров и устройств локомотивной сигнализации и автостопов;

27) инструментально-раздаточное отделение — для хранения, выдачи и ремонта инструмента и приспособлений;

28) столярно-маллярное отделение — для изготовления и ремонта деревянного оборудования и окраски электроподвижного состава;

29) мастерская комплексных и локомотивных бригад — для выполнения работ по ремонту снятого с электроподвижного состава оборудования;

30) кладовая для хранения запасных частей и материалов, поступающих в электродепо, а также запасных частей и аппаратов, отремонтированных в депо;

31) хозяйственное отделение — для ремонта оборудования и устройств электродепо;

32) электротехническое отделение — для обслуживания и ремонта электрооборудования депо.

При выборе цехов, отделений и мастерских электродепо должно учитываться максимальное кооперирование предприятий по изготовлению запасных частей.

Отделения электродепо размещаются в соответствии с технологическим процессом ремонта электроподвижного состава, наимыгоднейшими условиями подачи энергии к потребителям (электроэнергия, сжатый воздух, пар), удобным расширением площадей при увеличении объема работы электродепо и обеспечением требования пожарной безопасности, охраны труда и других специальных условий.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА СТОЙЛ ЭЛЕКТРОДЕПО

Необходимое количество стойл для каждого вида ремонта и осмотра электровозов зависит от объема работы электроподвижного состава и времени простоя его в ремонте или осмотре.

Стойла для производства подъёмного ремонта. Потребное количество стойл подъёмного ремонта  $\Pi_{под}$  определяется по формуле:

$$\Pi_{под} = 1,2 \left( \frac{S}{L_n} - \frac{S}{L_c} \right) t_n,$$



где  $S$  — общий суточный пробег локомотивов (с учётом пробега ремонтируемых в данном электродепо локомотивов, приписанных к другим электродепо) в км;

$L_n$  — норма пробега локомотива между подъёмочными ремонтами в км;

$L_c$  — норма пробега локомотива между средними ремонтами в км;

$t_n$  — норма простоя локомотива в подъёмочном ремонте в сутках;

1,2 — коэффициент, учитывающий соотношение календарных и рабочих дней в году  $\left(\frac{365}{306}\right)$ .

Стойла для производства среднего ремонта. Потребное количество стойл для среднего ремонта  $\Pi_{cp}$  определяется по формуле:

$$\Pi_{cp} = 1,2 \left( \frac{S}{L_c} - \frac{S}{L_k} \right) t_c,$$

где  $L_k$  — норма пробега между капитальными ремонтами в км;

$t_c$  — норма простоя единицы электроподвижного состава в среднем ремонте в сутках.

Стойла для периодического ремонта. Потребное количество стойл большого периодического ремонта электропоездов  $\Pi_{б. пер}$  определяется по формуле:

$$\Pi_{б. пер} = 1,2 \left( \frac{S}{L_{б. н}} - \frac{S}{L_n} \right) t_{б. н},$$

где  $L_{б. н}$  — норма пробега между большими периодическими ремонтами в км;

$t_{б. н}$  — норма простоя электропоезда в большом периодическом ремонте в сутках.

Количество стойл, необходимых для проведения малых периодических ремонтов электроподвижного состава  $\Pi_{мал. пер}$ , определяется по формуле:

$$\Pi_{мал. пер} = \frac{1,2 \gamma}{24} \left( \frac{S}{L_{м. н}} - \frac{S}{L_{б. н}} \right) t_{м. н},$$

где  $L_{м. н}$  — норма пробега между малыми периодическими ремонтами в км;

$t_{м. н}$  — норма простоя единицы электроподвижного состава в малом периодическом ремонте в часах;

24 — число часов в сутках;

$\gamma$  — коэффициент, учитывающий количество смен, которые производят ремонт электроподвижного состава:

при односменной работе  $\gamma = 3$   
 » двухсменной »  $\gamma = 2$   
 » трёхсменной »  $\gamma = 1$

Стойла для контрольного технического осмотра. Потребное количество стойл для контрольного технического

осмотра электроподвижного состава  $\Pi_k$  определяется по формуле:

$$\Pi_k = \frac{1,2 \gamma}{24} \left( \frac{S}{L_m} - \frac{S}{L_{м. н}} \right) t_m,$$

где  $L_m$  — норма пробега между контрольными техническими осмотрами в км;

$t_m$  — норма простоя электроподвижного состава на контрольном техническом осмотре в часах (принимается для электропоездов 3 часа, для моторвагонных секций 2 часа).

Стойла для отстоя локомотивов во время отдыха локомотивных бригад (предусматриваются только при расчётной отопительной температуре ниже  $-25^\circ$ ). Количество стойл, необходимое для стоянки электропоездов в связи с отдыхом локомотивных бригад  $\Pi_o$ , определяется по формуле:

$$\Pi_o = \frac{P t_o}{24},$$

где  $P$  — число электропоездов, оборачивающихся в данном депо за сутки с отдыхом локомотивных бригад;

$t_o$  — среднее время простоя электропоезда на стойле в связи с отдыхом бригад и ожиданием поезда в час.

Стойла для технического осмотра электроподвижного состава между поездками (предусматриваются только при расчётной отопительной температуре ниже  $-25^\circ$ ). Количество стойл для стоянки электропоездов по техническому осмотру между поездками  $\Pi_n$  определяется по формуле:

$$\Pi_n = \frac{m t_{м. о}}{24},$$

где  $m$  — число электропоездов, оборачивающихся в данном депо за сутки при заданных размерах движения;

$t_{м. о}$  — время занятия стойла для технического осмотра в среднем на один оборачивающийся электропоезд в час. (принимается равным не более 1 часа).

Количество стойл для осмотра моторвагонных секций определяется в зависимости от количества секций и длительности их осмотра.

### ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХОВ И ОТДЕЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОДЕПО

Размеры производственных цехов зависят от количества стойл, необходимых для проведения ремонта или осмотра электропоездов и моторвагонных секций, а также от габарита электроподвижного состава.

Длина стойл подъёмочного ремонта электропоездов  $L_{п. э}$  при установке колёсных пар на том же пути определяется по формуле:

$$L_{п. э} = 3 + L_k + 2P + \Sigma L_m + \Sigma D_k + 3 (м),$$

где  $L_k$  — длина кузова;  
 $P$  — количество тележек;  
 $\Sigma L_m$  — длина всех тележек;  
 $\Sigma D_k$  — сумма диаметров всех колёс.

Длина стоек подъёмочного ремонта моторвагонных секций  $L_{п.в}$  при размещении на каждом пути двух вагонов определяется по формуле:

$$L_{п.в} = 3 + 2L_v + 2P + 4L_m + \Sigma D_k + 3,$$

где  $L_v$  — длина кузова вагона.

Таблица 2

Рекомендуемые длины зданий ремонтных цехов электроважных депо (в осях стен)

Наименование цехов и стоек	Размеры в м при ремонте и обслуживании электровазов	
	ВЛ22М и ВЛ19	Н-8
Цех подъёмочного ремонта . . . . .	48	84
Цех периодического ремонта тупикового депо при наличии установок для обточки колёсных пар . . . . .	30	43
Цех периодического ремонта тупикового депо без установок для обточки колёсных пар . . . . .	24	36
Цех периодического ремонта сквозного депо при установке 2 электровазов на одном пути . . . . .	42	66
Здание стоек контрольного технического осмотра, экипировки и стоянки электровазов:		
а) при установке одного электроваза на пути . . . . .	24	36
б) при установке двух электровазов на одном пути сквозного депо . . . . .	42	66

Таблица 3

Рекомендуемые длины зданий ремонтных цехов моторвагонных депо (в осях стен)

Наименование цехов и стоек	Длина здания в м при ремонте и обслуживании моторвагонных секций	
	из 3 вагонов по 20 м	из 2 вагонов по 24 м
Цех подъёмочного ремонта (при размещении на одном пути 2 вагонов) . . . . .	72	78
Цех периодического и контрольно-технического осмотра:		
для состава из одной секции . . . . .	72	54
для состава из двух секций . . . . .	132	108
для состава из трёх секций . . . . .	192	156
» » четырёх секций . . . . .	—	204
Здание моторвагонного депо в пункте оборота:		
для состава из одной секции . . . . .	66	54
для состава из двух секций . . . . .	126	102
для состава из трёх секций . . . . .	186	150
для состава из четырёх секций . . . . .	—	198

Остальные обозначения указаны в предыдущей формуле.

Рекомендуемые длины зданий цехов электроважных депо приведены в табл. 2, моторвагонных депо — в табл. 3.

Ширина здания цеха определяется исходя из потребного количества стоек.

Унифицированные размеры здания цеха подъёмочного ремонта электровазов и моторвагонных секций приведены в табл. 4.

Таблица 4

Унифицированные размеры здания цеха подъёмочного ремонта электровазов и моторвагонных секций

Показатель	Размеры в м
Расстояние между осями смежных путей . . . . .	7,5
Расстояние от оси крайнего пути до продольной стены:	
с одной стороны здания . . . . .	6,0
с другой стороны здания . . . . .	6,0
Расстояние от уровня головки рельсов до низа конструкции перекрытия (по вертикали) . . . . .	10,6
Расстояние от уровня головки рельсов до верхней грани подкранового рельса (по вертикали) . . . . .	8,05

Унифицированные размеры зданий остальных цехов и стоек приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Унифицированные размеры здания цеха большого периодического ремонта электровазов и моторвагонных секций и стоек для одиночной выкатки колёсных пар

Показатель	Размеры в м
Расстояние между осями смежных путей . . . . .	6,0
Расстояние от оси крайнего пути до продольной стены . . . . .	4,5
Расстояние от уровня головки рельсов до низа конструкции перекрытия (по вертикали) при установке мостового крана грузоподъёмностью 5—10 т . . . . .	9,2
Расстояние от уровня головки рельсов до верхней грани подкранового рельса (по вертикали) . . . . .	7,05

Таблица 6

Унифицированные размеры здания цеха малого периодического ремонта, стоек контрольно-технического осмотра, экипировки и стоянки электровазов и моторвагонных секций в основных и оборотных депо

Показатель	Размеры в м
Расстояние между осями смежных путей . . . . .	6,0
Расстояние от оси крайнего пути до продольной стены . . . . .	4,5
Расстояние от уровня головки рельсов до низа конструкции перекрытия (по вертикали) . . . . .	7,0

Размеры отделений электродепо зависят от объёма работ по ремонту оборудования электровазозов и моторвагонных секций и определяются по количеству и габаритам устанавливаемого оборудования и количеству работ-

ников отделения. Нормы площадей, занимаемых оборудованием электродепо с учётом необходимых проходов для обслуживания, указаны в табл. 7.

Таблица 7

Площадь, занимаемая оборудованием электродепо, с учётом необходимых проходов для обслуживания

Наименование оборудования	Занимаемая площадь в м <sup>2</sup> на единицу оборудования	Наименование оборудования	Занимаемая площадь в м <sup>2</sup> на единицу оборудования
Станки металлорежущие:		Закалочная печь . . . . .	12—14
а) мелкие и средние . . . . .	12—14	Молот пневматический с весом падающих частей 250 кг . . . . .	25—30
б) крупные . . . . .	15—20	То же с весом падающих частей 250—350 кг . . . . .	30—35
в) станок колёсно-токарный . . . . .	85—90	Сушильная печь в пропиточной . . . . .	18—20
Бандажировочный станок . . . . .	17—18	Банна для пропитки якостей . . . . .	7—10
Герстак слесарный:		Установка для вакуумно-нагнетательной пропитки . . . . .	30—55
а) на один тиски . . . . .	7—6	Плита для правки деталей . . . . .	8—10
б) на двое тисков . . . . .	10	Компрессор . . . . .	18—20
Герстак столярный . . . . .	8	Стенд для испытания электрических приборов . . . . .	5
Плита для разметки деталей . . . . .	8—10	Станок для центробежной заливки подшипников . . . . .	4
Моечная машина для выварки деталей . . . . .	18—20	Стол для испытания пневматических приборов . . . . .	6—8
Сварочный пост . . . . .	7—12	Стеллаж для деталей . . . . .	2—4
Сварочный агрегат . . . . .	6—14	Шкаф для инструмента . . . . .	2
Газогенератор ацетиленовый . . . . .	10		
Печи для нагрева деталей в сварочной . . . . .	10—12		
Печь для плавки баббита . . . . .	12—18		
Печи кузнечные на один огонь . . . . .	15—18		
То же на два огня . . . . .	25—30		
Нагревательная печь (к пневматическому молоту) . . . . .	25—25		

Таблица 8

Ориентировочные площади отделений основных электровазозных депо

Площади отделений в м <sup>2</sup> электровозных депо, выполняющих					Площади отделений в м <sup>2</sup> электровозных депо, выполняющих				
Наименование  отделений	подъёмочные и периодиче- ские ремонты при годовом пробеге в млн. элект- ровозо-км		периодиче- ские ремонты при годовом пробеге в млн. элект- ровозо-км		Наименование  отделений	подъёмочные и периодиче- ские ремонты при годовом пробеге в млн. элект- ровозо-км		периодиче- ские ремонты при годовом пробеге в млн. элект- ровозо-км	
	5	10	3	5		5	10	3	5
Механическое отде- ление . . . . .	160	250	100	120	Аккумуляторное отде- ление . . . . .	45	45	45	45
Слесарное отделение	30	40			Хромировочное отде- ление . . . . .	80	80	—	—
Колёсно-бандажное отделение с поме- щением для монта- жа роликовых под- шипников . . . . .	230	250	—	—	Отделение ремонта контрольных и из- мерительных при- боров . . . . .	20	30	—	—
Кузница . . . . .	100	150	50	60	Столярно-маллярное отделение . . . . .	40	40	20	30
Сварочное отделение	50	70	30	40	Компрессорная . . . .	60	60	40	60
Заливочное »	40	40	30	30	Генераторная . . . . .	40	50		
Электромашинное отделение . . . . .	250	300	—	—	Роликовое отделение	25	25	—	—
Сушильно-пропиточ- ное отделение с					Вентиляторная . . . .	20	20	10	10
вакуумно-нагнета- тельной пропиткой	80—120	120—160	—	—	Инструментально-	50	70	30	30
Испытательная стан- ция . . . . .	100	140	—	—	Хозяйственное отде- ление . . . . .	50	60	совме- щается с другими отделе- ниями	50
Автоматное отделе- ние . . . . .	50	60			Электротехническое . . . .	20	20		
Аппаратное отделе- ние . . . . .	100	120	40	50	Отделение комплекс- ных и локомотив- ных бригад . . . . .	40	50	30	40
Помещение алюми- ниевых разрядни- ков . . . . .	20	20			Кладовая . . . . .	85	120	60	70
Пантографное отде- ление . . . . .	120	120	75	75	Лаборатория . . . . .	30	30	30	30
					Шерстемоечные отде- ления . . . . .	20	25	20	20

Примечание. Меньшие <sup>1</sup>площади сушильно-пропиточных отделений предусматри-  
ваются при паровом обогреве автоклавов, большие — при масляном.

Примечание. Меньшие площади сушильно-пропиточных отделений предусматриваются при паровом обогреве автоклавов, большие — при масляном.

Таблица 9

## Ориентировочные площади отделений моторвагонных электродепо

Наименование отделений	Площади отделений в м <sup>2</sup> моторвагонных депо, выполняющих				Наименование отделений	Площади отделений в м <sup>2</sup> моторвагонных депо, выполняющих			
	подъёмочные и периодиче- ские ремонты секций при годовом про- беге в млн. секции-км		периодиче- ские ремонты секций при годовом про- беге в млн. секции-км			подъёмочные и периодиче- ские ремонты секций при годовом про- беге в млн. секции-км		периодиче- ские ремонты секций при годовом про- беге в млн. секции-км	
	5	10	3	5		5	10	3	5
Механическое отде- ление	150	180	120	130	Хромировочное отде- ление	80	80	—	—
Слесарное отделение	30	40			Столярное отделение	50	50	40	45
Колёсно-бандажное отделение	180	230	—	—	Малярное »	60	60		
Кузница	80	100	40	40	Роликовое »	30	30	—	—
Заливочное отделе- ние	40	40	—	—	Автоматное »	45	45	35	45
Сварочное отделение	50	70	30	30	Компрессорная . . .	40	40	40	40
Электромашинное отделение	180	180	—	—	Отделение комплек- сных и локомотив- ных бригад . . . .	40	50	30	40
Сушильно-пропиточ- ное отделение с вакуумно-нагнета- тельной пропиткой	70—100	110—170	—	—	Инструментально- раздаточная . . . .	35	40	25	35
Испытательная стан- ция	75	120	—	—	Отделение ремонта контрольных и из- мерительных при- боров . . . . .	20	30	—	—
Аппаратное отделе- ние	75	100	35	45	Хозяйственное отде- ление . . . . .	30	30	совме- щается с други- ми отде- лениями	20
Помещение алюми- ниевых разрядни- ков	20	20			Электротехническое отделение . . . . .	20	20		
Пантографное отде- ление	120	120	40	40	Кладовая . . . . .	50	60	40	40
Аккумуляторное от- деление	45	45	40	40	Вентиляторная . . .	10	15	10	10
					Лаборатория . . . . .	25	25	25	25
					Шерстемоечное отде- ление . . . . .	20	25	20	20

Примечание. \*Меньшие площади сушильно-пропиточных отделений предусматриваются при паровом обогреве автоклавов, большие — при масляном.

Примечание. Меньшие площади сушильно-пропиточных отделений предусматриваются при паровом обогреве автоклавов, большие — при масляном.

Ориентировочные площади отделений электровагонных и моторвагонных электродепо, без учёта площадей коридоров и транспортных дорожек между ними, приведены в табл. 8 и 9.

Высота отделений электродепо указана в табл. 10.

Таблица 10

## Высота отделений электродепо

Наименование отделений	Высота в м	
	от пола до верхнего положения крюка не менее	от пола до потолка (или перекрытия) не менее
Колёсно-бандажное отделение . . . . .	3,2	—
Электромашинное отделение . . . . .	3,2	—
Сушильно-пропиточное отделение . . . . .	3,75	—
Испытательная станция . . . . .	3,2	—
Кузница . . . . .	—	5,0
Заливочное отделение . . . . .	—	5,0
Хромировочное » . . . . .	—	4,0
Компрессорная » . . . . .	—	4,0
Сварочное отделение . . . . .	—	4,0
Прочие отделения . . . . .	—	3,25—4,0

## ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕХОВ И ОТДЕЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОДЕПО

Нормы потребности в оборудовании электродепо для ремонта и осмотра электроподвижного состава и выполнения хозяйственных работ (в станко-агрегатах-часах) приведены в табл. 11 и 12.

Таблица 11

## Оборудование для хозяйственных работ

Наименование оборудования	Норма в процентах от затрат агрегата - станко-часов на ремонт	
	электро- возов	моторва- гонных секций
Токарные станки . . . . .	18	19
Фрезерные » . . . . .	6	62
Строгальные » . . . . .	20	4
Сверлильные » . . . . .	8	40
Кузнечное оборудование . . . . .	15	15
Заливочное » . . . . .	50	5
Электрогазосварочное обо- рудование . . . . .	15	13

Ориентировочная потребность электродепо в основном, вспомогательном и подъёмно-транспортном оборудовании приведена в табл. 13.

Таблица 12

## Оборудование для ремонта и осмотра электроподвижного состава

Наименование оборудования	Норма в станко-агрегатах-часах					
	на один электровоз серии ВЛ22М			на одну моторвагонную секцию		
	Подъёмочный ремонт	Большой периодический ремонт	Малый периодический ремонт	Подъёмочный ремонт	Периодический ремонт	Контрольный технический осмотр
Токарные станки	248	15	11,3	216	8	0,1
Шлифовальные станки	66	—	—	—	—	—
Полировальные станки	9	—	—	—	—	—
Фрезерные станки	6	3	2,1	27	0,7	—
Строгальные станки	37	3	2,1	54	3,2	0,1
Сверлильные станки	17	6	1,3	46	2,4	0,1
Колёсно-токарные станки	24	—	—	43	—	—
Горн бандажный	8	—	—	—	—	—
Кузнечно-рессорное оборудование	88	8,5	6,3	151	5,5	0,2
Меднико-заливочное оборудование	20	1	0,9	22	1,9	—
Газосварочные агрегаты	37	1	0,9	89	4,8	0,2
Электросварочные агрегаты	76	3	2,7			

Таблица 13

## Ориентировочная потребность электродепо в основном вспомогательном и подъёмно-транспортном оборудовании

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	без подъёмочного ремонта с пробегом 3 млн. электровозо- км в год	Электровозное депо		Моторвагонное депо		
				с подъёмоч- ным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электровозо- км в год		без подъёмочного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмоч- ным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
1. Цех подъёмочного ремонта								
Домкраты индивидуальные	$Q=25\text{ т}$ $1320 \times 1340 \times 2802\text{ мм}$	компл.	—	1	2	—	1	2
Кран мостовой	$Q=15/3\text{ т}$	»	—	1	1	—	1	1
Электроподъёмник электро- возного типа	$Q=30\text{ т}$ четырёх- винтовой, $4170 \times$ $\times 2320 \times 2680\text{ мм}$	»	—	1	1	—	—	—
Домкраты для букс	Гидравлический с пневматическим управлением $245 \times 190 \times 195\text{ мм}$ $Q=15\text{ т}$	шт.	—	2	2	—	—	—
Тележка для кузова элект- ровоза	Двухосная колей, $1524\text{ мм}$	»	—	2	4	—	—	—
Тумбы для кузова	Металлические, $600 \times 600 \times 1400\text{ мм}$	компл. на электро- воз или секцию	—	1	1	—	1	2
Тумбы под рамы тележек	—	То же	—	1	2	—	1	2
Ванна для нагрева шестерён	$\varnothing 500\text{ мм}$ , $H=600\text{ мм}$	шт.	—	1	1	—	1	1
Стенд для прикатки зубча- тых передач	$2850 \times 2945 \times 800\text{ мм}$	компл.	—	1	1	—	1	1
Приспособление для снятия и установки фрикционно- го аппарата	Передвижное	»	—	1	1	—	1	1
Приспособление для сжа- тия фрикционного аппа- рата	—	»	—	1	1	—	1	1
Электронагреватель заклё- пок	2НЗ-15	»	—	1	1	—	1	1
Гидропульт для запрессовки смазки	$H=1000\text{ мм}$ , $\varnothing 500\text{ мм}$	»	—	1	1	—	1	1
Кабельный барабан с про- водом 25 мм <sup>2</sup> марки КРПТ-1000,30 м	—	»	—	2	3	—	—	—
Электродварочная ванна	$Q=1,5-2,5\text{ т}$	шт.	—	1	3	—	1	3
Обмывочная »	—	»	—	1	1	—	1	1
Насос для ванн	—	»	—	1	1	—	1	1
Машины для мойки деталей	—	компл.	—	1	1	—	1	1
Пескоструйная камера для очистки деталей	—	»	—	1	1	—	1	1

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровозное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электровозо- км в год	с подъёмоч- ным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электровозо- км в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмоч- ным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
Верстак слесарный	На двое тисков 2 550×850×850 мм	шт.	—	4	8	—	4	8
Стеллаж полочный	2 000×600×2 000 »	»	—	4	8	—	4	8
Шкаф	1 100×550×2 000 »	»	—	4	8	—	4	8
Сварочный трансформатор	Тип СГЭ-34	компл.	—	1	2	—	1	2
Цех периодического ремонта								
Электроподъёмник электро- взного типа	Q=30 т четырёх- винтовой 4 170×2 320× ×2 680 мм Q=10 т	компл.	1	1	1	—	—	—
Кран мостовой электриче- ский	»	»	1	1	1	—	—	—
То же	Q=5 т	»	—	—	—	1	1	1
Установка для обточки ко- лёсных пар без выкатки	—	»	1	1	2	1	1	1
Домкраты индивидуальные	Q=25 т	»	1	1	1	1	1	1
Тумбы для кузова	Металлические 600×600×1 400 Ø 500 мм H=1 000 мм	компл.	1	1	1	1	1	1
Гидропульт для запрессов- ки смазки	Q=6÷15 т	шт.	2	2	4	2	2	2
Домкраты	2 850×2 945×800	компл.	1	1	1	1	1	1
Стенд для прикатки зубча- тых передач	—	»	1	3	4	—	—	—
Кабельный барабан с про- водом 25 мм <sup>2</sup> марки КРПТ-1 000, 30 м	—	»	1	3	4	—	—	—
Электрокары	Q=1,5 т	шт.	1	1	1	1	1	1
Верстак слесарный на двое тисков	2 550×850×850 мм	»	3	3	6	3	3	6
Стеллаж для деталей	2 000×700/900× ×1 100 мм	шт.	2	2	4	2	2	4
Шкаф	1 100×550×2 000	»	3	3	5	3	3	5
Сварочный трансформатор	Тип СГЭ-34	компл.	1	1	2	1	1	2
<i>Колёсно-бандажное отделение</i>								
Колёсно-токарный станок	ВЦ=700 мм РМЦ=2 700 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Карусельный станок	Планшайба Ø 1 400 мм	»	—	—	1	—	—	1
Электрогорн для нагрева бандажей	—	»	—	1	1	—	1	1
Приспособление для пере- тяжки бандажей	—	»	—	1	1	—	1	1
Станок для гибки удержи- вающих бандаж колец	740×765×1 583 мм	»	—	1	1	—	1	1
Пресс для выпрессовки ро- ликовых подшипников из букс	P=6 ат пневматический	»	1	1	1	1	1	1
Пресс для запрессовки ро- ликовых подшипников	—	»	1	1	1	1	1	1
Кран мостовой электриче- ский	Q=5 т	»	—	1	1	—	1	1
Сварочный трансформатор	Тип СТЭ-34	компл.	—	1	1	—	1	1
Мотор-генератор типа СМГ-2а	Переменный ток 220/380 в, постоян- ный ток 250—300 а	»	—	1	1	—	1	1
Ванна электрическая масля- ная для нагрева ролико- вых колец	1 000×580×700 мм	шт.	1	1	1	1	1	1
<i>Кузница</i>								
Молот с электропневмати- ческим приводом	Q=250÷350 кг	шт.	1	2	2	1	2	2
Печь нагревательная	Площадь пода 600×800×1 000— —1 200 мм	»	—	1	1	—	1	1
Горн кузнечный на два огня	—	»	1	2	3	1	2	3
Вентилятор для дутья	—	»	1	1	1	1	1	1
Эксцентриковый пресс	P=50÷70 т	»	—	1	1	—	1	1
Пресс рессорный системы Митюхлева	—	»	—	1	1	—	1	1
Пресс рессорный для рессор Галахова в сборе	—	»	—	—	—	—	1	1
Наковальня весом 150 кг	—	»	2	2	3	2	2	3
Плита правильная	1 200×800×500 мм	»	1	1	1	1	1	1

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровагонное депо		Моторвагонное депо			
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. э.к. в год	с подъёмным и средним ремонт с пробегом в млн. э.к. в год	без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмным ремонт с пробегом в млн. секции-км в год	5	10
Кран-балка	$Q=1\text{ т}$	шт.	—	1	1	—	1	1
Верстак слесарный	2 550×850×850 »	»	1	1	2	1	1	2
Стеллаж для деталей	2 000×600×2 000 »	»	1	2	2	1	2	2
Шкаф для инструмента	1 100×550×2 000 »	»	1	1	2	1	1	2
<i>Механическое отделение</i>								
Токарно-винторезный станок	ВЦ-275 мм	шт.	1	1	1	1	1	1
То же	РМЦ-1 500 »	»	—	1	1	—	1	1
	ВЦ-205 »							
»	РМЦ-750 »	»	1	1	1	1	1	1
	ВЦ-300 »							
»	РМЦ-1 500 »	»	—	1	1	—	1	1
	ВЦ-225 »							
»	РМЦ-1 400 »	»	—	1	1	—	1	1
	ВЦ-200 »							
»	РМЦ-2 000 »	»	—	1	1	—	1	1
	ВЦ-200 »							
»	РМЦ-1 000 »	»	—	1	1	—	1	1
	ВЦ-200 »							
Револьверный станок	—	»	1	1	2	1	1	2
Горизонтально-расточный станок	—	»	—	1	1	—	1	1
Универсально-фрезерный станок	Стол 320×1 250 мм	»	—	1	1	—	1	2
Горизонтально-фрезерный станок	Стол 320×1 250 »	»	—	—	1	—	—	1
Поперечно-строгальный станок	Ход ползуна 700 »	»	1	2	2	1	2	3
Долбежный станок	Ход долбяка 320 »	»	—	—	1	—	—	1
Продольно-строгальный станок	Стол 720×1 240 »	»	—	1	1	—	—	—
Радиально-сверлильный станок	ход 2 400 мм	»	—	—	1	—	—	1
	Диаметр сверла 40—50 мм, вылет 1 250 мм							
Вертикально-сверлильный станок	Диаметр сверла до 30 мм	»	2	2	2	2	2	2
То же	Диаметр сверла 35—50 мм	»	—	—	—	1	1	2
Болторезный станок	Диаметр нарезки 6—38 мм	»	—	1	2	—	1	2
Плоскошлифовальный станок	Стол 600×200 мм	»	—	1	1	—	—	—
Верстак слесарный на двое тисков	2 550×850×850 мм	»	1	1	1	1	1	1
Ручально-шлифовальный станок типа ТШС-250	Диаметр шлифовального круга 250 мм	»	2	2	2	2	2	2
Пожовка механическая	Диаметр материала 250 мм	»	1	1	1	1	1	1
Стеллажи полочные	2 000×600×2 000 мм	»	1	1	1	1	1	1
Станок для продоржки кол-лекторов	ВЦ-400 мм РМЦ-2 000 мм	»	1	—	—	1	—	—
<i>Слесарное отделение</i>								
Плита разметочная	3 000×1 200 мм	»	—	1	1	—	1	1
То же	1 100×700 »	»	1	1	1	1	1	1
Стенд для ремонта авто-сцепки	3 500×1 500× ×1 600 мм	»	—	1	1	—	1	1
Станок для обработки шипа оловки автосцепки	—	»	—	1	1	—	1	1
Сварочно-шлифовальный станок с гибким валом тип 3382	Диаметр круга 200 мм, 1 вала 2 500 мм	»	—	1	1	—	1	1
Пескоструйная камера для очистки деталей	—	»	1	—	—	1	—	—
Пресс для запрессовки втулок	20 т	»	—	1	1	—	1	1
Стенд для испытания тормозных тят	8 000×600×600 мм	»	—	1	1	—	1	1
Кран-балка	$Q=1\text{ т}$	компл.	1	1	1	1	1	1
Ножицы-гильотинные	Толщина листа 10—12 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Сварочный трансформатор	СТЭ-34	»	—	1	1	—	1	1
Стол для сварочных работ	1 200×800×550 мм	»	—	1	1	—	1	1
Плита правильная	1 200×800×500 »	»	1	1	1	1	1	1
Верстак слесарный на двое тисков	2 550×850×850 »	»	2	3	4	2	3	4
Стеллажи для разборки, очистки и сборки деталей	2 000×800×850 »	»	2	4	6	2	4	6
Стеллажи полочные	2 000×600×2 000 »	»	1	1	2	1	1	2

Продолжение

продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровозное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электрово- зм в год	с подъём- ным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электрово- зм в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъём- ным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
<i>Сварочное отделение</i>								
Электросварочный агрегат	СМГ-26, 350 а, 25 в	шт.	1	1	2	1	1	2
Электросварочный транс- форматор	СТЭ-34	»	2	3	4	2	3	4
Горн для подогрева деталей	На 1 огонь	»	1	1	1	1	1	1
Газогенератор	—	»	1	1	2	1	1	2
Стеллаж для баллонов с кислородом	—	»	1	1	1	1	1	1
Стол для сварочных работ	1 200×800×500 мм	»	2	3	4	2	3	4
Таль ручная	Q=0,5 т	»	1	1	1	1	1	1
Стеллаж для деталей	2 000×800×2 000 »	»	1	1	1	1	1	1
Шкаф	1 100×550×2 000 »	»	1	1	1	1	1	1
Верстак слесарный на двое тисков	2 000×850×850 »	»	1	1	1	1	1	1
<i>Заливочное отделение</i>								
Электропечь с тиглем для плавки баббита	Ёмкость 100 кг	компл.	—	1	1	—	1	1
Электропечь для нагрева подшипников	—	»	—	1	1	—	1	1
Станок для центробежной заливки подшипников	—	»	—	1	1	—	1	1
Камерная печь	Тип Н-15	»	—	1	1	—	1	1
Печь для цементации	» Ц-35	»	—	1	1	—	1	1
Горн медницкий	—	»	—	1	1	—	1	1
Ванна для воды	—	»	—	1	1	—	1	1
Верстак слесарный	2 000×850×850 мм	»	—	1	2	—	1	2
<i>Роликовое отделение</i>								
Стол-стеллаж для грязных подшипников	1 500×600×800 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Выварочная ванна	t=80÷90°, 1 500×700×900	»	—	1	1	—	1	1
Электрованна для промывки роликовых подшипников	Масляная t=90÷110°, 900×650×700 мм	»	—	1	1	—	1	1
Стол для стока масла с под- шипников	С решёткой и корытом, 650×650×700 мм	»	—	1	1	—	1	1
Стол с ваннами для про- мывки роликовых подшип- ников в бензине	Металлические ванны (три отде- ления)	компл.	—	1	1	—	1	1
Стол для чистых подшипни- ков и стекания бензина с них	С сеткой и корытом, 1 500×800×800 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Бак для отстоя бензина	Металлический с фильтром, Q=600 мм, H=800 мм, Q=0,25 т	»	—	1	1	—	1	1
Тельфер	—	»	—	1	1	—	1	1
Стол для разборки и про- верки роликовых подшип- ников	1 500×600×800 мм	»	—	1	1	—	1	1
Дефектоскоп для проверки колец роликовых подшип- ников	1 500×500×800 мм	»	—	1	1	—	1	1
Стол для комплектования роликовых подшипников	1 500×600×800 мм	»	—	1	1	—	1	1
Шкаф для роликовых под- шипников	Металлический с полками, 1 100×550×2 000 мм	»	—	1	1	—	1	1
Верстак слесарный на один тиски	1 350×850×850 »	»	—	1	1	—	1	1
Стол-стеллаж для подшип- ников	1 500×600×800 мм	»	—	1	1	—	1	1
<i>Хромировочное отделение</i>								
Генератор АНД-1 500/750	Напряжение 6/12 в, мощность 9 квт «Сирокко» № 4	компл.	—	1	1	—	1	1
Вентилятор	—	»	—	1	1	—	1	1
Полировальный станок	—	шт.	—	1	1	—	1	1
Ванна для обезжиривания	1 000×600×600 мм	»	—	1	1	—	1	1
» » горячей воды	1 000×500×600 »	»	—	1	1	—	1	1
» » травления	1 000×500×600 »	»	—	1	1	—	1	1
» » холодной воды	1 000×500×600 »	»	—	1	1	—	1	1
» » никелирования	1 250×1 160 »	»	—	1	1	—	1	1



Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Продолжение					
			Элек.ровозное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электр.возо- км в год	с подъёмным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электр.возо- км в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
Ванна для омеднения	1 250×1 160 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
» » хромирования	1 800×800×875 »	»	—	1	1	—	1	1
Ванна для дистиллирован- ной воды	—	»	—	1	1	—	1	1
Ванна для нейтрализации	—	»	—	1	1	—	1	1
Сушильный шкаф	Электрический	»	—	1	1	—	1	1
Верстак слесарный	2 530×850×850 мм	»	—	1	1	—	1	1
Стеллаж для деталей	2 000×600×2 000 »	»	—	1	1	—	1	1
<i>Электромашинное отделение</i>								
Мостовой электрический кран	Грузоподъёмностью 10 т	компл.	—	1	1	—	—	—
То же	Грузоподъёмностью 5 т	»	—	—	—	—	1	1
Токарно-винторезный станок	ВЦ-400 мм, РМЦ-2 000 »	шт.	—	1	1	—	1	1
Бандажировочный станок со стойкой для бандажной провода	ВЦ-400 » РМЦ-2 000 »	»	—	1	1	—	1	1
Вертикально-сверлильный станок	Диаметр сверла до 12 мм	»	—	1	1	—	1	1
Станок для продорожки кол- лектора	ВЦ-400 » РМЦ-2 000 »	компл.	—	1	1	—	1	1
Станок для динамической балансировки якорей	ВЦ-400 » РМЦ-2 000 »	»	—	1	1	—	1	1
Стенд для кантовки тяговых двигателей	3 000×1 500× ×1 000 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Плита для разборки и сборки тяговых двигателей	Ø 800 мм	»	—	2	4	—	2	3
Пресс гидравлический для выпрессовки и запрессовки подшипников буксовых щитов	С пневматическим плунжером, давлением 5 т	компл.	—	1	1	—	1	1
Стеллаж для отделки элект- рических машин	3 000×1 000×500 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Стол для обточки деталей	2 500×800×800 »	»	—	1	1	—	1	1
Стенд для ремонта остовов	1 500×1 500×800 »	»	—	1	2	—	1	2
Стол для гидравлического испытания шпанов с руч- ным насосом типа ГН-200	2 000×1 000×800 »	компл.	—	1	1	—	1	1
Стенд для установки остова под расточку с 3-фаз- ным электродвигателем	1 500×1 100×260 мм, двигатель АД-4, 9,5 квт	»	—	1	1	—	1	1
Приспособление для расточ- ки горловины моторно-осе- вых подшипников	Переносное	»	—	1	1	—	1	1
Стенд для кантовки якорей	1 700×500×600 мм	»	—	1	1	—	1	1
Стол для полюсных катушек	2 000×800×800 »	шт.	—	1	1	—	1	1
Становка для испытания катушек вспомогательных машин на межвитковые за- мыкания	2 000×800×800 »	компл.	—	1	1	—	1	1
Преобразователь частоты тока типа П-75 с пультом управления	220/380 в, 2 800 об/мин, 36—220 в, 0,200 пер/сек. пульт	»	—	1	1	—	1	1
Печь электрическая для на- грева катушек	560×500×1 100 мм 120° 1 200×1 400× ×1 500 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Пресс для выпрессовки и запрессовки полюсных пневматических катушек	1 000×1 000×800 мм	компл.	—	1	1	—	1	1
Приспособление для установ- ки катушек в осто	—	»	—	1	1	—	1	1
Стойка для ремонта катушек	Ø 600 мм, H=800 мм	шт.	—	1	2	—	1	2
Продувочная камера	2 000×1 500× 2 000 мм	компл.	—	1	1	—	1	1
Тележка передаточная, ко- лея 1 000 мм	1 200. 1 200×400 мм	шт.	—	2	3	—	1	3
Ванна лудильная со столом	Ванна Ø 200 мм, стол 1 000×600× ×800 мм	компл.	—	1	2	—	1	2
Ванна масляная для нагрева колец роликовых подшип- ников	Ø 500 мм, H=600 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Стойки для ремонта якорей	600×600×800 мм	»	—	4	8	—	4	8

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровозное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электрово- зм. км в год	с подъёмным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электрово- зм. км в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
Установка для пайки кол- лектора	1 600×1 170×800 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Установка для импульсных испытаний изоляции тяго- вых двигателей	—	компл.	—	1	1	—	1	1
Стол для испытания кагу- шек из шинной меди	Деревянный 2 000×800×800 »	шт.	—	1	1	—	1	1
Трансформатор для пайки секций	1 000×800×1 500 »	»	—	1	1	—	1	1
Дуговой паяльник с транс- форматором	—	»	—	1	1	—	1	1
Стеллаж для полюсных ка- тушек и секций	2 000×500×600 »	»	—	2	4	—	2	4
Стеллаж для буксовых щитов	3 000×800×800 »	»	—	1	2	—	1	2
Стеллаж для якорей	2 000×1 000×500 »	»	—	2	3	—	1	2
Установка для пайки бан- дажей	1 600×1 170×800 »	»	—	1	1	—	1	1
Стенд для регулировки щёт- кодержателей	600×600×600 »	»	—	2	4	—	2	4
Ванна для промывки деталей	600×600×500 »	»	—	1	2	—	1	2
Стеллаж для деталей ком- прессора	2 000×800×800 »	»	—	1	2	—	1	2
Стеллаж для ремонта ком- прессора	2 000×1 000×500 »	»	—	2	4	—	2	4
Плита разметочная	1 200×800×800 »	»	—	1	1	—	1	1
Верстак слесарный	2 550×850×850 »	»	—	1	8	—	3	6
Верстак обмотчика	2 550×850×850 »	шт.	—	1	2	—	1	2
Шкаф для инструмента	1 100×550×2 000 »	»	—	2	2	—	2	2
Станок для статической ба- лансировки роторов венти- ляторов	1 500×1 000×800 »	»	—	1	1	—	1	1
<i>Сушильно-пропиточное отделение</i>								
Типовая установка для ва- куумно-нагнетательной пропитки якорей и ком- паундировки катушек	С паровым или мас- ляным обогревом	компл.	—	1	1	—	1	1
Вакуум-насос типовой уста- новки	Насос ВНТ, электродвигатель А-42-1	»	—	1	1	—	1	1
Ручной винтовой пресс со столом	P=5 т, размер стола 950×950×800 мм	»	—	1	1	—	1	1
Подставка для снятия пре- дохранительной ленты с катушек	Металлическая	шт.	—	1	1	—	1	1
Установка для пропитки катушек в остове	С подводом лако- провода и выжимным устройством	компл.	—	1	1	—	1	1
Бак для пропитки якорей окуном	Ø 740 мм, H=1 250 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Наклонные козлы для якорей	1 500×700×1 000 мм	»	—	1	2	—	1	2
Станок для удаления из- лишков лака	1 600×800×600 »	»	—	1	1	—	1	1
Бак для приготовления лака	Ø 750 мм, H=1 300 мм давление воздуха 3 ат	»	—	1	1	—	1	1
Печь сушильная	2 600×1 800× ×2 230 мм	компл.	—	2	3	—	2	3
Калорифер типа Б-6	Паровой	»	—	2	3	—	2	3
Вентилятор типа ЭВР-4	Q=5 500 м³/час, H=118 мм вод. ст.	»	—	2	3	—	2	3
Электродвигатель взрыво- безопасный	3,5 кВт, 220/380 в., 1 450 об/мин.	шт.	—	2	3	—	2	3
Тележка для сушильного шкафа	2 300×1 120×400 мм	»	—	2	3	—	2	3
Кран-балка электрическая с нижним управлением	Q=3 т	компл.	—	1	1	—	1	1
Стеллаж для якорей	2 000×1 000×800 мм	шт.	—	1	2	—	1	1
Стеллаж для полюсных ка- тушек	2 000×800×600 »	»	—	1	2	—	1	1
<i>Испытательная станция</i>								
Низковольтный агрегат для токовых испытаний, тип АНД-1 500/750	6/12 в, 1 500/750 а, 9 кВт, 950 об/мин	»	—	1	1	—	1	1

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровозное депо				Моторвагонное депо			
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электрово- з. км в год	с подъёмоч- ным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электрово- з. км в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмоч- ным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год			
				5	10		5	10		
Щит к низковольтному агрегату	700×570 мм	компл.	—	1	1	—	1	1		
Вибрационный стол для испытания БВ	1 000×700×1 400 мм	шт.	—	1	1	—	1	1		
Установка для проверки счетчиков электроэнергии	—	компл.	—	1	1	—	1	1		
Трансформатор напряжения	НОМ-35	»	—	1	1	—	1	1		
Стационарная пробивная установка	10 кв. в. инт. ОМС, 10/20 1 000×1 000× ×2 200 мм	шт.	—	1	1	—	1	1		
Передвижной стол на изоляторах для испытания на пробой	1 200×800×800 мм	»	—	1	1	—	1	1		
Распределительный щит переменного тока	1 800×1 250× 2 400 мм	»	—	1	1	—	1	1		
Динамомотор ДДИ-60	3 000/1500 в, 1 200 об/мин, 30 квт,	»	—	1	1	—	1	1		
Вентилятор среднего давления типа ЦАГИ STD-57, № 6 или ЭВР-5	1 850×740×1 085 мм, Q=1 200 м³/час, n=1 460 об/мин, H=220 мм вод. ст.	»	—	1	1	—	1	1		
Электродвигатель к вентилятору тип А-62-4	14 квт, 220/380 в, 1 460 об/мин	»	—	1	1	—	1	1		
Пульт управления для вспомогательных машин	1 260×900×1 400 мм	компл.	—	1	1	—	1	1		
Стенд для испытания вспомогательных машин	1 300×1 300×600 »	»	—	1	1	—	1	1		
Стенд для испытания тяговых двигателей	3 640×2 250× ×1 250 мм	»	—	1	1	—	1	1		
Пульт управления испытанием тяговых двигателей	1 830×650×1 200 »	»	—	1	1	—	1	1		
Линейный генератор типа ДК-103	1 500 в	шт.	—	1	1	—	1	1		
Вольтодобавочная машина типа ДК-304Б с независимым возбуждением	—	»	—	1	1	—	1	1		
Генератор постоянного тока типа ПН-45	3,3 квт, 1 410 об/мин	»	—	1	1	—	1	1		
Зарядный агрегат типа АЗД-7,5/60	7,5 квт 60 в	компл.	—	1	1	—	1	1		
Асинхронный двигатель типа А-62-4	14 квт, 1 450 об/мин	шт.	—	1	1	—	1	1		
Асинхронный двигатель типа АК-92-4	100 квт, 1 460 об/мин	»	—	2	2	—	2	2		
Асинхронный двигатель типа А-51-4	4,5 квт, 1 440 об/мин	»	—	1	1	—	1	1		
Клеммовая колодка	—	»	—	4	4	—	4	4		
Резервуар для сжатого воздуха на 10 ат	V=0,77 м³ G 900 мм, l=1 396 мм	»	—	2	2	—	2	2		
<i>Электроаппаратное отделение</i>										
Шкаф для сушки электроаппаратуры	1 300×850×1 250 мм	компл.	—	1	2	—	1	2		
Щит к сушильному шкафу	600×410×580 мм	»	—	1	2	—	1	2		
Точильно-шлифовальный станок типа ТШС-250	Диаметр круга 250 мм	шт.	—	1	1	—	1	1		
Вертикально-сверлильный станок типа 2118	Диаметр сверла до 18 мм	»	—	1	1	—	1	1		
Баня лудильная со столом	Ванна Ø 200 мм, стол 1 000×600× ×800 мм	компл.	—	2	2	—	2	2		
Стол для моста Уитстона	1 200×700×800 мм	шт.	—	1	1	—	1	1		
Стенд для испытания контакторов	2 250×1 450× ×2 050 мм	»	—	1	1	—	1	1		
Стенд для испытания электропневматических вентилялей	1 700×700×1 500 мм	»	—	1	1	—	1	1		
Щит к стендам для испытания контакторов и вентилялей	900×500×800 мм	компл.	—	1	1	—	1	1		
Стенд для токовых испытаний	1 000×650×1 620 мм	»	—	1	1	—	1	1		
Щит к стенду для токовых испытаний	700×570×1 400 »	»	—	1	1	—	1	1		
Стенд для проверки и регулировки терморегуляторов	—	»	—	—	—	—	1	1		

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровозное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электрово- зм в год	с подъём- ным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электрово- зм в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмоч- ным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
Стационарная пробивная установка	10 кв. Ом 10/20 1 000× ×1 000×2 200 мм	компл.	1	1	1	1	1	1
Стол-стеллаж на изоляторах	1 500×800×800 мм	шт.	1	1	1	1	1	1
Генератор постоянного тока типа АНД-1 500/750	1 500/750А, 6/12 в, 950 об/мин, 9 квт	»	1	—	—	1	—	—
Электродвигатель трёхфаз- ный к генератору	220/380 в, 970 об/мин	»	1	—	—	1	—	—
Мотор-генератор типа СМГ-2а	220/380 в, 250—350 а	компл.	—	1	1	—	1	1
Тельфер	Q=0,25 т	шт.	—	1	1	—	1	1
Продувочная камера	1 500×1 400× ×1 800 мм	»	1	1	1	1	1	1
Тележка с поворотным при- способлением	800×800×600 мм	»	—	1	1	—	1	1
Ванна для прожировки ко- жаных манжет	—	»	—	1	1	—	1	1
Верстак слесарный на двое тисков	2 550×850×850 мм	»	1	—	3	1	2	3
Стеллаж для деталей	2 000×800×2 000 »	»	1	2	3	1	2	3
Шкаф	1 100×550×2 000 »	»	1	2	3	1	2	3
Стенд для формовки алю- миневых разрядников	1 900×600×800 »	»	1	1	1	1	1	1
Ванна для электролита	500×500×500 мм	»	1	1	1	1	1	1
Стол	1 200×700×800 мм	шт.	1	1	1	1	1	1
Стеллаж для разборки и сборки сопротивлений	2 000×800×850 »	»	—	1	1	—	1	1
<b>Аккумуляторное отделение</b>								
Бетонный лоток для про- мывки аккумуляторов	1 200×600×600 мм	»	1	1	1	1	1	1
Ванна для слива электро- лита	500×500×600 мм	»	1	1	1	1	1	1
Электрический шкаф для сушки элементов аккумуля- торной батареи	1 300×800×850 мм	»	1	1	2	1	1	2
Установка для приготовле- ния дистиллированной воды	Ø 800 мм, H=1 200 мм	»	1	1	2	1	1	2
Ванна для промывки акку- муляторов	—	»	1	1	1	1	1	1
Ванна для хранения дистил- лированной воды	500×500×600 мм	»	1	1	1	1	1	1
Водородный газогенератор	2,5 м³/час	компл.	1	1	1	1	1	1
Вытяжной шкаф	874×850×2 400 мм	шт.	1	1	1	1	1	1
Стеллаж	2 000×800×600 »	»	1	2	3	1	2	3
Таль ручная	Q=0,5 т	компл.	1	1	1	1	1	1
Нагрузочный реосгат сощи- том для разрядки аккумуля- торной батареи	—	»	1	1	1	1	1	1
Установка для зарядки ак- кумуляторной батареи	—	»	1	1	1	1	1	1
Стол для приготовления электролита	2 550×800×800 мм	шт.	1	1	1	1	1	1
Верстак слесарный на двое тисков	2 500×850×850 »	»	1	1	2	1	1	2
Шкаф для инструмента	1 100×550×2 000 »	»	1	1	2	1	1	2
<b>Пантографное отделение</b>								
Тумбы под пантографы	400×400×600 мм	компл.	2	3	4	2	3	4
Стойка для ремонта поло- зов пантографов	1 200×800×1 050 мм	»	1	1	2	1	1	2
Шаблон для правки поло- зов пантографов	2 300×800×1 000 »	шт.	1	1	1	1	1	1
Настольно-сверлильный станок типа НС-12	Диаметр сверла до 12 мм	»	1	1	1	1	1	1
Точильно-шлифовальный станок типа ТШС-250	Диаметр круга 250 мм	»	1	1	1	1	1	1
Шаблон для нижней рамы пантографа	13 72×1 928 мм	»	1	1	1	1	1	1
Шаблон для верхней рамы пантографа	1 938×1 243 »	»	1	1	1	1	1	1
Паяльник с трансформато- ром	—	»	1	1	1	1	1	1
Стеллаж для полозов тографов	1 000×900×1 600 мм	»	1	1	2	1	1	2
Стеллаж полочный	2 000×600×2 000 »	»	1	1	1	1	1	1

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровагонное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмочного ремонта с пробегом в 3 млн. электроваго- нов в год	с подъёмоч- ным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электроваго- нов в год		без подъёмочного ремонта с пробегом в 3 млн. секций-км в год	с подъёмоч- ным ремонтом с пробегом в млн. секций-км в год	
				5	10		5	10
Верстак слесарный на двое тисков	2 550 × 850 × 850 мм	шт.	1	1	3	1	1	3
Шкаф	1 100 × 550 × 2 000 »	»	1	1	2	1	1	2
<i>Отделение ремонта измерительных приборов</i>								
Токарный настольный ста- нок типа Т-65	ВЦ-65 мм, РМЦ-200 мм	»	—	1	1	—	1	1
Настольно-сверлильный станок НС-12	Свёрла до 12 мм	»	—	1	1	—	1	1
Стенд для испытания при- боров	1 500 × 700 × 800 мм	компл.	1	1	1	1	1	1
Стенд для испытания авто- стопов	—	»	1	1	1	1	1	1
Пресс для испытания манометров	Масляный до 25 ат	»	—	1	1	—	1	1
Стенд для испытания ско- ростемеров	—	»	1	1	1	1	1	1
Стеллаж полощный	2 000 × 600 × 2 000 мм	шт.	1	1	1	1	1	1
Верстак слесарный на один тиски	1 350 × 850 × 850 »	»	1	2	2	1	1	2
Стол	1 200 × 700 × 800 »	»	1	1	1	1	1	1
Шкаф	1 100 × 550 × 2 000 »	»	1	1	2	1	1	2
<i>Генераторная</i>								
Генератор постоянного тока типа ПН-290	230 в, 40 кат, 1 470 об/мин	»	2	3—4	5	1	1	2
Электродвигатель трёхфаз- ный А-82-4	55 кат, 230/380 в, 1 460 об/мин	»	2	3	5	1	1	2
Генератор постоянного тока типа ПН-68	115 в, 4,8 кат, 1 450 об/мин	»	1	1	1	1	1	1
Электродвигатель трёхфаз- ный типа А-52-4	220/380 в, 7 кат, п=1 450 об/мин	»	1	1	1	1	1	1
<i>Компрессорная</i>								
Компрессор ВВК-200 с дви- гателем 40 кат 220/380 в	P=6 ат, V=4,8 м³/мин	компл.	1	3	3	1	3	3
Воздухосборник	Ёмкостью 6 м³	шт.	2	2	2	2	2	2
Компрессор высокого дав- ления 10—12 ат	—	»	1	1	1	1	1	1
<i>Автоматное отделение</i>								
Токарно-винторезный ста- нок ТН-27	ВЦ-275 мм, РМЦ-1 500 мм	»	—	1	1	—	1	1
Вертикально-сверлильный станок типа 2118	Диаметр сверла до 18 мм	»	—	1	1	—	1	1
Точильно-шлифовальный станок типа ШС-250	Диаметр круга 250 мм	»	—	1	1	—	1	1
Пресс гидравлический для опрессовки резервуаров	P до 30 ат, 800 × 500 × 700 мм	»	—	1	1	—	1	1
Испытательный стенд для автотормозного оборудо- вания (пневматического для электровазов, элек- тропневматического для электросекций)	1 750 × 1 200 × × 1 400 мм	»	1	1	1	1	1	1
Стенд для испытания предо- хранительных клапанов	—	компл.	1	1	1	1	1	1
Гельфер	Q 0,25 т	шт.	—	1	1	—	1	1
Вагны для прожировки ко- жаных манжет	Q 538 мм, H=625 мм	»	1	1	1	1	1	1
Стеллаж для разборки	2 000 × 800 × 800 мм	»	—	1	1	—	1	1
Вагны для промывки дета- лей	600 × 600 × 500 мм	»	—	1	2	—	1	2
Стеллаж с сеткой для про- тирки деталей	2 000 × 800 × 800 мм	»	—	1	2	—	1	2
Верстак слесарный на двое тисков	2 550 × 850 × 850 »	»	1	1	2	1	1	2
Стеллажи для деталей	2 500 × 850 × 850 »	»	1	1	2	1	1	2
Шкаф	1 100 × 550 × 2 000 »	»	1	1	2	1	1	2
<i>Инструментально- раздаточная</i>								
Токарно-винторезный ста- нок	ВЦ-175 мм, РЦМ-750 »	»	—	1	1	—	1	1
Вертикально-сверлильный станок типа 2118	Диаметр сверла до 18 мм	»	—	1	1	—	1	1

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Электровагонное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электроваго- нов в год	с подъёмоч- ным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электроваго- нов в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмоч- ным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
Универсально-заточный станок	ВЦ-125 мм. РМЦ-650 мм	шт.	—	1	1	—	1	1
Станок для доводки резцов	—	»	—	1	1	—	1	1
Станок анодно-механической заточки резцов М-4352	—	»	—	1	1	—	1	1
Станок для заточки резцов	Длина стола 600 мм.	»	—	1	1	—	1	2
Точильно-шлифовальный станок типа ТШС-250	Диаметр круга 250 мм	»	1	1	1	1	1	1
Аппарат для электроискрового упрочнения поверхностей	—	»	1	1	1	1	1	1
Аппарат для определения влажности изоляции	—	»	1	1	1	1	1	1
Станок для испытания наждачных кругов	—	»	—	1	1	—	1	1
Плига правильная	—	»	1	1	1	1	1	1
Верстак	2 550×850×850 мм	»	1	1	2	1	1	2
Стеллаж полощно-клеточный	3 500×600×2 000 »	»	2	4	6	2	4	6
Шкаф	1 100×550×2 000 »	»	1	2	3	1	2	3
Стол	1 200×700×800 »	»	1	1	1	1	1	1
<b>Кладовая</b>								
Стеллаж	5 000×800×2 000 мм	шт.	2	3	4	2	3	4
Весы сотенные	До 500 кг	»	1	1	1	1	1	1
» настольные	» 30 »	»	1	1	1	1	1	1
Стол	1 200×700×800 »	»	1	2	2	1	2	2
Шкаф	1 100×550×2 000 »	»	2	4	6	2	4	6
<b>Столярно-машинное отделение</b>								
Токарный деревообрабатывающий станок	ВЦ-250 мм. РМЦ-2 000 мм	»	1	1	1	1	1	1
Пила циркулярная	Ø 400 мм	»	—	1	1	—	1	1
» ленточная	—	»	—	1	1	—	1	1
Сверлильный станок	Ø сверла до 50 мм	»	—	1	1	—	1	1
Рейсмусовочный станок	—	»	—	1	1	—	1	1
Клееварка	Ø 150 мм, П=250 мм	»	1	1	1	1	1	1
Верстак столярный	2 000×650×850 »	»	—	2	2	1	2	3
Шкаф для инструмента	1 100×550×2 000 »	»	1	2	2	1	2	3
Краскотёрка вальцовая	300×200×300 »	»	—	1	1	—	1	1
Верстак малярный	2 550×850×850 »	»	1	1	1	1	1	2
Стеллаж	1 100×550×2 000 »	»	1	1	1	1	1	2
<b>Лаборатория</b>								
Пресс Бригелля	—	»	1	1	1	1	1	1
Печь муфельная с электронагревом	t=до 1 200°	»	—	1	1	—	1	1
Аппарат Мартене-Пенского	—	»	—	1	1	—	1	1
Шкаф сушильный	—	»	1	1	1	1	1	1
<b>Хозяйственное отделение</b>								
Пила ножовочная, наибольший диаметр 200 мм	—	»	—	1	1	—	1	1
Вертикально-сверлильный станок типа 2118	Диаметр сверла до 18 мм	»	—	1	1	—	1	1
Точильно-шлифовальный станок типа ТШС-250	Диаметр круга 250 мм	»	—	1	1	—	1	1
Стеллаж	2 000×800×2 000 мм	»	—	1	1	—	1	1
Верстак слесарный на двое тисков	2 550×850×850 »	»	—	1	2	—	1	2
<b>Электротехническое отделение</b>								
Вертикально-сверлильный станок типа 2118	Диаметр сверла до 18 мм	»	1	1	1	1	1	1
Точильно-шлифовальный станок типа ТШС-250	Диаметр круга 250 мм	»	1	1	1	1	1	1
Верстак слесарный на двое тисков	2 550×850×850 мм	»	1	1	2	1	1	2
Стеллаж	2 000×800×2 000 »	»	1	1	1	1	1	1
<b>Отделение комплексных и локомотивных бригад</b>								
Вертикально-сверлильный станок типа 2118	Диаметр сверла до 18 мм	»	—	1	1	—	1	1
Точильно-шлифовальный станок типа ТШС-250	Диаметр круга 250 мм	»	1	1	1	1	1	1

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Продолжение					
			Электровозное депо			Моторвагонное депо		
			без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. электровозо- км в год	с подъёмным и сред- ним ремонтом с пробегом в млн. электровозо- км в год		без подъёмного ремонта с пробегом в 3 млн. секции-км в год	с подъёмным ремонтом с пробегом в млн. секции-км в год	
				5	10		5	10
Верстак слесарный на двое тисков	2 550×850×850 мм	шт.	1	2	2	1	2	2
Стеллаж	2 000×800×2 000 »	»	1	2	2	1	2	2
Шкаф	1 100×550×2 000 »	»	1	1	2	1	1	2
<i>Шерстемоечное отделение</i>								
Двойной бак для пропарки и мойки подбивки	1 600×750×1 150 »	»	—	1	1	—	—	1
Фильтр	Ø 350 мм, Н=350 »	»	—	1	1	—	—	1
Отстойный бак	920×920×130 »	»	—	1	1	—	—	1
Фильтр предварительной фильтрации	Ø 125 мм, Н=270 »	»	—	1	1	—	—	1
Ручной поршневой насос двойного действия	Системы «Ниматра» № 4	»	—	1	1	—	—	1
Пресс для отжимки подби- вочного материала	Ø 800 мм, Н=1 575 мм	»	—	1	1	—	—	1
Бачок с фильтром для сбора отжаты смазки	600×400×300 мм	»	—	1	1	—	—	1
Сушильный шкаф	800×800×1 900 мм	»	—	1	1	—	—	1
Ларь для подбивки	900×500×900 мм	»	—	1	1	—	—	1
Фильтр «Лилипут»	Q=25 кг/час, Ø 400 мм, Н=500 мм	»	—	1	1	—	—	1
Бак для пропитки подбивки	Ø 1 000 мм, Н=700 »	»	—	1	1	—	—	1

### ТЕМПЕРАТУРА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЭЛЕКТРОДЕПО

Расчётные температуры в цехах, отделениях и других помещениях электродепо приведены в табл. 14.

Таблица 14  
Расчётные температуры в цехах, отделениях и  
других помещениях депо

Наименование помещения	Расчётная температура в °С
Цех подъёмного ремонта	+16
» периодического ремонта и стойла контрольно-техниче- ского и технического осмотра	+5
Кузница, сварочное и залива- ное отделения	В рабочей зоне - 16
Электромашинное, аппаратное, механическое и другие отде- ления	+16
Служебные помещения	+18

### ЭКИПИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Экипировочные устройства предназначены для выполнения следующих операций:

- 1) набора электровозами песка;
- 2) снабжения электровозов и моторвагонных секций смазочными и обтирочными материалами;
- 3) осмотра электровозов и моторвагонных секций.

Для выполнения этих операций экипировочные устройства имеют следующие основные помещения:

- 1) склад для хранения запасов песка;
- 2) помещение для сушки песка;
- 3) место для загрузки песка на электровоз;
- 4) место хранения смазочных материалов;

5) помещение для хранения обтирочных материалов;

6) помещение для выдачи смазочных и обтирочных материалов;

7) место для очистки и осмотра электроподвижного состава.

Кроме того, предусматривается контора и бытовые помещения.

Экипировочные устройства, удалённые от основного депо, могут также иметь кладовую запчастей, мастерскую, комнату для бригады, буфет, гардеробы и душ.

В зависимости от объёма работы экипировочные устройства имеют разные площади помещений и различное оборудование.

### Песочное хозяйство

Для повышения коэффициента сцепления колёс с рельсами электровоз обеспечивается запасом сухого песка. Песок по мере необходимости подаётся машинистом из песочниц под колёса.

На железных дорогах, расположенных в районах образования инея, применяется песок повышенного качества, на других железных дорогах — песок как повышенного, так и нормального качества.

Качество песка определяется по минералогическому и химическому составу, а также по величине зёрен.

Минералогический и химический состав песка нормального и повышенного качества приведён в табл. 15.

Состав песка по величине зёрен приведён в табл. 16.

Влажность песка, загружаемого в песочницы, должна быть не более 0,5% по весу (средняя влажность карьерного песка составляет 4-8%).

Таблица 15

## Минералогический и химический состав песка в %

Качество песка	Минералогический состав			Химический состав			
	Содержа- ние кварца не менее	Глинистая составля- ющая (опреде- ляемая отмучива- нием) не более	Содержа- ние поле- вого шпата и других минералов и горных пород не более	Потери при прокаливании	Кремне- кислота	Глинозём	Остальные составляющие
Нормальное .	70	3	27	Не более 1	Не менее 80	Не более 5	Не более 14
Повышенное .	90	1	9	Не более 1	Не менее 92	Не более 3	Не более 4

Таблица 16

## Состав песка по величине зерен в %

Качество песка	Остатков песка при просеивании через сита с нормальным размером стороны ячейки в свету в мм					Пылева- тых частиц размером меньше 0,05 мм (после просеива- ния через сито 0,05 мм)	Глинистая составля- ющая, опреде- ляемая отму- чиванием пес- ка до его про- сеивания <sup>1</sup> с размером в поперечнике менее 0,022 мм	Зёрна диаметром от 0,05 до 2,0 мм в рабочей массе песка	Пыль зерна диа- метром меньше 0,05 мм
	2,0	1,0	0,5	0,1	0,05				
Нормальное .	Не долж- но быть	Не более 10	Не менее 30	Не менее 50	Не более 4	Не более 3	Не более 3	Не менее 94	Не более 6
Повышенное	То же	Не более 10	Не менее 30	Не менее 55	Не более 2	Не более 2	Не более 1	Не менее 97	Не более 3

<sup>1</sup> К глинистой составляющей условно относятся частицы независимо от их минералогического и химического состава, скорость осаждения которых в воде средней жёсткости при температуре 15–20°C менее 25 мм/мин.

Объёмный вес сухого песка равен 1,4–1,6 т/м³, сырого — около 2,6 т/м³.

Хранение песка. Объём склада песка определяется в зависимости от нормы расхода песка на каждые 100 электровозо-км, величины пробега электровозов и норм запаса песка.

Нормы расхода песка в кубических метрах на 100 электровозо-км указаны в табл. 17.

Таблица 17

## Нормы расхода песка

Характер профиля	Расход песка на 100 электровозо-км в м³ для электровозов	
	ВЛ22М и ВЛ119	8-осного
Равнинный . . . . .	0,08	0,10
Средний . . . . .	0,12	0,14
Холмистый . . . . .	0,20	0,21

Нормы запаса песка указаны в табл. 18

Таблица 18

## Нормы запаса песка

Климатический пояс	Нормы запаса песка, в месяцах
1-й	7
2-й	5
3-й	4
4-й	2

Необходимый запас песка в кубических метрах  $W$  определяется по формуле:

$$W = \frac{a S_2 k}{12} 10^4 \text{ м}^3, \quad (31)$$

где  $a$  — норма расхода песка в м³ на 100 электровозо-км;

$S_2$  — пробег электровозов в млн. электровозо-км в год;

$k$  — нормы запаса песка в месяцах (см. табл. 18).

При установлении нормы запаса песка должна учитываться также продолжительность периода, в течение которого работа карьеров приостанавливается.

Склады песка могут быть комбинированного или закрытого типа.

Комбинированный склад песка включает в себя открытый штабель сырого песка и закрытый склад для хранения сухого или подсушенного песка. Ёмкость закрытого склада принимается из расчёта хранения двухмесячного запаса песка для северных районов и одномесячного запаса для южных районов.

Хранение сырого песка при низких температурах приводит к его смерзанию. Поэтому могут применяться также склады песка закрытого типа на полную ёмкость зимнего запаса с закладкой в него предварительно подсушенного песка до влажности 2,5–3,0%, обеспечивающей его несмерзаемость при низких температурах.

Закрытые склады песка выполняются арочной или каркасно-обшивочной конструкции без заглубления пола или с заглублением до 1 м (в зависимости от уровня грунтовых вод).



Размеры складов

Таблица 19

Тип склада	Суточный расход песка в м³	Ширина склада в м	Полезная ёмкость склада на 1 пог. м данн в м³	Длина склада в м при норме запаса			
				7 месяцев	5 месяцев	4 месяца	2 месяца
Каркасно-обшивной без заглубления пола	8	12	35	51	37	30	—
	10	12	35	63	46	37	—
	15	12	35	91	68	55	28
	20	12	35	124	89	72	37
	25	12	35	—	111	89	46
	35	12	35	—	—	124	63
	55	12	35	—	—	—	98
То же с заглублением пола на 1 м ниже уровня земли	8	12	45	40	29	24	—
	10	12	45	50	36	29	—
	15	12	45	73	53	43	22
	20	12	45	97	70	56	29
	25	12	45	120	87	70	36
	35	12	45	—	120	97	49
	55	12	45	—	—	—	76
Арочный без заглубления пола	10	18	90	27	—	—	—
	15	18	90	39	29	23	—
	20	18	90	51	37	30	—
	25	18	90	62	46	37	—
	35	18	90	86	62	51	27
	55	18	90	133	96	77	40
	15	24	114	31	—	—	—
	20	24	114	41	30	—	—
	25	24	114	50	37	30	—
	35	24	111	69	50	41	22
	55	24	114	106	70	62	33
Арочный с заглублением пола на 1 м ниже уровня земли	10	18	106	23	—	—	—
	15	18	106	33	25	—	—
	20	18	106	43	32	26	—
	25	18	106	53	39	32	—
	35	18	106	73	53	43	23
	55	18	106	113	82	66	35
	15	24	137	27	—	—	—
	20	24	137	34	24	—	—
	25	24	137	42	31	24	—
	35	24	137	58	42	34	—
	55	24	137	88	64	52	28

В табл. 19 приведены рекомендуемые размеры складов закрытого типа в зависимости от суточного расхода песка и норм запаса.

Разгрузка и транспортировка сырого песка. Для разгрузки сырого песка с платформ рядом со складом или в торце его предусматриваются разгрузочные пути. При разгрузке и транспортировке песка на склад сырого песка и к печам применяются следующие механизмы: разгрузочные установки, грейферные краны, скреперы, транспортёры, а также вагонетки и механизированные подъёмники.

Основные данные скреперной установки с лебёдкой типа ЛУ-15 следующие:

Производительность скреперной установки при дальности скреперования 30—50 м . . . . .	18—10 м³/час
Скорость рабочего хода скрепера . . . . .	0,92 м/сек
» холостого » . . . . .	1,38 »
Тяговое усилие рабочего каната . . . . .	1 360 кг
Диаметр рабочего барабана . . . . .	290 мм
» холостого » . . . . .	385 »
Мощность электродвигателя лебёдки . . . . .	15 кВт
Вес лебёдки с электродвигателем . . . . .	835 кг

Грейферные краны, ленточные транспортёры и другие механизмы выбираются в зависимости от необходимого объёма работ по транспортировке песка.

Сушка песка. Для сушки и подсушки песка применяются жаротрубные или барабанные печи.

Необходимое количество и тип печей определяются исходя из пробега электровозов, нормы расхода песка и производительности печей. Данные производительности печей для сушки песка приведены в табл. 20.

Таблица 20

Производительность печей для сушки песка

Тип печи	Производительность в м³/час
Жаротрубная . . . . .	0,5
Барабанная СОБУ-1 . . . . .	0,8
» СОБУ-1М . . . . .	1,2
Дорог Донбасса . . . . .	1,6
3-ходовое сушило . . . . .	1,6—2,0
Барабанная СОБУ-2 . . . . .	3,35

Транспортировка сухого песка. Высушенный в печах песок транспортируется в раздаточный бункер или на склад сухого песка сжатым воздухом. Раздаточные бункеры размещаются в верхней части экипировочных стоек в междупутье.

Каждый бункер имеет объём 3 или 5 л.³. Из бункера песок самотёком через резиновые шланги или шарнирные раздвижные трубы подаётся к песочницам электровоза.

В зависимости от объёма работы предусматривается два, четыре или шесть экипировочных стоек. Эти стойла имеют канавы

для осмотра электровозов в период экипировки. В зависимости от климатических условий экипировочные устройства делаются закрытыми или открытыми.

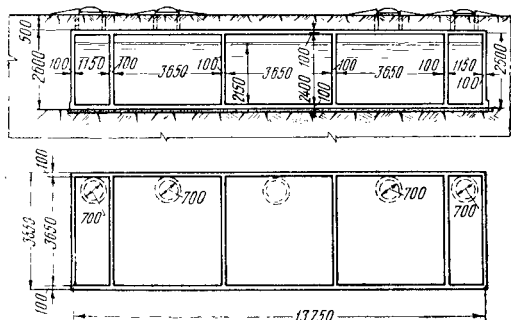
### Смазочное хозяйство.

К смазочному хозяйству относятся сливные устройства, а также места хранения и выдачи смазок и обтирочных материалов.

Для хранения индустриального и осевого, а иногда и трансмиссионного масла предусматриваются подземные железобетонные или стальные резервуары. Слив масла в них из железнодорожных цистерн, в которых оно поставляется, производится самотёком через приёмные колодцы по грубам диаметром 200—250 мм.

Для каждого вида масла предусматривается по одному или по два резервуара. Объём резервуаров выбирается из расчёта хранения запаса индустриального или осевого масла (летнего или зимнего) в течение 1,5—3 месяцев в зависимости от дальности подвоза масла и климатических условий района, но не менее 28 м<sup>3</sup> по условиям слива 25-т железнодорожной цистерны с учётом наличия переходящего запаса масла на 15—20 суток.

Ориентировочные размеры хранилищ для электровозной тяги при различном объёме работы приведены в табл. 21 и 22.



Фиг. 5. Подземное железобетонное хранилище для смазочных материалов

Таблица 21  
Ориентировочные ёмкости подземных стальных резервуаров для смазочных материалов на эксплуатацию и ремонт электровозов

Показатель	Необходимый запас масла в т при норм. запасе 60 суток	Количество резервуаров	Ёмкость резервуаров в м <sup>3</sup>	
			одного	общая
Экипировочное устройство с годовым пробегом 3 млн. электровозо-км:				
а) для индустриального масла . . .	10,4	1	28	39
б) для осевого масла . . . . .	6,6	1	11	
в) для трансмиссионного масла . .	2,6	1	11	39
Экипировочное устройство с годовым пробегом 5 млн. электровозо-км:				
а) для индустриального масла . . .	17,4	1	28	39
б) для осевого масла . . . . .	10,8	1	11	
в) для трансмиссионного масла . .	4,33	1	11	39
Экипировочное устройство с годовым пробегом 10 млн. электровозо-км:				
а) для индустриального масла . . . .	34,8	1	51	62
б) для осевого масла . . . . .	21,5	1	11	
в) для трансмиссионного масла .	8,66	1	11	39

Железобетонные хранилища делаются прямоугольной формы с перегородками, образующими ёмкости для хранения различных сортов масел (фиг. 5). Эти хранилища целесообразно применять в сухих грунтах с горизонтом грунтовых вод ниже уровня дна хранилища.

Металлические хранилища выполняются в виде цилиндрических сварных или клёпанных резервуаров.

Таблица 22

Ориентировочные размеры подземных железобетонных хранилищ для смазочных материалов на эксплуатацию и ремонт электровозов

Показатель	Необходимый запас масла в т при норм. запасе 60 суток	Количество отсеков	Размер отсека в м <sup>3</sup>	Ёмкость хранилищ в м <sup>3</sup>		Строительная характеристика хранилищ	
				одного отсека	общая	Площадь застройки в м <sup>2</sup>	Строительная кубатура в м <sup>3</sup>
Экипировочное устройство с годовым пробегом 3—5 млн. электровозо-км:							
а) для индустриального масла .	10,4—17,4	1	3,65×3,65×2,40	29	38	43,7	114
б) для осевого масла . . . . .	6,6—10,8	1	3,65×1,15×2,40	9			
в) для трансмиссионного масла	2,6—4,33	1	3,65×1,15×2,40	9	38	53,3	139
Экипировочные устройства с годовым пробегом 10 млн. электровозо-км:							
а) для индустриального масла .	34,8	2	3,65×3,65×2,40	58	67	53,3	139
б) для осевого масла . . . . .	21,5	1	3,65×1,15×2,40	9			
в) для трансмиссионного масла	8,66	1	3,65×1,15×2,40	9	38	53,3	139

Все хранилища устанавливаются с уклоном  $= 0,01$  для удобства сбора и периодической откачки отстоя.

Остальные смазки — компрессорное и ва-селиновое масло, солидол, смазка 1—13 и др., а также керосин поставляются в бочках и хранятся в своей таре.

Ежедневный расход смазочных материалов определяется исходя из установленных норм расхода смазочных материалов (см. табл. 23 и 24) и объема работы электроподвижного состава.

Подача индустриального, осевого и трансмиссионного масел из подземных хранилищ производится сжатым воздухом. Для этого в резервуарах монтируются выжимные баки емкостью 50—100 л. Масло в них поступает из резервуаров самотёком. При подаче сжатого воздуха в заполненные маслом выжимные баки масло под давлением направляется по трубам в специальные баки емкостью 300—500 л, расположенные в помещении кладовой смазочных материалов на высоте 2—2,3 м от пола. Из этих баков масло самотёком проходит через фильтры в раздаточные баки емкостью по 90 л и далее через раздаточные краны в посуду потребителя.

Количество отпускаемого масла определяется взвешиванием на установленных под кранами весах.

Заправка моторно-осевых и моторно-якорных подшипников с постоянным уровнем смазки производится от специальных маслозаправочных колонок или колодцев под давлением 2—2,5 ат.

Компрессорное масло подаётся из тары (бочки) насосом в бак объемом 300—500 л,

установленный в помещении кладовой, рядом с баками для машинного и осевого масла, на высоте 2—2,3 м. Из бака масло поступает через фильтр в раздаточный бак емкостью 90 л, а из него — к раздаточному крану.

В зимнее время, при низких температурах, повышается вязкость масла и замедляется его движение по трубам. Поэтому в подземных хранилищах, баках, заправочных колонках предусмотрен подогрев масла при помощи змеевиков, по которым пропускают пар из котельной. Разогрев масла в цистернах и бочках производят переносными паровыми змеевиками.

Необходимые поверхности нагрева змеевиковых подогревателей для подземных хранилищ (ориентировочные) приведены в табл. 25.

Керосин подаётся из тары (бочки) насосом в напорный бак, установленный рядом с напорными баками для масел, от которого направляется самотёком к раздаточному крану.

Остальные смазочные материалы, потребляемые в меньших количествах, отпускаются по весу из раздаточных баков или тары, установленных в кладовой.

В кладовой обтирочных материалов установлены лари, ящики и стеллажи, в которых хранится 5—10-суточный запас чистых тряпок, фетильной пряжи, подбивочных и обтирочных концов. Обтирочные материалы отпускаются по весу.

Принципиальная схема смазочного хозяйства приведена на фиг. 6.

План и разрезы экипировочного устройства в пункте оборота с двумя барабанными печами и четырьмя экипировочными стойками, приме-

Т а б л и ц а 23

Нормы расхода смазочных и обтирочных материалов на эксплуатацию и ремонт электровозов

Наименование материалов	Единица измерения	Норма расхода на					
		единицу капитального ремонта	единицу среднего ремонта	1 млн. пробега электровоза для текущего ремонта, включая подёмный и периодический ремонт	единицу подвёмного ремонта	единицу периодического ремонта	10 000 км пробега электровоза (на обслуживании в эксплуатации)
Индустриальное масло, ГОСТ 1507—51 (машинное) . . . . .	кг	120	120	1092	140	12	180
Осевое масло, ГОСТ 610—48 . . . . .	»	80	80	688	80	8	120
Компрессорное масло, ГОСТ 1861—44 . . . . .	»	18	18	502	18	8	6
Масло приборное МВП, ГОСТ 1805—51 . . . . .	»	1,5	1,0	14,2	1,0	0,2	0,1
Трансмиссионное масло—нигрел, ГОСТ 542—50 . . . . .	»	40	36	1116	36	18	40
Консистентная смазка УТВ 1-13, ГОСТ 1631—51 . . . . .	»	5	4	37	4	0,5	—
Консистентная смазка УС—солидол жировой, ГОСТ 1033—51 . . . . .	»	5	5	121	3	2	2
Консистентная смазка УН—вазелин технический, ГОСТ 782—47 . . . . .	»	2	2	14,2	1	0,2	—
Смазка тормозная 4-а, ТУ МПС 1949 г. . . . .	»	2	2	34	2	0,5	—
Трансформаторное масло . . . . .	»	1,5	1,0	—	—	—	—
Парфюмерное масло . . . . .	»	1	2	1,1	—	0,02	—
Прожировка 40 по ТУ МПС . . . . .	»	1	1	10,1	1,5	0,1	—
Прожировка 12 по ТУ МПС . . . . .	»	1	1	8	0,8	0,1	—
Керосин . . . . .	»	60	60	1718	90	8	10
Обтирочные материалы . . . . .	»	75	74	1546	49,5	6,2	10,5
В том числе салфетки технические . . . . .	»	30	20	185	15	2,5	—
Графит . . . . .	»	0,7	0,7	160	0,5	0,5	1,3

Таблица 21

Норма расхода смазочных и обтирочных материалов на эксплуатацию и ремонт моторвагонных секций

Наименование материалов	Единица измерения	Норма расхода на													
		единицу капитального ремонта		единицу среднего ремонта		1 млн. пробега секции для текущего ремонта, включая подъёмочные и периодические ремонты и профилактические осмотры		единицу подъёмочного ремонта		единицу периодического ремонта		единицу профилактического осмотра		10 000 км пробега секции (на обслуживание в эксплуатации)	
		C <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>	C <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>	C <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>	C <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>	C <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>	C <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>	C <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>
Индустриальное масло, ГОСТ 1707—51:															
а) машинное	кг	40	60	40	60	5 658	7 352	30	40	15	20	8	12	7,2	7,2
б) веретённое	»	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Осоевое масло, ГОСТ 610—48	»	3	3	3	3	95	95	5	5	2	2	—	—	—	—
Компрессорное масло, ГОСТ 1861—44	»	7	7	7	7	284	284	6	6	2	2	0,3	0,3	—	—
Масло приборное МВП, ГОСТ 1805—51	»	1	1	0,6	0,6	9,5	9,5	0,5	0,5	0,2	0,2	—	—	0,01	0,01
Трансмиссионное масло—нигрол, ГОСТ 542—50	»	15	15	15	15	3 129	3 129	15	15	15	15	4	4	—	—
Консистентная смазка УТВ1—13, ГОСТ 1631—51	»	72	72	72	72	1 281	1 281	50	50	5	5	1,5	1,5	—	—
Консистентная смазка УС — солидол жировой, ГОСТ 1033—51	»	5	5	5	5	445	445	5	5	3	3	0,5	0,5	0,3	0,3
Консистентная смазка УН—вазелин технический, ГОСТ 782—47	»	1,5	1,5	1	1	87	87	3	3	0,4	0,4	0,1	0,1	—	—
Смазка тормозная 4а, ТУ МПС 1949	»	1,5	1,5	1,5	1,5	24	24	1,5	1,5	0,5	0,5	—	—	—	—
Трансформаторное масло	»	2,4	2,4	2,4	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Парфюмерное масло	»	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,15	0,15	—	—	—	—	—	—
Прожировка 40 по ТУ МПС	»	0,5	0,5	0,5	0,5	8	8	2	2	0,05	0,05	—	—	—	—
Прожировка 12 по ТУ МПС	»	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5	0,15	0,15	0,05	0,05	—	—	—	—
Керосин	»	33	33	30	30	633	633	50	50	5	5	0,2	0,2	1,6	1,6
Обтирочные материалы	»	59	59	59	59	1 041	1 041	21	21	2,5	2,5	0,9	0,9	3,2	3,2
В том числе салфетки технические	»	15	15	15	15	200	200	10	10	1,1	1,1	0,2	0,2	—	—
Графит	»	1	1	1	1	10,5	10,5	1,5	1,5	0,15	0,15	—	—	2	2

няемого при годовом пробеге электровозов примерно 10 млн. *электровозо-км* показаны на фиг. 7.

Таблица 25

Ориентировочные поверхности нагрева змеевиковых подогревателей

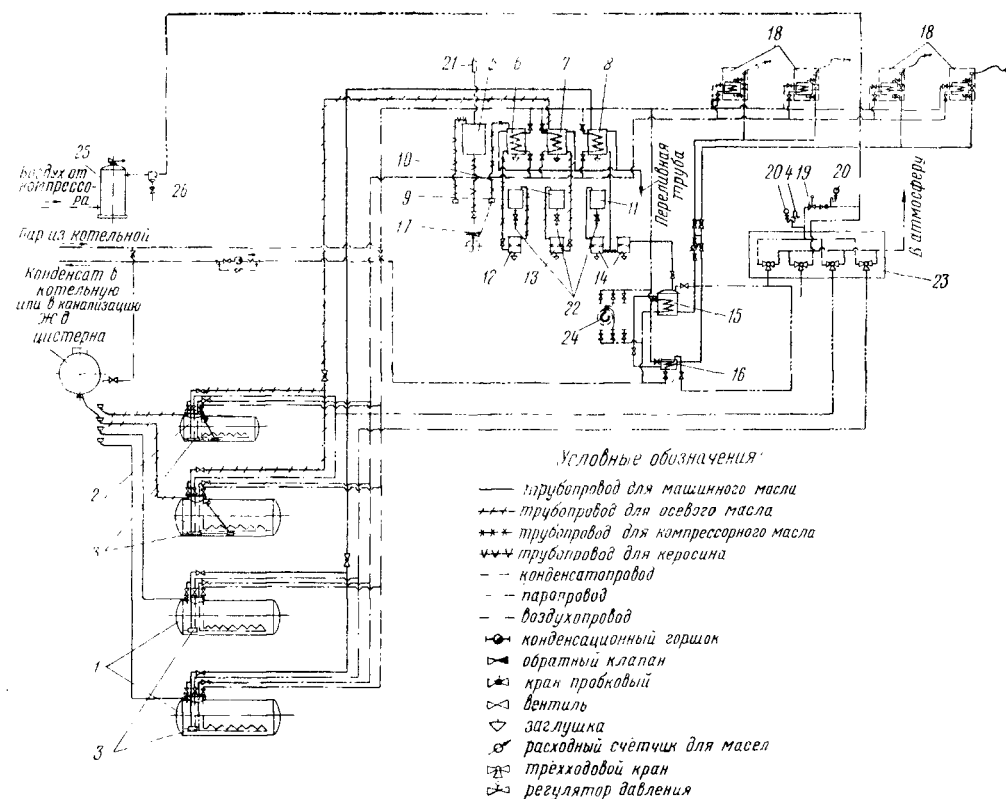
Тип подземного хранилища	Объём хранилищ в м <sup>3</sup>	Поверхность нагрева змеевиковых подогревателей в м <sup>2</sup>
Металлическое хранилище	51 28 11	8,9 5,6 3,1
Железобетонное хранилище	3,65×3,65×2,4 3,65×1,15×2,4	5,2 2,5

План и разрезы экипировочного устройства закрытого типа с двумя жаротрубными печами и двумя экипировочными стойлами, рассчитанного на годовой пробег электровозов примерно 5 млн. *электровозо-км*, показан на фиг. 8.

Экипировочное устройство открытого типа показано на фиг. 9.

Схема расположения экипировочных устройств на территории станции показана на фиг. 10.

Ориентировочная потребность экипировочных устройств в основном технологическом оборудовании с различным объёмом работы приведена в табл. 26.



Фиг. 6. Принципиальная схема смазочного хозяйства: 1 — резервуар для машинного масла; 2 — резервуар для осевого масла; 3 — выжимной бак; 4 — предохранительный клапан; 5 — бак для керосина; 6 — бак для компрессорного масла; 7 — бак для осевого масла; 8 — бак для индустриального масла; 9 — раздаточный бак для компрессорного масла; 10 — раздаточный бак для осевого масла; 11 — раздаточный бак для индустриального масла; 12 — фильтр для компрессорного масла; 13 — фильтр для осевого масла; 14 — фильтр для индустриального масла; 15 — бак для индустриального масла (под давлением); 16 — сливной бак; 17 — насос; 18 — маслозаправочные колонки; 19 — регулятор давления; 20 — манометр; 21 — огневой предохранитель; 22 — раздаточные краны; 23 — воздухоотделительное устройство; 24 — устройство для разогрева бочек; 25 — воздухоотборник; 26 — влагоотделитель.

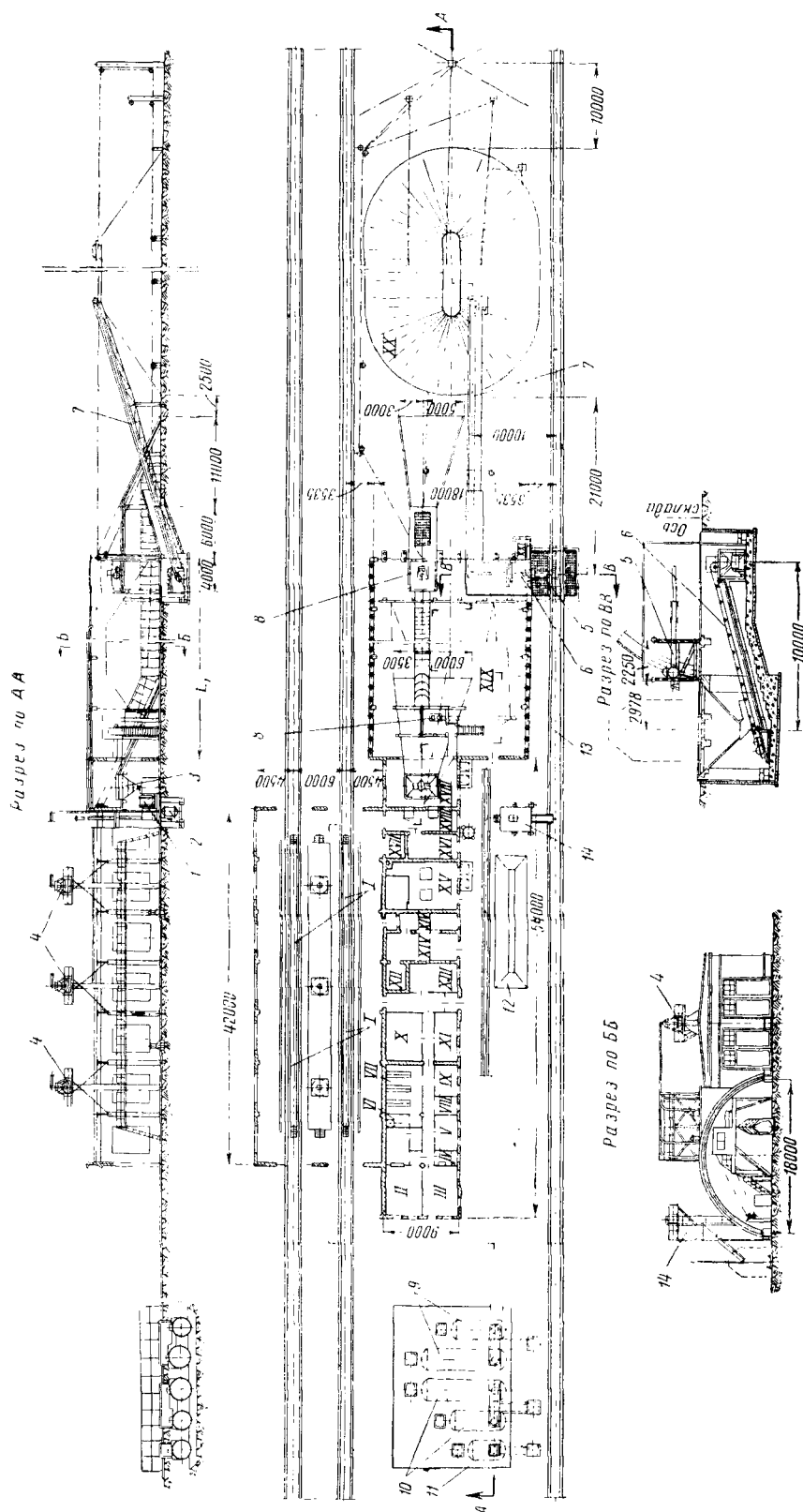
Таблица 26

Ориентировочная потребность в экипировочных устройствах в основном технологическом оборудовании

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Количество оборудования для экипировочного депо с годовым пробегом			Примечание
			3 млн. км.	5 млн. км.	10 млн. км.	
Песочное хозяйство						
Барабанная печь типа СОБУ-1М	Производительность 1,2 м³/ч	шт.	—	—	2	Меньшее количество относится к складу с использованием для загрузки песка ленточных транспортеров
Барабанная печь типа СОБУ-1	Производительность 0,8 м³/ч	»	—	2	—	
Жаротрубная печь	Производительность 0,5 м³/ч	»	2	—	—	
Выжимной бак	Ёмкость 1 м³, высота 2,05 м	»	2	2	4	
Скреперная лебёдка ЛУ-15	Мощность двигателя 14,5 квт, число оборотов 1500 об/мин.	»	1	1	1—2	
Скрепер для песка	Ёмкость 0,3—0,4 м³	»	1	1	1—2	В зависимости от способа транспортировки песка и длины склада количество блоков и роликов изменяется
Передвижной блок	Диаметр блока 250 мм	компл.	2	2	1—2	
Головные, хвостовые и вспомогательные блоки	Диаметр 250 мм	»	6—9	6—9	6—12	
Направляющие ролики	Диаметр 150 »	»	6	6	6	
Мачты	Высота 4 м	шт.	1	1	1	

Продолжение

Наименование оборудования	Техническая характеристика	Единица измерения	Количество оборудования для экипировочного депо с годовым пробегом			Примечание
			3 млн. км	5 млн. км	10 млн. км	
Монорельс	—	пос. м	Устанавливается в зависимости от длины склада			
Транспортёр ленточный	Ширина ленты 400 мм, мощность двигателя 4,5 кВт	шт.	—	—	1	При использовании для загрузки склада ленточного транспортера длина ленты принимается в зависимости от длины склада
Плужковый сбрасыватель	Передвижной	»	—	—	1	
Пескораздаточный бункер	Ёмкость 3—5 м <sup>3</sup>	»	2	2	4	
Рукав резино-тканевый	Ø внутренний 76 мм	»	4	4	8	
Компрессор ВК-3-6	Производительность 3 м <sup>3</sup> /мин., мощность 26 кВт, 720 об/мин	»	1	1	1	
Маслолагодотделитель	—	»	2	2	2	
Резервуар для сжатого воздуха	Ёмкость 6 м <sup>3</sup> и давление 7 ат	»	1	1	1	
Мотор-генератор для ввода электровозов	Генератор ПН-290, 40 кВт, 230 в, 1470 об/мин., двигатель 55 кВт	компл.	1	1	1	
<i>Смазочное хозяйство</i>						
Бак для керосина	Ёмкость 500 л	шт.	1	1	1	
» » индустриального масла	» 300 л	»	1	1	1	
Бак для осевого масла	Ёмкость 300—500 л	»	1	1	1	
» » компрессорного масла	Ёмкость 300 л	»	1	1	1	
Бак для индустриального масла под давлением	» 300 »	»	1	1	1	
Раздаточный бак для индустриального масла	» 90 »	»	1	1	1	
Раздаточный бак для осевого масла	» 90 »	»	1	1	1	
Раздаточный бак для компрессорного масла	» 90 »	»	1	1	1	
Фильтр для компрессорного масла	Диаметр 0,215 м, высота 0,3 м	»	1	1	1	
Фильтр для осевого масла	Диаметр 0,215 м, высота 0,3 м	»	1	1	1	
Фильтр для индустриального масла	Диаметр 0,215 м, высота 0,3 м	»	1	1	1	
Сливной бак	V=500 л	»	1	1	1	
Насос	—	»	1	1	1	
Маслозаправочные колонки или колодцы (с мерниками)	Ёмкость бака 100 л	»	2	2	2	
Огневой предохранитель	—	»	1	1	1	
Манометр	Давление 3 и 10 ат	»	1	1	1	
Регулятор давления	Редукционный клапан, диаметр 1"	»	1	1	1	
Резервуары для хранения индустриального масла	Ёмкость 51 м <sup>3</sup>	Принимаются по табл. 21 или 22 То же				
Резервуары для хранения осевого масла	Ёмкость 28 м <sup>3</sup>					
Выжимной бак	Ёмкость 11 м <sup>3</sup>	шт.	4	4	4	
Настольные весы	Грузоподъёмность 10—20 кг циферблатные	»	2	2	2	
Весы десятичные	Грузоподъёмность 1 000 кг	шт.	1	1	1	
Бак для консистентных смазок	Размер 0,55×0,55×0,4 мм	»	3	3	3	
Ларь для обтирочных материалов	1,2×0,8×0,8 мм	»	1	1	1—2	
Стеллажи полочные	—	»	2	2	2—3	
<i>Мастерская</i>						
Верстак слесарный на две тисков	2 500×850×850 мм	»	—	1	1	
Вертикально-сверлильный станок	Диаметр сверла до 12 мм	»	—	—	1	
Наждачное точило	Диаметр круга 120 мм	»	—	—	1	
Стеллаж	2 000×700×900×1 100 мм	»	—	1	1	
Шкаф	1 000×550×2 000 мм	»	—	1	1	

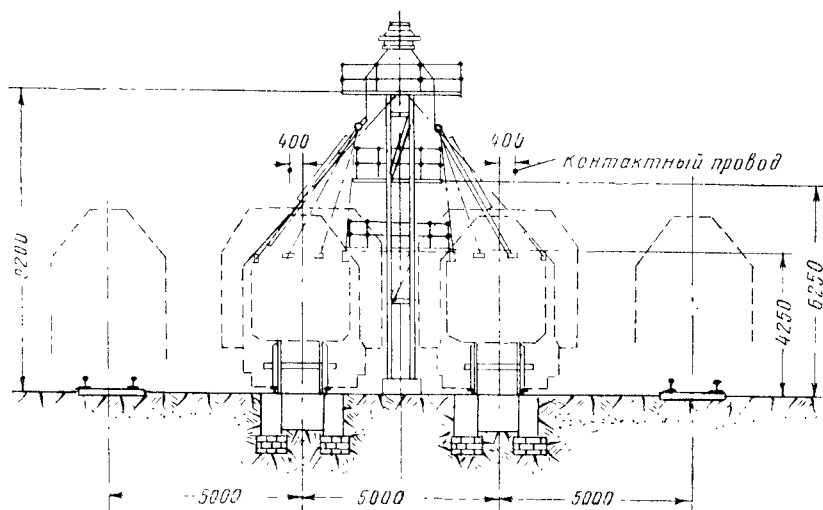


**Фиг. 7.** Экипировочные устройства в пункте оборота с двумя барабанными печами и четырьмя экипировочными столами (план и разрезы). *I* — топка для нагрева топлива; *II* — буфет; *III* — красный уголок; *IV* — санитарный узел; *V* — контора; *VI* — душ; *VII* — гардероб; *VIII* — комната дежурного по депо; *IX* — комната локомотивных бригад; *X* — кладовая; *XI* — матерчатый; *XII* — кладовая обтравочных материалов; *XIII* — ком-экипировочщик; *XIV* — масляное хозяйство; *XV* — котельная; *XVI* — компостерная; *XVII* — трансформаторная; *XVIII* — тепловая; *XIX* — закрытый склад песка; *XX* — открытый склад песка; *XXI* — будка управления; *XXII* — трехходовое сушило; *2* — выжимной бак; *3* — бункер; *4* — пескороздаточный бункер на опоре; *5* — назрузонная машина; *6* — поперечный ленточный транспортер; *7* — продольный ленточный транспортер; *8* — скрепящая тележка; *9* — резервуары для индустриального масла; *10* — резервуар для осевого масла; *11* — резервуар для транспортного масла; *12* — склад угля; *13* — путь для слива и разгрузки песка; *14* — установка для удаления отходов

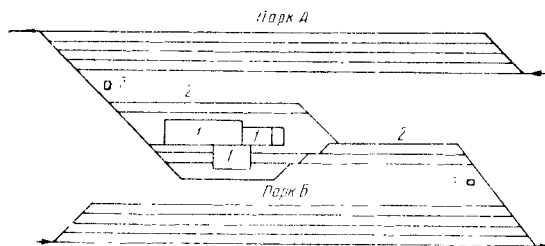








Фиг. 9. Экипировочное устройство открытого типа



Фиг. 10. Схема расположения экипировочных устройств на территории станции: 1 — экипировочное устройство; 2 — путь отстоя; 3 — контрольный пост

### ТЕРРИТОРИЯ ДЕПОВСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В состав деповского хозяйства входит депо со всеми необходимыми устройствами и путевым развитием.

Территория деповского хозяйства размещается возможно ближе к приёмно-отправочным паркам.

Путевое развитие должно обеспечивать удобную выдачу электроподвижного состава под поезда и следование его в депо с минимальным пересечением главных путей, маршрутов поездов и наименьшим производством маневровых передвижений.

С тяговой территории должно быть не менее двух самостоятельных выходов на станционные пути.

На фиг. 11 показана схема деповского хозяйства электровозного депо.

Определение потребной длины путей для стоянки электроподвижного состава. Длина путей для стоянки электроподвижного состава зависит от количества единиц подвижного состава, одновременно находящихся на отстое, и от длины каждой единицы.

Длина путей для стоянки резервного парка электроподвижного состава  $L_p$  определяется по формуле:

$$L_p = n_p (L_s + 3) \text{ м},$$

где  $n_p$  — количество единиц электроподвижного состава, стоящих в резерве;

$L_s$  — длина единицы электроподвижного состава.

Длина путей отстоя действующего электровозного парка  $L_\partial$  определяется по формуле:

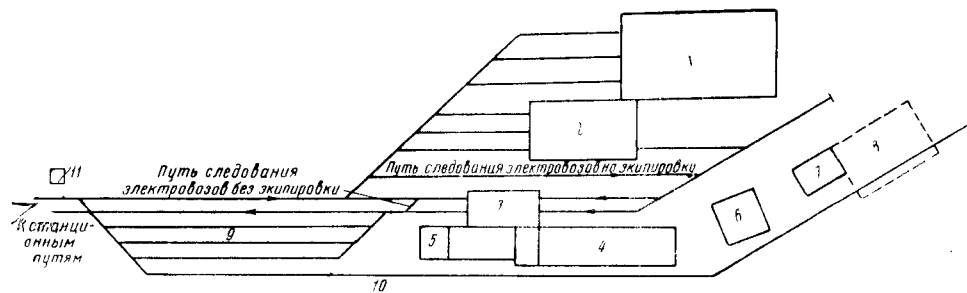
$$L_\partial = n_\partial \frac{t_1 + t_2}{1440} (L_s + 3) \text{ м},$$

где  $n_\partial$  — число электровозов, имеющих стоянку на деповских путях в течение суток;

$t_1$  — среднее время стоянки электровоза на деповских путях в минутах, принимаемое по графику оборота;

$t_2$  — время на заход и выход электровоза с мест стоянки в мин.;

$L_s$  — длина электровоза.



Фиг. 11. Схема депо с электровазным депо с экипировочным устройством: 1 — цех подъёмного ремонта; 2 — цех периодического ремонта и стойла контрольно-технического осмотра; 3 — стойла для экипировки и осмотра электровазов; 4 — склад песка; 5 — комната дежурного по депо; 6 — кладовая; 7 — котельная; 8 — склад угля; 9 — пути отстоя действующего и резервного парка; 10 — хозяйственный тупик; 11 — контрольный пост

Длина путей отстоя действующих электропоездов  $L_0$  определяется по формуле:

$$L_0 = n_n (L_n + 3) \text{ м,}$$

где  $n_n$  — максимальное количество электропоездов, одновременно находящихся на отстое, принимаемое по графику оборота;

$L_n$  — длина электропоезда в м.

Длина каждого пути отстоя должна обеспечивать установку всего электропоезда без расцепки секций.

При производстве технического осмотра электроподвижного состава на путях отстоя на них должна быть предусмотрена смотровая канава.

### ЛИНЕЙНЫЕ ПУНКТЫ

На участках с моторвагонной тягой предусматриваются линейные пункты, предназначенные для обслуживания моторвагонных секций и локомотивных бригад.

Линейные пункты разделяются на головные, располагаемые на узловых и участковых станциях, и полевые, размещаемые на зонных или конечных станциях участка.

На линейных пунктах производятся:

1) осмотр моторвагонных секций;

2) устранение мелких неисправностей без захода в депо;

3) отстой моторвагонных секций между рейсами;

4) внутренняя влажная уборка и санитарная обработка вагонов;

5) отдых локомотивных и поездных бригад в период ночного отстоя составов.

Кроме того, на головных линейных пунктах производится смена локомотивных бригад и проводятся технические занятия с бригадами.

В состав линейного пункта входят:

1) здание линейного пункта с необходимыми помещениями для обслуживания моторвагонных секций и локомотивных бригад;

2) смотровая канава для осмотра подвагонного оборудования;

3) пути отстоя с устройством для снятия напряжения с контактной сети.

В здании головного линейного пункта размещаются:

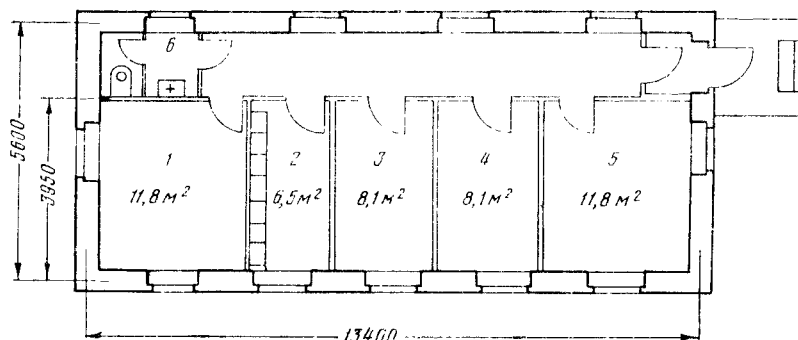
1) комната дежурного по пункту площадью 10—12 м<sup>2</sup>;

2) помещение нарядчика локомотивных бригад площадью 8—10 м<sup>2</sup>;

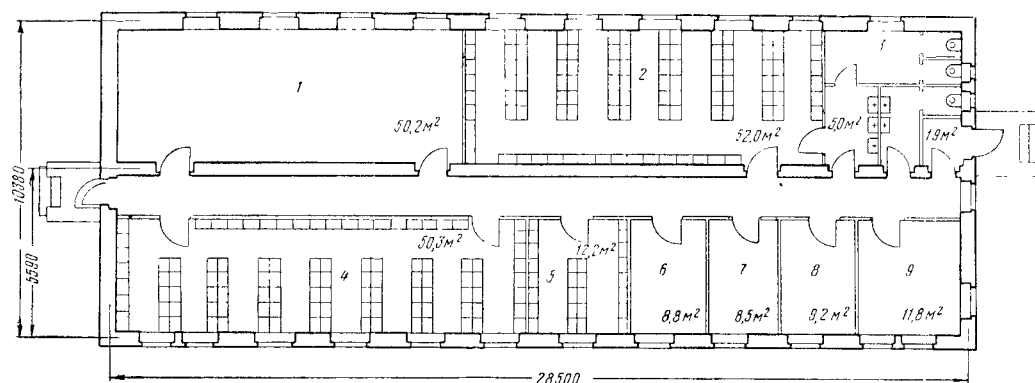
3) комната локомотивных бригад площадью 8—10 м<sup>2</sup>;

4) мастерская площадью 8—12 м<sup>2</sup>;

5) комната для технических занятий с локомотивными бригадами.



Фиг. 12. План здания головного линейного пункта, расположенного на расстоянии менее 1 км от основного депо с размерами движения от 5 до 15 млн. секций-км в год: 1 — мастерская; 2 — гардероб; 3 — комната бригад; 4 — комната нарядчика; 5 — комната дежурного по линейному пункту; 6 — санитарный узел



Фиг. 13. План здания головного линейного пункта, расположенного на расстоянии более 1 км от основного депо с размерами движения около 15 млн. секции-км в год: 1—комната технической учёбы; 2—мужской гардероб на 102 шкафа; 3—санитарный узел; 4—мужской гардероб на 100 шкафов; 5—женский гардероб на 25 шкафов; 6—мастерская; 7—комната нарядчика; 8—комната бригад; 9—комната дежурного по линейному пункту

Площадь этой комнаты определяется из расчёта единовременного присутствия на занятиях около 20% штата локомотивных бригад и 1,25 м² площади на 1 чел. (табл. 27);

б) гардероб для одежды локомотивных бригад с индивидуальными шкафчиками, имеющими два отделения для производственной и уличной одежды, площадью 0,5 × 0,35 м² (см. табл. 27).

При расположении головного линейного пункта на расстоянии менее 1 км от основного депо комнаты для технических занятий и гардероб предусматриваются в депо.

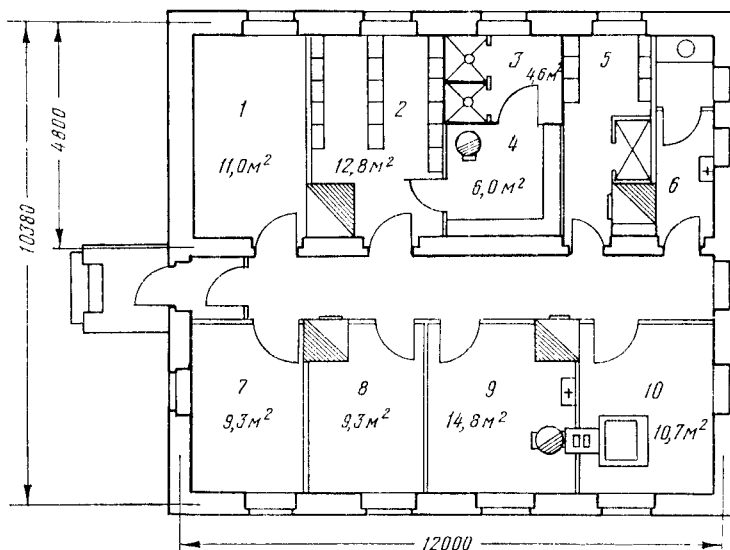
Примерное расположение помещений в головных линейных пунктах показано на фиг. 12 и 13.

В здании полевого линейного пункта размещаются:

Таблица 27

Ориентировочные площади комнат линейного пункта для технических занятий и гардероба в зависимости от объёма работы секций при трёхсекционных поездах

Показатель	Площадь комнаты для технических занятий в м²	Количество шкафов в гардеробе	Площадь гардероба в м²
Линейный пункт при размерах движения до 5 млн. секции-км в год . . . . .	20,7	75	43,1
То же до 10 млн. секции-км в год . . . . .	37,0	150	8,2
То же до 15 млн. секции-км в год . . . . .	50,2	225	114,5



Фиг. 14. План здания полевого линейного пункта, рассчитанного на отстой четырёх трёхсекционных составов моторвагонных секций: 1—комната для инвентаря; 2—комната уборщиц; 3—душ; 4—раздевальная; 5—гардероб; 6—санитарный узел; 7—комната дежурного по линейному пункту; 8—мастерская; 9—комната для принятия пищи; 10—кубовая

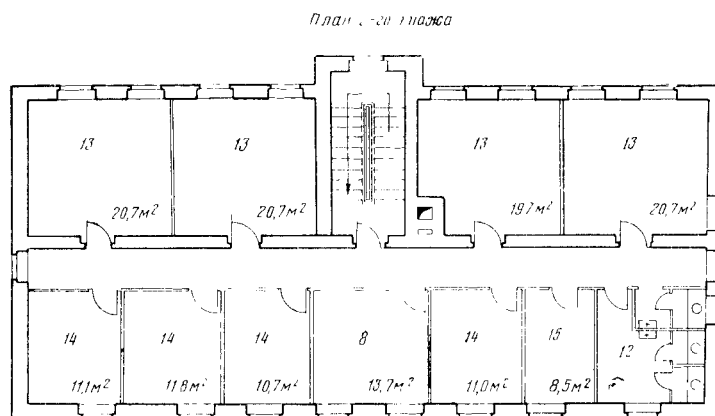
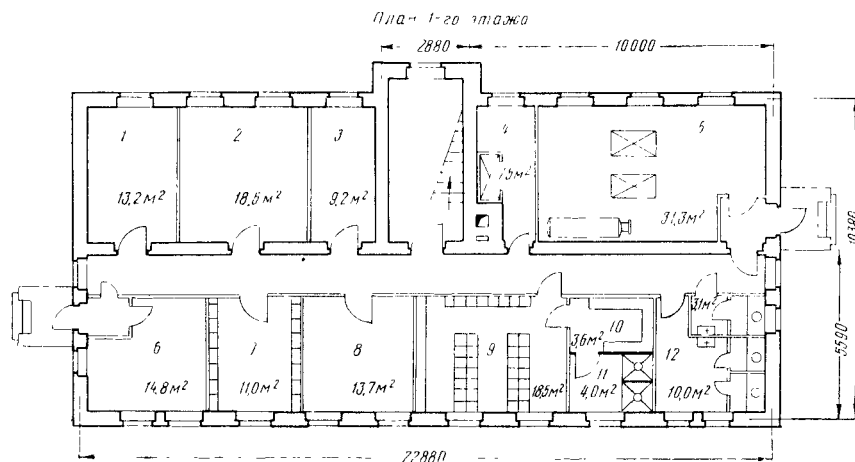
1) комната дежурного по пункту площадью 10—12 м<sup>2</sup>;

2) слесарная мастерская площадью 9—13 м<sup>2</sup>;

3) комната уборщиц электросекций площадью 11—13 м<sup>2</sup> с индивидуальными шкафчиками размером 0,5 × 0,35 м<sup>2</sup>;

ваться возможность получения горячей воды из бойлера для влажной уборки секций, устанавливаемого в котельной. Площадь котельной равна 30—32 м<sup>2</sup>.

Примерное расположение помещений полевого линейного пункта приведено на фиг. 14 и 15.



Фиг. 15. План здания полевого линейного пункта с комнатами отдыха локомотивных и поездных бригад, рассчитанного на отстой четырёх трёхсекционных составов моторвагонных секций: 1 — мастерская; 2 — комната для приёма пищи; 3 — инвентарная; 4 — сушильная; 5 — котельная; 6 — комната дежурного по линейному пункту; 7 — комната уборщиц; 8 — комната отдыха на 4 чел.; 9 — гардероб; 10 — раздевальная; 11 — душ; 12 — санитарный узел; 13 — комната отдыха на 8 чел.; 14 — комната отдыха на 3 чел.; 15 — бельевая

4) инвентарная площадью 7—10 м<sup>2</sup> для хранения инвентаря уборщиц;

5) кубовая площадью около 11 м<sup>2</sup> с кубом для нагрева воды, используемой при влажной уборке секций (при печном отоплении);

6) комната для принятия пищи площадью от 5 до 18 м<sup>2</sup>.

При устройстве котельной в здании полевого линейного пункта должна предусматри-

При отсутствии на станции комнат отдыха для локомотивных и поездных бригад на линейных пунктах предусматриваются также:

1) комнаты отдыха площадью по 2,5—3,5 м<sup>2</sup> на 1 чел.;

2) сушильная площадью 7—10 м<sup>2</sup> для сушки одежды локомотивных и поездных бригад;

3) бельевая площадью 7—10 м<sup>2</sup> для хранения белья.

## РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

### ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕМОНТА И ОСМОТРА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Содержание электроподвижного состава в технически исправном состоянии и его длительная работоспособность обеспечиваются надлежащим уходом при эксплуатации и плановым оздоровлением, основанным на периодическом выполнении необходимого ремонта. Для этого электроподвижной состав по совершении определённого пробега или через установленные промежутки времени подвергается плановому осмотру, ревизии и ремонту.

В существующей системе ремонта по способу его производства различают:

а) ремонт электроподвижного состава без его разборки — малый периодический и большой периодический;

б) ремонт с разборкой электроподвижного состава — подъёмочный, средний и капитальный.

Малый периодический ремонт имеет своей целью производство осмотра и ревизии ответственных частей оборудования и необходимого ремонта их, обеспечивающего нормальную работу электроподвижного состава между плановыми ремонтами. У электросекций предусматривается также приведение кузовов и пассажирских помещений вагонов в надлежащее санитарно-гигиеническое и культурное состояние.

Большой периодический ремонт наряду с выполнением работ в объёме малого периодического ремонта имеет, кроме того, своей задачей производство обточкой бандажей колёсных пар без их выкатки и ревизию пятниковых опор и междутележного сочленения (у электровазов) с подъёмкой кузова и разъединением тележек.

Перечень основных работ при периодическом ремонте электровазов и электросекций приведён соответственно в табл. 1 и 2.

Подъёмочный ремонт имеет основным назначением производство ревизии

подшипниковых узлов тяговых двигателей и вспомогательных машин, пропитку их обмоток с обточкой и продорожкой коллекторов, освидетельствование колёсных пар, переборку пружинных пакетов зубчатых передач, окраску кузовов и проведение других работ по проверке и ремонту главнейших скрытых узлов подвижного состава с их разборкой для поддержания в исправном состоянии между средними ремонтами.

Средний ремонт предусматривает периодическое оздоровление электроподвижного состава, освидетельствование всех частей оборудования и аппаратуры со снятием их, пропитку обмоток тяговых двигателей и вспомогательных машин, устранение износов, ремонт частей и частичную замену их новыми. При среднем ремонте электровазы и электросекции приводятся в состояние полной исправности, обеспечивающее нормальную работу их на протяжении установленного пробега.

Капитальный ремонт — генеральный ремонт, имеющий целью восстановление основных частей механического, электрического и пневматического оборудования электроподвижного состава, не обеспечивающих его дальнейшую нормальную эксплуатацию.

При капитальном ремонте электровазы и электросекции приводятся в состояние, обеспечивающее выполнение установленной для них нормы пробега до следующего капитального ремонта.

Капитальный ремонт предусматривает снятие, разборку и освидетельствование всех частей оборудования электровазов и электросекций, замену электропроводов и других неточных частей новыми и восстановление изношенных со строгим соблюдением установленных норм износа.

Перечень основных работ при подъёмочном, среднем и капитальном ремонте электровазов и электросекций приведён в табл. 3 и 4.

Таблица 1

Перечень основных работ, выполняемых при периодическом ремонте электровазов

Малый периодический ремонт	Большой периодический ремонт	Малый периодический ремонт	Большой периодический ремонт
<i>По механическому оборудованию</i>			
а) осмотр колёсных пар, буксовых узлов, рам тележек и их сочленения, рессорного подвешивания, тормозной рычажной передачи, песочниц, ударно-сцепных устройств, опор и рамы кузова и других частей и деталей механического оборудования;	То же, что при малом периодическом ремонте и, кроме того: а) обточка бандажей колёсных пар без выкатки из-под электроваза;	г) измерение разбегов колёсных пар и букс с проверкой их расположения в тележках и доведение их до установленных норм;	г) ревизия сочленения тележек с их разъединением
б) проверка всех болтовых соединений (остукиванием), крепление ослабших и замена негодных болтов и гаек;	б) полный осмотр автосцепных устройств со снятием и разборкой;	д) ревизия зубчатых передач и моторно-осевых подшипников в соответствии с установленными сроками;	
в) исправление повреждённых сварочных швов;	в) ревизия пятниковых опор с подъёмкой кузова;	е) проверка, прочистка и исправление смазочных устройств;	
		ж) устранение неисправностей дверей, окон, их запоров, замков и других деталей кузовного оборудования	

Продолжение

Малый периодический ремонт	Большой периодический ремонт	Малый периодический ремонт	Большой периодический ремонт
<i>По тормозному и пневматическому оборудованию</i>			
<p>а) ревизия автотормозных приборов и компрессоров;</p> <p>б) полная смена смазки в компрессорах через один периодический ремонт;</p> <p>в) проверка состояния воздухопроводов и резиновых рукавов и устранение утечек воздуха;</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте</p>	<p>г) проверка манометров в соответствии с установленными сроками;</p> <p>д) испытание тормозов;</p> <p>е) проверка действия ручного насоса, тифонов и свистков и другого пневматического оборудования</p>	
<i>По тяговым двигателям и вспомогательным машинам</i>			
<p>а) продувка тяговых двигателей сухим сжатым воздухом, очистка и протирка остовов машин снаружи и внутри;</p> <p>б) проверка уплотнения крышек коллекторных люков и их запоров;</p> <p>в) измерение сопротивления изоляции обмоток якорей и катушек полюсов;</p> <p>г) осмотр коллекторов (с зачисткой их при необходимости);</p> <p>д) осмотр и протирка изоляторов кронштейнов щёткодержателей с заменой негодных;</p> <p>е) осмотр щёткодержателей; ревизия их с отъёмом в соответствии с установленными сроками;</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте</p>	<p>ж) проверка состояния щёток и замена негодных;</p> <p>з) проверка состояния достаточных осмотру поверхностей изоляции катушек и бандажей якоря;</p> <p>и) проверка состояния и крепления перемычек и проводов;</p> <p>к) проверка крепления полюсов, подшипниковых щитов, фундаментных болтов (у вспомогательных машин), крышек, пробок и других креплений;</p> <p>л) добавление смазки в буксы роликовых и шариковых подшипников</p>	
<i>По электрической аппаратуре и электрическим цепям</i>			
<p>а) осмотр и очистка всей электрической аппаратуры от пыли и нагара со снятием dustогасительных камер у контакторов и быстродействующего выключателя;</p> <p>б) зачистка или смена силовых контактов у контакторов;</p> <p>в) проверка блокировочных контактов;</p> <p>г) проверка отсутствия заедания в подвижных частях аппаратов;</p> <p>д) проверка креплений аппаратов и проводов;</p> <p>е) устранение утечек воздуха в приводах аппаратов;</p> <p>ж) проверка чёткости и последовательности срабатывания аппаратов по таблице включения</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте, и, кроме того:</p> <p>а) прожигровка магнетов пневматических приводов пультграфов и групповых переключателей типов ПКГ, ПР, ПТК, ПШ;</p> <p>б) промывка аккумуляторной батареи в соответствии с установленными сроками</p>	<p>з) проверка характеристик пультграфов;</p> <p>и) ревизия шарнирных соединений пультграфов в соответствии с установленными сроками;</p> <p>к) проверка напряжения на зажимах удерживающей катушки быстродействующего выключателя;</p> <p>л) проверка целостности изоляции нулевых сопротивлений;</p> <p>м) проверка целостности заземления электрических печей, аппаратов и вспомогательных машин и исправности защитных электрических блокировок;</p> <p>н) осмотр аккумуляторной батареи, проверка напряжения всех элементов; при необходимости уравнивательная подзарядка или перезарядка батареи</p>	
<i>По оборудованию общего назначения</i>			
<p>а) осмотр и проверка защитных устройств по технике безопасности;</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте</p>	<p>б) текущий осмотр или периодический ремонт скоростмеров и их приводов;</p> <p>в) осмотр оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автостопов</p>	

Таблица 2

## Перечень основных работ, выполняемых при периодическом ремонте электросекций

Малый периодический ремонт	Большой периодический ремонт	Малый периодический ремонт	Большой периодический ремонт
<i>По механическому оборудованию</i>		<i>По электроаппаратуре и электрическим цепям</i>	
<p>а) осмотр колёсных пар, зубчатых передач, тележек, рессорного, люлечного и траверсного подвешивания, моторно-осевых подшипников, автосцепных устройств, рамы и опор кузова, тормозной рычажной передачи;</p> <p>б) проверка и измерение проката, толщины гребней и толщины бандажей, зазоров в моторно-осевых подшипниках, смещения шестерён относительно зубчатого колеса, поперечных и продольных зазоров между буксами и наличниками, зазоров между роликовыми скользунами люлечного бруса и скользунами кузова, расстояния между нижней точкой люлечного подвешивания и головкой рельса, высоты оси головок автосцепок, перекоса кузовов вагонов</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте, и, кроме того:</p> <p>а) обточка бандажей колёсных пар без выкатки из-под вагонов;</p> <p>б) ревизия роликовых подшипников колёсных пар;</p> <p>в) ревизия пятников и подпятников;</p> <p>г) полный осмотр автосцепных устройств со снятием и разборкой</p>	<p>а) очистка и продувка ящиков электрической аппаратуры, протирка изоляционных стоек, валов, барабанов и изоляторов;</p> <p>б) измерение сопротивления изоляции ящиков аппаратуры и проводов, а также проверка проводов на целостность и замыкание; измерение омического сопротивления ящиков пусковых сопротивлений;</p> <p>в) проверка прочности крепления аппаратов и проводов и состояния подвесных деталей, ремонт ящиков и крышек аппаратов и их уплотнения;</p> <p>г) проверка исправного действия аппаратов, блокировок, зачистка или смена контактов (у контакторов);</p> <p>д) проверка характеристик пантографов;</p> <p>е) ревизия шарнирных соединений пантографов в соответствии с установленными сроками;</p> <p>ж) осмотр аккумуляторной батареи, проверка напряжения всех элементов и плотности электролита;</p> <p>и) перезарядка батареи через один периодический ремонт</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте, и, кроме того:</p> <p>а) ревизия пневматических приводов электрических аппаратов;</p> <p>б) промывка аккумуляторной батареи в соответствии с установленными сроками</p>
<i>По тормозному и пневматическому оборудованию</i>		<i>По оборудованию общего назначения</i>	
<p>а) ревизия автотормозного оборудования, манометров и компрессоров в соответствии с установленными сроками;</p> <p>б) проверка аппаратов электропневматических тормозов;</p> <p>в) проверка состояния воздухопроводов и резиновых рукавов и устранение утечек;</p> <p>г) испытание тормозов</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте, и, кроме того:</p> <p>а) ревизия пневматических и электропневматических воздухораспределителей;</p> <p>б) ревизия ручного насоса и приводов стеклопротирателей</p>	<p>а) текущий осмотр или периодический ремонт скоростемеров и их приводов;</p> <p>б) осмотр оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автостопа</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте</p>
<i>По тяговым двигателям и вспомогательным машинам</i>		<i>По кузовному оборудованию</i>	
<p>а) продувка тяговых двигателей и вспомогательных машин сухим сжатым воздухом, очистка и обтирка остовов машин снаружи и внутри;</p> <p>б) измерение сопротивления изоляции машин;</p> <p>в) осмотр и проверка состояния коллекторов, щёткодержателей и их кронштейнов (с протиркой изоляторов и сменной изношенных щёток), поверхностей катушек, полюсов, переключателей, проводов подшипниковых щитов, вентиляторов, коллекторных люков и надёжности подвески машин;</p> <p>г) добавление смазки в буксы роликовых и шариковых подшипников машин (через один периодический ремонт)</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте</p>	<p>а) осмотр и проверка состояния внутреннего убранства вагонов, а также дверей и окон, замков и др. с устранением обнаруженных неисправностей;</p> <p>б) осмотр и проверка состояния наружной обшивки кузовов, крыши, поручней лестниц и др.</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте</p>
		<i>Уборка вагонов</i>	
		<p>а) протирка стёкол снаружи и внутри;</p> <p>б) влажная уборка (горячей водой с мылом) стен, диванов, полов, протирка поручней, промывка и дезинфекция оборудования туалетных помещений;</p> <p>в) мойка и протирка кузовов снаружи;</p> <p>г) дезинфекция вагонов по графику</p>	<p>То же, что при малом периодическом ремонте</p>



Таблица 3

Перечень основных работ, выполняемых при подъёмном, среднем и капитальном ремонте электровозов

Подъёмный ремонт	Средний ремонт	Капитальный ремонт
<i>По механическому оборудованию</i>		
а) выкатка тележек, осмотр рам с заменой негодных призонных болтов, ремонт сочленения тележек	а) выкатка тележек, инструментальная проверка рам с устранением износов, замена негодных призонных болтов, ремонт сочленения;	а) выкатка тележек, снятие и разборка всего оборудования и выемка шкворневых балок, проверка и восстановление размеров рамы, восстановление размеров отверстий под призонные болты с заменой последних, ремонт сочленения с заменой шкворня и шара;
б) освидетельствование и обточка колёсных пар, переборка пружинных пакетов зубчатых колёс;	б) освидетельствование и обточка колёсных пар с заменой изношенных бандажей и венцов зубчатых колёс;	б) новое формирование или переформирование колёсных пар с заменой бандажей и венцов зубчатых колёс;
в) ремонт буксового узла с заменой изношенных наличников;	в) ремонт буксового узла с заменой наличников;	в) восстановление размеров буксового узла;
г) ревизия и необходимый ремонт рессорного подвешивания;	г) разборка и ремонт рессорного подвешивания;	г) восстановление размеров деталей рессорного подвешивания с заменой рессорных хомутов, втулок, валиков и призм на новые;
д) периодический ремонт тормозной рычажной передачи;	д) разборка и ремонт тормозной рычажной передачи;	д) восстановление размеров деталей тормозной рычажной передачи с заменой втулок и валиков на новые;
е) полный осмотр и необходимый ремонт ударно-сцепных устройств;	е) полный осмотр и ремонт ударно-сцепных устройств;	е) полный осмотр и ремонт ударно-сцепных устройств с заменой негодных частей на новые;
ж) осмотр и ремонт песочниц;	ж) ремонт песочниц с заменой негодных труб;	ж) ремонт песочниц с заменой песочных труб и негодных деталей форсунок на новые;
з) осмотр и ремонт опор кузова;	з) ревизия и ремонт опор кузова;	з) ремонт опор кузова с восстановлением размеров пят и сменой пятниковых болтов;
и) осмотр рамы, дверей, окон и других частей кузова с исправлением дефектных мест;	и) осмотр и проверка рамы, обшивки и крыши кузова, поручней лестниц, жалюзи, люков, окон и дверей, полов и обшивки кабин, а также каркасов и фундаментов с исправлением дефектных мест;	и) проверка рамы кузова с исправлением или заменой дефектных мест;
к) наружная окраска обшивки и крыши кузова, окраска кабин	к) окраска тележек;	к) проверка и ремонт каркасов и обшивки кузова и крыши, поручней лестниц, каркасов и фундаментов для оборудования;
	л) наружная и внутренняя окраска кузова с частичной очисткой старой наружной краски	л) смена внутренней обшивки и полов в cabinaх;
		м) смена негодных деталей окон и дверей;
		н) окраска тележек с удалением старой краски;
		о) наружная и внутренняя окраска кузова с полной очисткой наружной старой краски
<i>По автотормозному и пневматическому оборудованию</i>		
а) периодический ремонт автотормозного оборудования и компрессоров;	а) снятие и ремонт всего автотормозного оборудования;	а) снятие и ремонт всего автотормозного оборудования с частичной заменой деталей и приборов на новые;
б) осмотр и промывка воздушных резервуаров или гидравлическое испытание их в соответствии со сроками;	б) промывка и гидравлическое испытание воздушных резервуаров;	б) гидравлическое испытание или замена воздушных резервуаров;
в) осмотр, очистка и продувка воздухопроводов;	в) осмотр, очистка, продувка и ремонт воздухопроводов;	в) полная разборка, очистка и испытание воздухопроводов с заменой негодных труб;
г) испытание тормозов;	г) испытание тормозов;	г) испытание тормозов;
д) проверка и ремонт ручного насоса, тифонов, свистков и другого пневматического оборудования	д) снятие и ремонт ручного насоса, тифонов, свистков и другого пневматического оборудования	д) снятие и ремонт ручного насоса, тифонов, свистков и другого пневматического оборудования с заменой негодных деталей
<i>По тяговым двигателям и вспомогательным машинам</i>		
а) пропиточный ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин	а) средний или капитальный ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин;	а) капитальный или средний ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин или замена их новыми;
	б) ремонт вентиляторов	б) ремонт вентиляторов с отъемом кожухов

Продолжение

Подъёмочный ремонт	Средний ремонт	Капитальный ремонт
<i>По электрической аппаратуре и электрическим цепям</i>		
а) осмотр и ремонт электрической аппаратуры с прожировкой манжет пневматических приводов; б) регулировка защитной аппаратуры и реле; в) проверка измерительных приборов; г) промывка аккумуляторной батареи; д) осмотр и проверка целостности изоляции проводов и их крепления; е) испытание электрической прочности изоляции пантографов; ж) проверка правильности действия электрических аппаратов и цепей в соответствии со схемой	а) снятие, ремонт, регулировка и испытание всех электрических аппаратов; б) проверка и ремонт измерительных приборов; в) замена аккумуляторной батареи; г) проверка изоляции и крепления проводов с исправлением дефектных мест и окраской пучков; д) испытание электрической прочности изоляции всех цепей; е) проверка правильности действия электрических аппаратов и цепей в соответствии со схемой	а) снятие, ремонт, регулировка и испытание всех электрических аппаратов с частичной заменой их новыми; б) проверка и ремонт измерительных приборов или замена их новыми; в) замена аккумуляторной батареи; г) замена всех высоковольтных и низковольтных проводов; д) испытание электрической прочности изоляции всех цепей; е) проверка правильности действия электрических аппаратов и цепей в соответствии со схемой
<i>По оборудованию общего назначения</i>		
а) осмотр, проверка и ремонт защитных устройств по технике безопасности; б) периодический ремонт и испытание скоростемеров и их приводов; в) осмотр и проверка оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автоостопов	а) осмотр, проверка и ремонт защитных устройств по технике безопасности; б) периодический или капитальный ремонт и испытание скоростемеров и их приводов; в) ремонт и проверка оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автоостопов	а) снятие, проверка и ремонт защитных устройств по технике безопасности с заменой негодных частей на новые; б) капитальный ремонт и испытание скоростемеров и их приводов в) разборка, ремонт и проверка оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автоостопов с заменой негодных частей

Таблица 4

Перечень основных работ, выполняемых при подъёмочном, среднем и капитальном ремонте электросекций

Подъёмочный ремонт	Средний ремонт	Капитальный ремонт
<i>По тележкам</i>		
а) выкатка тележек, снятие деталей и проверка рам; б) обточка бандажей колёсных пар и освидетельствование их; в) ремонт роликовых букс и подшипников, регулирование разбегов; г) ремонт снятых деталей люлочного, рессорного и траверсного подвешивания; д) периодический ремонт тормозной рычажной передачи и испытание тормозных тяг; е) сборка и окраска тележек	а) выкатка тележек, снятие и разборка всего оборудования, очистка, проверка и ремонт рам тележек с заменой негодных деталей; б) освидетельствование и обточка колёсных пар с заменой изношенных бандажей и венцов; в) ремонт роликовых букс и подшипников; замена изношенных напильников; г) ремонт люлочного, рессорного и траверсного подвешивания с заменой негодных деталей; д) ремонт и испытание деталей тормозной рычажной передачи; е) сборка и окраска тележек	а) выкатка тележек, снятие и разборка всего оборудования; очистка, проверка и ремонт рам тележек с заменой негодных балок, косынок и усиливающих накладок, восстановление отверстий под болты и валики; б) новое формирование колёсных пар моторного вагона и переформирование колёсных пар прицепных вагонов с заменой цельнокапанных колёс или бандажей; в) ремонт буксового узла с заменой негодных букс и роликовых подшипников на новые и отъемом буксовых направляющих; г) ремонт люлочного, рессорного и траверсного подвешивания с заменой проушин, средних подвесок, подвесных болтов и восстановлением или заменой других деталей; д) ремонт и испытание деталей тормозной рычажной передачи с заменой негодных; е) сборка и окраска тележек
<i>По кузову</i>		
а) осмотр рамы кузова и ремонт упругих переходных площадок; б) полный осмотр и ремонт автосцепных устройств; в) необходимый ремонт внутривагонного оборудования; расчистка и лакировка без отъёма деревянной арматуры пассажирских помещений;	а) ремонт рамы кузова, пятничных опор, упругих площадок; б) полный осмотр и ремонт автосцепных устройств; в) ремонт железной обшивки стен и крыши;	а) ремонт рамы кузова, пятничных опор, упругих площадок с заменой негодных частей; б) полный осмотр и ремонт или замена автосцепных устройств; в) ремонт железной обшивки стен и крыши, смена брезента крыши;

Продолжение

Подъёмный ремонт	Средний ремонт	Капитальный ремонт
г) наружная и внутренняя окраска кузовов	г) замена изношенных и повреждённых досок пола, внутренней обшивки стен, фанеры потолка, линокуста, дерматина, линолеума; д) ремонт, перечистка и лакировка раскладок, наличников, оконных рам, дверей, диванов и розеток с частичным отъёмом их; е) ремонт замков и внутреннего убранства; ж) наружная и внутренняя окраска кузовов с расчисткой повреждённых мест старой краски	г) замена досок пола в тамбурах и по продольному проходу в пассажирских помещениях; д) вскрытие обшивки потолка, замена повреждённой внутренней обшивки стен, фанеры потолка, линокуста, дерматина, линолеума; е) ремонт, перечистка и лакировка раскладок, наличников, оконных рам, дверей, диванов и розеток с отъёмом их и заменой негодных частей; ж) ремонт или замена деталей внутреннего убранства с заменой замков; з) наружная и внутренняя окраска кузовов с очисткой старой краски
<i>По автотормозному и пневматическому оборудованию</i>		
а) ремонт и испытание автотормозного и пневматического оборудования с отъёмом кранов, воздухораспределителей и др.	а) снятие, разборка, ремонт и испытание всех автотормозных приборов и пневматического оборудования;	а) снятие, разборка, ремонт и испытание всех автотормозных приборов и пневматического оборудования с частичной заменой их новыми;
б) осмотр и продувка воздухопроводов и резервуаров; в) испытание тормозов	б) гидравлическое испытание воздушных резервуаров; в) проверка и ремонт воздухопроводов с заменой негодных труб; г) испытание тормозов	б) гидравлическое испытание или замена воздушных резервуаров; в) полная разборка, очистка и испытание воздухопроводов с заменой негодных труб; г) испытание тормозов
<i>По тяговым двигателям и вспомогательным машинам</i>		
а) пропиточный ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин; периодический ремонт компрессоров	а) средний или капитальный ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин	а) капитальный или средний ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин или замена их новыми
<i>По электрической аппаратуре и электрическим цепям</i>		
а) ремонт, регулировка и испытание защитной и регулирующей аппаратуры, пантографов и демпферных сопротивлений; б) ревизия пневматических приводов электроаппаратов; в) ревизия на месте неснимаемого электрического оборудования; г) промывка аккумуляторной батареи; д) проверка состояния изоляции и целости проводов; е) проверка правильности действия электрических аппаратов и цепей в соответствии со схемой	а) снятие, ремонт, регулировка и испытание всех электрических аппаратов; б) ремонт и окраска кожухов и ящиков аппаратов; в) проверка и ремонт измерительных приборов; г) замена аккумуляторной батареи; д) дефектировка высоковольтных и низковольтных проводов с заменой негодных; е) испытание электрической прочности изоляции всех цепей; ж) проверка правильности действия электрических аппаратов и цепей в соответствии со схемой	а) снятие, ремонт, регулировка и испытание всех электрических аппаратов с частичной заменой их новыми; б) ремонт или замена кожухов и ящиков аппаратов и окраска их; в) проверка и ремонт измерительных приборов или замена их новыми; г) замена аккумуляторной батареи; д) замена проводов низковольтных, цепи отопления и к измерительным приборам; дефектировка высоковольтных проводов с заменой негодных; е) переборка всех кондуитов с заменой негодных; ж) испытание электрической прочности изоляции всех цепей; з) проверка правильности действия электрических аппаратов и цепей в соответствии со схемой
<i>По оборудованию общего назначения</i>		
а) осмотр и проверка заземления печей с заменой негодных; б) периодический ремонт и испытание скоростемеров и их приводов; в) осмотр и проверка оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автоостанов	а) проверка заземления печей с заменой негодных; б) периодический или капитальный ремонт и испытание скоростемеров и их приводов; в) проверка и ремонт оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автоостанов	а) проверка заземления печей с заменой негодных; б) капитальный ремонт и испытание скоростемеров и их приводов; в) разборка, ремонт и проверка оборудования автоматической локомотивной сигнализации и автоостанов с заменой негодных частей

Первые три вида ремонта (малый периодический, большой периодический и подъёмочный) объединяются общим названием — текущий ремонт.

По месту производства ремонт электроподвижного состава делится на заводской и деповской. К заводскому ремонту относятся капитальный и средний, к деповскому — те-

кущий, а также средний ремонт, выполняемый по разрешению МПС в отдельных депо.

Для тяговых двигателей и вспомогательных машин электроподвижного состава установлены следующие виды ремонта: пропиточный, средний и капитальный.

Краткая характеристика их приведена в табл. 5.

Таблица 5

Перечень основных работ, выполняемых при ремонте тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин электроподвижного состава

Пропиточный ремонт	Средний ремонт	Капитальный ремонт
<i>По основанию</i>		
а) осмотр и проверка механической части основания;	а) расточка изношенных горловин основания под подшипниковые щиты и моторно-осевые подшипники на ремонтные размеры или наплавка их с расточкой до чертёжных размеров;	а) восстановление размеров горловин основания под подшипниковые щиты и моторно-осевые подшипники и замена негодных шапок, подшипниковых щитов и других деталей основания;
б) проверка междукатушечных соединений и выводных проводов, крепления полюсных сердечников и посадки катушек;	б) съём катушек с заменой негодной покровной изоляции и негодных выводных проводов;	б) замена корпусной изоляции катушек с проверкой межвитковой и межслойной изоляции или перемотка катушек; перепайка или замена выводных проводов;
в) пропитка полюсных катушек в основании и покрытие их лаком или эмалью	в) компаундировка или двукратная пропитка катушек и покрытие их лаком или эмалью	в) двукратная компаундировка катушек и покрытие их лаком или эмалью;
		г) замена негодных полюсных сердечников
<i>По якорю</i>		
а) проверка и пропитка обмотки якоря без снятия бандажей или клиньев и покрытие лаком или эмалью;	а) смена или ремонт по необходимости бандажей или клиньев;	а) смена обмотки якоря с заменой или ремонтом меди и восстановление изоляции;
б) обточка, продорожка и шлифовка коллектора;	б) не менее чем двукратная пропитка со снятием миканитового фланца, где по конструкции он имеется, и покрытие якоря лаком или эмалью;	б) съём по необходимости нажимных шайб и железа с заменой вала, коробок, железа, нажимных шайб и других деталей механической части якоря;
в) осмотр и проверка механической части якоря	в) обточка, продорожка и шлифовка коллектора;	в) съём коллектора с конусов с заменой негодных миканитовых конусов (цилиндров) и изоляционных пластин или замена изношенного коллектора;
	г) смена по необходимости вала, упорных втулок, роликовых и маслоотбойных колец и других деталей якоря, не влекущая смены обмотки	г) не менее чем двукратная пропитка якоря, трёхкратная для якорей с двойной обмоткой и покрытие лаком или эмалью
<i>По якорным подшипникам и щёткодержателям</i>		
а) ревизия подшипниковых узлов без съёма внутренних колец;	а) ревизия подшипниковых узлов со съёмом роликовых и упорных колец;	а) ремонт якорных подшипников с расклёпкой или их заменой;
б) ревизия щёткодержателей и их кронштейнов	б) ремонт щёткодержателей и их кронштейнов	б) ремонт щёткодержателей с разборкой и заменой деталей или установка новых щёткодержателей, ремонт и испытание кронштейнов
<i>Испытания собранной электрической машины</i>		
а) проверка норм для собранной электрической машины;	а) то же, что для пропиточного ремонта	а) то же, что для среднего ремонта
б) опробование на холостом ходу;		
в) проверка величины омического сопротивления обмоток;		
г) испытание машины на нагревание;		
д) проверка скорости вращения и реверсирования электродвигателей; проверка напряжения генераторов;		
е) испытание на повышенную скорость вращения;		
ж) проверка коммутации;		
з) проверка сопротивления изоляции;		
и) проверка электрической прочности изоляции		

В период эксплуатации между плановыми ремонтами электроподвижной состав находится под постоянным наблюдением локомотивных бригад, обслуживающего и ремонтного персонала и проходит контрольные технические осмотры.

Основной задачей контрольного технического осмотра является осмотр и установление пригодности ответственных узлов оборудования, протирка изоляционных частей, устранение обнаруженных неисправностей электроподвижного состава, а для электросекций также санитарно-гигиеническая обработка пассажирских помещений и кузовов.

Перечень осмотра и проверки оборудования, выполняемого при контрольном техническом осмотре электровазозов и электросекций, приведён в табл. 6.

Техническое состояние электроподвижного состава определяется путём осмотра, который производится:

а) в депо, пунктах оборота, на станционных путях и при остановках в пути следования;

б) перед постановкой электровазозов и электросекций в депо и заводской ремонт и при выпуске их из ремонта;

в) на контрольно-техническом осмотре;

г) при годовом комиссионном осмотре.

Кроме того, для электросекций установлен порядок осмотра и проверки ходовых частей и деталей подвески подкузовного оборудования

осмотрщиками вагонов в пунктах оборота и отстоя электросекций, а также при постановке их на контрольный технический осмотр и периодический ремонт.

Для обеспечения содержания электросекций в надлежащем санитарно-гигиеническом и культурном состоянии производится мойка кузовов и пассажирских помещений вагонов и их уборка по специальному графику при отстоях, а также на контрольных технических осмотрах и периодических ремонтах.

Содержание в чистоте пассажирских помещений вагонов электросекций при их работе в поездах обеспечивается проводниками или уборщиками вагонов.

Для поддержания электроподвижного состава в исправном состоянии, обеспечения его безопасной эксплуатации и изжития случаев внепланового ремонта установлена система осмотра, ревизии и предупредительного ремонта ответственных частей оборудования электровазозов и электросекций.

По существующей системе ревизия того или иного узла электровазоза или электросекции приурочивается к определённому виду ремонта. Такой порядок обеспечивает строгое соблюдение сроков ревизии и облегчает учёт их выполнения.

Номенклатура и сроки осмотра, ревизии и ремонта, а также магнитного контроля ответственных частей оборудования электроподвижного состава приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 6

Перечень основных работ при контрольном техническом осмотре электровазозов и электросекций

На электровазозах	На электросекциях
<i>По механическому оборудованию</i>	
<p>Осмотр колёсных пар и проверка состояния бандажных колец. Замер поперечных и продольных разбегов колёсных пар и проверка состояния антифрикционных дисков и наливчиков буксовых направляющих и букс.</p> <p>Осмотр рессорного подвешивания, рычажной тормозной передачи и проверка состояния и крепления предохранительных скоб колодок и тормозных башмаков.</p> <p>Проверка и крепление болтов кожухов зубчатой передачи, моторно-осевых подшипников, струнок и буксовых направляющих.</p> <p>Проверка состояния кожухов зубчатой передачи и добавление смазки.</p> <p>Проверка состояния подвески тяговых двигателей.</p> <p>Осмотр песочного оборудования с проверкой подачи песка, правильности установки песочных труб и плотности прилегания крышек песочных ящиков.</p> <p>Проверка исправности и плотности прилегания буксовых крышек.</p> <p>Осмотр ударно-цепных устройств. Проверка автосцепки шаблоном.</p> <p>Проверка состояния вентиляционных патрубков.</p>	<p>Осмотр колёсных пар и проверка крепления бандажных колец.</p> <p>Проверка работы роликовых подшипников по температуре нагрева букс.</p> <p>Проверка состояния и крепления распорных балок тележек, деталей лопатного, рессорного и траверсного подвешивания, подвески вспомогательных машин, боковых скользунов тележек, буксовых направляющих и наливчиков; шпоро моторно-осевых подшипников, стопорных колец, осевых кожухов и кожухов зубчатых передач; пятников, подпятников, роликовых скользунов тележек и плоских скользунов кузовов.</p> <p>Проверка состояния автосцепок без расцепки вагонов.</p> <p>Проверка исправности и крепления тормозных башмаков, тормозных валов, триангелей, предохранительных скоб тормозных тяг, валков и чек, стяжных муфт и других деталей тормозной рычажной передачи.</p> <p>Проверка состояния кузовного оборудования: деталей дверей, замков, петель, ручек, карнизов, упоров и роликов раздвижных дверей. Смазка трущихся частей. Проверка крепления поручней.</p> <p>Проверка состояния оконных рам, их подъёмных частей, стёкол и решёток (без выемки зимних рам).</p> <p>Крепление ослабших диванов и их поручней.</p> <p>Проверка состояния досок пола и переходных площадок.</p> <p>Уборка подвижного состава: прогирка стёкол, мойка полов горячей водой, протирка стен, потолков, диванов, багажных полок, карнизов, дверей и окон. Промывка или прогирка кузовов вагонов снаружи и покрытие предохранительным составом.</p>

Продолжение

На электровозах	На электросекциях
<p align="center"><i>По автотормозному оборудованию</i></p> <p>Проверка исправности и производительности компрессора, действия манометров и наличия пломб на предохранительных клапанах, выхода штоков из тормозных цилиндров и регулирование рычажной передачи.</p> <p>Проверка плотности тормозной и питательной магистралей, правильности регулировки кранов машиниста и вспомогательного тормоза действия автоматического и ручных тормозов.</p> <p>Осмотр и проверка состояния и крепления воздушных резервуаров</p>	
<p align="center"><i>По тяговым двигателям и вспомогательным машинам</i></p> <p>Проверка состояния и притирка изоляторов тяговых двигателей и вспомогательных машин, состояния щёток, состояния и крепления щёткодержателей и кронштейнов с заменой изношенных и поколотых щёток.</p> <p>Осмотр коллекторов и очистка их от угольной пыли, углубление продорожки между отдельными ламелями и устранение переброса, осмотр миканитовых конусов, зачистка и закраска их эмалью 1201 при наличии перебросов.</p> <p>Проверка состояния и прочности крепления проводов и перемычек в остовах с коллекторной стороны, а также выводных проводов из остова.</p> <p>Осмотр крепления металлических фланцев со стороны, противоположной коллектору.</p> <p>Проверка состояния уплотнения крышек коллекторных люков тяговых двигателей и исправности запоров крышек электрических машин, прочности крепления полюсных болтов электрических машин, состояния крышек маслёнок, крепления подшипниковых щитов в остовах и пробок щитов для спуска смазки и запрессовки при подшипниках качения</p>	
<p align="center"><i>По электрической аппаратуре и электрическим цепям</i></p> <p>Осмотр пантографов и протирка изоляторов и рамы, проверка состояния ползозов, контактных накладок и шарнирных соединений, смазка шарнирных соединений и ползозов, крепление ослабших шунтов, проверка состояния и крепления кабелей.</p> <p>Проверка характеристики пантографов, а также их подъёма и опускания.</p> <p>Очистка аппаратов от пыли и загрязнения, проверка прочности крепления всех подводящих проводов и состояния контактов высоковольтных и низковольтных аппаратов и зачистка их.</p> <p>Проверка наличия пломб на аппаратах защиты, а также состояния держателя контактной плиты быстродействующего выключателя.</p> <p>Осмотр высоковольтных предохранителей цепи вспомогательных машин.</p> <p>Проверка состояния и исправности действия регулятора напряжения, реле обратного тока, защитных аппаратов, контроллеров машиниста.</p> <p>Осмотр пусковых, стабилизирующих и демпферных сопротивлений, проверка их крепления и протирка изоляторов.</p> <p>Осмотр баков элементов аккумуляторной батареи, проверка крепления межэлементных соединений и их предохранительного покрытия, проверка плотности и уровня электролита и напряжения каждого элемента при разряде.</p> <p>Проверка действия ручного насоса, чёткости и правильности включения всех аппаратов, устранение утечки воздуха.</p> <p>Проверка действия отопления, освещения и исправности грозовой защиты (в летнее время).</p> <p>Протирка остовов и фундаментов вспомогательных машин, каркасов аппаратов и полов в высоковольтной камере, машинных помещениях, коридорах и кабинках машиниста</p>	
<p>Проверка плотности тормозной и напорной магистралей, выхода штоков из тормозных цилиндров и регулирование тормозной рычажной передачи.</p> <p>Проверка действия пневматических и электропневматических тормозов</p> <p>Проверка состояния подвески и крепления тяговых двигателей и вспомогательных машин. Продувка машин. Проверка состояния и протирка изоляторов, состояния щёток, состояния и крепления щёткодержателей и кронштейнов, замена изношенных и повреждённых щёток.</p> <p>Осмотр коллекторов и очистка их от угольной пыли, осмотр миканитовых конусов и при необходимости закраска их эмалью 1201.</p> <p>Проверка состояния и крепления проводов и перемычек, а также выводных проводов, вентиляторов, полюсных болтов, подшипниковых щитов.</p> <p>Осмотр и проверка уплотнения крышек коллекторных люков, маслёнок, пробок</p> <p>Осмотр пантографов и протирка изоляторов и рамы, проверка состояния ползозов, контактных накладок и шарнирных соединений, смазка шарнирных соединений и ползозов, крепление ослабших шунтов, проверка состояния и крепления кабелей.</p> <p>Проверка характеристики пантографов, а также их подъёма и опускания.</p> <p>Осмотр и проверка состояния изоляторов, клемм и подводящих проводов остальных аппаратов крышевого оборудования, протирка изоляторов, замена вставки предохранителей ГМП-1650, имеющих следы перегрева.</p> <p>Проверка состояния подвески и крепления подвального электрооборудования.</p> <p>Продувка и очистка ящиков электроаппаратов, исправление уплотнений крышек ящиков.</p> <p>Протирка подвесных изоляторов и изоляторов воздухопровода.</p> <p>Протирка деталей электроаппаратов, проверка состояния и крепления контактов, силовых и блокировочных пальцев, очистка дугогасительных камер.</p> <p>Проверка работы всех аппаратов. Осмотр и проверка целостности элементов пусковых и демпферных сопротивлений.</p> <p>Проверка состояния ящика аккумуляторной батареи. Проверка напряжения и уровня электролита каждого элемента. Проверка состояния крепления баков элементов, очистка и смазка межэлементных соединений.</p> <p>Проверка действия отопления и освещения.</p>	

Таблица 7

Перечень и сроки осмотра, ревизии и ремонта ответственных частей оборудования  
электровозов и электросекций

Наименование частей	Вид осмотра, ревизии и ремонта	Сроки осмотра, ревизии или ремонта
Колёсные пары	Осмотр под подвижным составом	а) при каждом осмотре электровоза или электросекции в депо, при приёмке и сдаче и при отстое; б) после крушения, аварии, столкновения или схода подвижного состава с рельсов
	Обыкновенное освидетельствование	а) при подъёмном ремонте; б) при каждом монтаже подшипников качения на колёсной паре; в) при каждой подкатке колёсной пары, если от последнего обыкновенного освидетельствования прошло более 6 месяцев; г) при ремонте выкатанной колёсной пары с обточкой бандажей
	Полное освидетельствование	а) при всех видах ремонта электроподвижного состава на заводах, связанных с выкаткой колёсных пар; б) при среднем ремонте в депо; в) при смене хотя бы одного элемента; г) при неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования; д) при наличии повреждений колёсной пары после крушения, аварии, столкновения или схода подвижного состава с рельсов;
	Освидетельствование с распрессовкой элементов	е) после производства допускаемых вырубков волосянин, плён, неметаллических включений и других пороков оси; а) колёсным парам электровозов и моторных вагонов электросекций I типа — через один средний ремонт (после пробега 600—800 тыс. км); то же II типа — через два средних ремонта (после пробега 900—1 200 тыс. км); б) колёсным парам прицепных вагонов электросекций через один средний ремонт (после пробега 600—800 тыс. км); в) последующие освидетельствования с распрессовкой элементов при каждом среднем ремонте (после пробега 300—400 тыс. км)
Зубчатые передачи	Ревизия	На электровозах через один периодический ремонт На электросекциях — при каждом периодическом ремонте
Моторно-осевые подшипники	Ревизия	На электровозах — через один периодический ремонт На электросекциях — при каждом периодическом ремонте
Буксовый узел	Измерение разбегов букс и колёсных пар	При каждом периодическом ремонте
Роликовые подшипники осевых букс	Ревизия	При большом периодическом ремонте
Рессорное подвешивание	Осмотр	При каждом периодическом ремонте
Лучечное подвешивание электросекций	Осмотр	При каждом периодическом ремонте
Тормозная рычажная передача	Осмотр	При каждом периодическом ремонте
Автосцепные устройства	Наружный осмотр	При каждом периодическом ремонте
	Наружный осмотр с разборкой механизма	Через один периодический ремонт
	Полный осмотр со снятием разборкой	При большом периодическом, подъёмном, среднем и капитальном ремонте
Рамы тележек	Осмотр	При каждом периодическом ремонте
Сочленение тележек электровоза	Ревизия	При большом периодическом ремонте
Пятниковые опоры кузова	Ревизия	При большом периодическом ремонте
Песочницы и их трубы	Осмотр	При каждом периодическом ремонте
Автотормозное оборудование:		
а) компрессоры	Ревизия	На электровозах — при каждом периодическом ремонте; на электросекциях — через один периодический ремонт
	Периодический ремонт	При подъёмном ремонте

Продолжение

Наименование частей	Вид осмотра, ревизии и ремонта	Сроки осмотра, ревизии или ремонта
б) автотормозное оборудование	Ревизия	На электровозах — при каждом периодическом ремонте На электросекциях — через один периодический ремонт
в) манометры	Периодический ремонт Ревизия Проверка госповерителем	При подъёмном ремонте Не реже одного раза в 3 месяца Не реже одного раза в год
г) пневматические и электропневматические воздухораспределители	Ревизия с отъёмом	На электросекциях — при большом периодическом ремонте
ж) воздушные резервуары	Осмотр Гидравлическое испытание	При периодических и подъёмных ремонтах Не реже одного раза в 3 года
Золотниковый питательный клапан цепи управления	Ревизия	Через один периодический ремонт
Тяговые двигатели и вспомогательные машины:		
а) якорные подшипники качения	Добавление смазки	На электровозах — при каждом периодическом ремонте На электросекциях — через один периодический ремонт
б) щёткодержатели тяговых двигателей электровоза	Ревизия с отъёмом	Через один периодический ремонт
Электрическая аппаратура:		
а) пневматические приводы пантографов и групповых переключателей	Прожировка манжет	При большом периодическом ремонте
б) пневматические приводы индивидуальных контакторов	Прожировка манжет	На электровозах — при подъёмных ремонтах На электросекциях — при большом периодическом ремонте
в) пантографы	Ревизия шарнирных соединений	Через один периодический ремонт
г) пусковые сопротивления	Измерение омического сопротивления	При периодических ремонтах
д) защитная и регулирующая аппаратура	Испытание и регулирование	При подъёмных ремонтах
е) электроизмерительные приборы	Проверка правильности показаний	При подъёмных ремонтах
ж) аккумуляторные батареи	Промывка	При большом периодическом и подъёмном ремонте (с деревянными сепараторами раз в 6 мес.)
з) электрические цепи	Измерение сопротивления изоляции	На электросекциях — при периодических ремонтах На электровозах — при подъёмных ремонтах

Т а б л и ц а 8

Перечень деталей электровозов и электросекций, подлежащих обязательному магнитному контролю, и сроки его производства

Наименование деталей	Срок производства магнитного контроля
Оси колёсных пар электровозов моторных и прицепных вагонов электросекций:	
а) все части оси полностью;	При изготовлении новой и перепрессовке старой оси и при освидетельствовании с распрессовкой элементов
б) шейки под буксовые и моторно-осевые подшипники, предподступичные части, открытые участки подступичных частей и средняя часть оси	При каждом освидетельствовании колёсной пары
Бандажи колёсных пар:	
а) внутренние поверхности;	Перед насадкой на колёсный центр новых и старых бандажей
б) наружная поверхность в зоне наплавки гребней или поверхности катания	После механической обработки наплавленных гребней или поверхности катания на станке (с выкаткой)



Продолжение

Наименование деталей	Срок производства магнитного контроля
Венцы зубчатых колёс в пазах	При изготовлении новых и при каждой смене венцов
Зубья и боковые поверхности венцов зубчатых колёс	При изготовлении и всех видах освидетельствования колёсных пар, при периодическом ремонте с отъёмом кожухов по графику и во всех случаях монтажа тягового двигателя в блок с колёсной парой
Зубья и боковые поверхности шестерён тяговых двигателей	При изготовлении и перед насадкой на вал. При периодическом ремонте с отъёмом кожухов по графику и во всех случаях монтажа тягового двигателя в блок с колёсной парой
Шкворни сочленения, поперечные балансиры и рессорные подвески электровозов; подвесные болты люлечного подвешивания и болты рессорного подвешивания тележек моторных и прицепных вагонов электросекций	При изготовлении, капитальном, среднем и подъёмном ремонте
Проушины и средние подвески люлечного подвешивания тележек вагонов электросекций	При изготовлении, капитальном и среднем ремонте
Коренные листы рессор	При изготовлении новых рессор, после термообработки, а также при ремонте старых рессор с разборкой листов
Тяговые крюки электровозов	При изготовлении, капитальном, среднем и подъёмном ремонте
Валы тяговых двигателей и вспомогательных машин:	
а) по всей длине	При изготовлении и перед запрессовкой в якорь
б) конусы валов	При всех видах ремонта со съёмом шестерни
в) наружные поверхности внутренних колец подшипников качения, насаженных на валы, а также шейки валов под подшипники скольжения	При всех видах ремонта с выемкой якоря
г) шейки валов под внутренние кольца подшипников качения	Во всех случаях ремонта машин со снятием этих колец
Коленчатые валы, шатуны и шатунные болты компрессоров	При изготовлении и при всех видах ремонта компрессоров с выемкой коленчатого вала
Подшипники качения колёсных пар, тяговых двигателей и вспомогательных машин:	
а) кольца и ролики	При каждом ремонте подшипника с полной его разборкой
б) кольца, не имеющие сепараторов	Перед каждым монтажом подшипника

Для сокращения простоя электроподвижного состава в ремонте и обеспечения высокого качества ремонта производство его организуется на основе предварительной заготовки деталей и узлов оборудования с применением принципа взаимозаменяемости.

Необходимость замены деталей электро-

подвижного состава новыми, восстановления изношенных или оставления их без ремонта устанавливается нормами допусков и износов оборудования электровозов и электросекций.

Основные нормы допусков и износов оборудования электровозов и электросекций приведены в табл. 9—13.

Таблица 9

Нормы допусков и износов компрессоров в мм

Наименование деталей и размеров	Тип компрессора	Чертежный размер	Допускаемый размер при выпуске из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капитальный	среднего	периодического (подъёмного)	
Диаметр цилиндров: высокого давления низкого »	Э-500	140 <sup>+0,08</sup>	140—140,2	140—142,5	140—143,5	Более 144,0
	Э-500	245 <sup>+0,09</sup>	245—245,3	245—247	245—248,5	» 249,0
	Э-400	140 <sup>+0,08</sup>	140—140,1	140—141,5	140—142,5	» 143,0
	Э-500	0,08	0,08	0,25	0,30	» 0,35
Овальность или конусность цилиндров	Э-500	0,08	0,08	0,20	0,25	» 0,30
	Э-400	0,08	0,08	0,20	0,25	» 0,30

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Тип компрессора	Чертежный размер	Допускаемый размер при выпуске из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капитального	среднего	периодического (подъемного)	
Зазор между поршнем и стенками цилиндра: высокого давления низкого »	Э-500	0,05—0,17	0,05—0,25	0,05—0,7	0,05—1,2	Более 1,5
	Э-500	0,06—0,195	0,06—0,35	0,06—0,8	0,06—1,2	» 1,5
	Э-400	0,05—0,17	0,05—0,2	0,05—0,3	0,05—0,4	» 0,5
Суммарный зазор между кольцом и стенками рубца в поршне	Э-500	0,02—0,06	0,02—0,1	0,02—0,15	0,02—0,2	» 0,25
	Э-400	0,02—0,06	0,02—0,08	0,02—0,15	0,02—0,2	» 0,25
Зазор в замке поршневого кольца: Цилиндра высокого давления Цилиндра низкого »	Э-500	0,15—0,3	0,15—0,3	0,15—0,4	0,15—0,5	» 1,0
	Э-500	0,1—0,4	0,1—0,4	0,1—0,8	0,1—1,5	» 2,0
	Э-400	0,15—0,3	0,15—0,3	0,15—0,35	0,15—0,4	» 0,5
Зазор между втулкой поршневого пальца и пальцем	Э-500	0,017—0,068	0,017—0,07	0,017—0,07	0,017—0,1	» 0,15
	Э-400	0,017—0,068	0,017—0,07	0,017—0,07	0,017—0,1	» 0,12
Зазор между шейкой коленчатого вала и шатуном	Э-500	0,03—0,12	0,03—0,12	0,03—0,12	0,03—0,12	» 0,15
	Э-400	0,03—0,12	0,03—0,12	0,03—0,12	0,03—0,12	» 0,15
Суммарный осевой разбег шатуна на шейке коленчатого вала	Э-500	0,1—0,32	0,1—0,32	0,1—0,35	0,1—0,4	» 0,45
	Э-400	0,08—0,24	0,08—0,24	0,08—0,27	0,08—0,3	» 0,35
Суммарный осевой разбег коленчатого вала	Э-500	0,415—1,185	0,415—1,185	0,415—1,185	0,415—1,185	» 1,6
	Э-400	0,4—0,8	0,4—0,8	0,4—0,8	0,4—0,8	» 1,1
Зазор между шейкой коленчатого вала и вкладышем коренного подшипника	Э-500	0,06—0,09	0,06—0,1	0,06—0,1	0,06—0,15	» 0,2
	Э-400	0,03—0,09	0,03—0,1	0,03—0,1	0,03—0,1	» 0,15
Толщина зуба большой и малой шестерни по начальной окружности	Э-500	6,16—0,07	6,16—5,7	6,16—5,7	6,16—5,4	Менее 5,2
	Э-400	6,28—0,08	6,28—0,08	6,28—5,8	6,28—5,5	» 5,2
Зазор между клапаном и гнездом в клапанной коробке Подъем клапана	Э-500	0,075—0,21	0,075—0,21	0,075—0,5	0,075—0,7	Более 0,8
	Э-500	0,075—0,21	0,075—0,21	0,075—0,5	0,075—0,7	» 6,0
	Э-400	5±0,5	4,5—5,5	4,5—5,5	4,5—5,5	» 2,0
Расстояние от торца поршня в крайнем положении до стенки клапанной коробки (вредное пространство)	Э-500	0,9—1,6	0,9—1,6	0,9—1,6	0,9—1,8	» 1,4
	Э-400	0,7—1,0	0,7—1,0	0,7—1,0	0,7—1,2	» 1,4
Продольный разбег вала мотора	Э-500	0,1—0,3	0,1—0,3	0,1—0,5	0,1—0,7	—
	Э-400	0,3—0,5	0,3—0,5	0,3—0,5	0,3—0,5	—
Производительность компрессора (л/мин)	Э-500	1 750	1 750	1 750—1 675	1 750—1 600	Менее 1 575
	Э-400	700	700	700—685	700—670	» 670

Таблица 10

Нормы допусков и износов механического оборудования в мм

Наименование деталей и размеров	Серии электровозов и электросекций	Чертежный размер	Допускаемый размер при выпуске электровоза или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капитального	среднего	подъемного	
<i>Рамы тележек электровозов</i>						
Толщина рамного листа в местах прилегания буксовых направляющих . . . . .	Все <sup>1</sup>	100—1,0	100— 98	100— 97	100— 96	Менее 95
Ширина буксового выреза . . . . .	»	435+0,5	435—437	435—439	435—440	Более 445

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Серия электро- возов и электро- секций	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске электровоза или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	подъё- мочного	
Продольное смещение буксовых вырезов правой и левой стороны одной оси относительно друг друга . . . . .	Все <sup>1</sup>	0—0,7	0—2,0	0—2,5	—	—
Допустимая кривизна рамного ли- ста на всей его длине:						
а) горизонтальная . . . . .	»	0—2,0	0—1,0	0—5,0	0—5,0	Более 5,0
б) вертикальная . . . . .	»	—	0—4,0	0—5,0	0—5,0	» 5,0
Зазор по вертикали между под- буксовой стружкой и рамой . . . .	»	5—8	5—8	4—8	3—8	Менее 1 Более 9
Разница зазоров между стружкой и рамой у одной стружки . . . . .	»	0—1,0	0—1,0	0—2,0	0—2,0	» 3,0
Диаметр отверстия под призонный болт рамы тележки (с наружной стороны рамы) . . . . .	»	32—33,43	32—40	32—44	32—45	—
<i>Соединение тележек электровозов</i>						
Диаметр шкворня сочленения . . .	ВЛ122* ВЛ119	150—0,15 —0,29 140—0,06 —0,17	Чертежный	151—148	152—146	Менее 145
			»	141—138	142—136	» 135
Общий зазор между шкворнем и штулкой . . . . .	Все	0,1—0,55	0,1—0,55	0,1—0,8	0,1—0,8	Более 2,0
Общий зазор между шкворнем и шаром . . . . .	»	0,1—0,55	0,1—0,55	0,1—0,8	0,1—0,8	» 2,0
Общий зазор между шаром и его гнездом . . . . .	»	0,2—0,5	0,2—0,5	0,2—0,6	0,2—0,8	» 1,0
Зазор между приливами тележки и гнездом шара по вертикали на обе стороны (вертикальный зазор сочленения) . . . . .	ВЛ122 ВЛ119	14—18 8—10	14—18 8—10	14—22 8—10	14—26 8—13	» 30 » 15
<i>Опора кузова электровоза</i>						
Диаметр пяты . . . . .	Все	450—0,38 —0,76	452—448	452—445	452—440	Менее 438
Общий зазор между пятой и под- пятником по диаметру вдоль оси электровоза . . . . .	»	0,38—1,14	0,1—1,14	0,1—1,5	0,4—2,0	Более 2,5
Общий боковой зазор между под- вижным подпятником и про- дольными стенками гнезда в шкворневой балке . . . . .	»	0,25—0,56	0,2—0,6	0,2—1,5	0,2—2,5	» 3,0
Продольный зазор между подвиж- ным подпятником и стенкой гнез- да со стороны буферного бруса .	»	30—45	30—45	30—45	30—45	Менее 20 Более 55
Зазор между скользящими опорами кузова и тележки (скользунами) на каждую сторону . . . . .	»	5±1	4—6	4—6	4—6	Менее 2
Перекося кузова не более . . . . .	»	—	30	30	30	Более 50
<i>Тележки электросекций</i>						
Расстояние между боковинами, замеренное у верхних отбортовок между средними балками и у концевых балок . . . . .	Все <sup>2</sup>	1 940±2	1 940±4	1 940±8	1 940±10	Более 1 952 Менее 1 928
Разность диагоналей тележки, за- меренных по центрам буксовых проёмов (в плане) . . . . .	»	—	3,0	3,0	4,0	Более 5
Разность расстояний между цент- рами буксовых проёмов одной и другой боковины рамы тележки .	»	2,0	2,0	2,0	2,0	—

<sup>1</sup> Размеры, указанные для всех серий электровозов, относятся к ВЛ122<sup>М</sup>, ВЛ122, С<sub>с</sub>, СК и ВЛ119.<sup>2</sup> Размеры, указанные для ВЛ122, относятся также к ВЛ122<sup>М</sup>, С<sub>с</sub>, СК.<sup>3</sup> Размеры, указанные для всех серий, относятся к С<sup>Р</sup>, С<sup>В</sup>, С<sup>Д</sup>, С<sup>В</sup>.

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Серии электро- возов и электро- секций	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске электровоза или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	подъё- мочного	
Суммарный зазор между опорными роликовыми скользунми люле- чного бруса и скользунми кузова с каждого конца вагона . . . . .	Все	4,0—5,0	4,0—6,0	4,0—6,0	4,0—6,0	Менее 2,0 Более 6,0
Зазор между боковыми скользу- нами тележки и скользунми верхнего люлечного бруса, сум- марно на обе стороны . . . . .	»	2,0—4,0	2,0—4,0	2,0—4,0	2,0—4,0	Более 6,0 Менее 2,0
Расстояние между нижней точкой люлечного болта и головкой рельса . . . . .	»	108,0	90,0	80,0	80,0	70,0
Расстояние от нижней точки путе- очистителя до головки рельса . .	»	150	120—150	120—150	120—150	Менее 110 Более 150
Перекося кузова вагона . . . . .	»	—	30	30	30	» 50
<i>Люлечное подвешивание тележки электросекций</i>						
Толщина верхней подвески (про- ушины) . . . . .	»	35—1,0	35—1,0 +2,0	35—1,0 +2,0	35±2,0	Менее 32
То же ширина . . . . .	СД	100±3,0	100±3,0	100±3,0	100±3,0	—
Сечение тела средней подвески (серьги) . . . . .	СР	110	110±3,0	110±3,0	110±3,0	—
	СД	100±2х х100±2	100±2х х100±2	100±2х х100±2	100±2х х100±2	—
	СР	110±2х х110±2	110±2х х110±2	110±2х х110±2	110±2х х110±2	—
Диаметр стержня люлечного болта	Все	45—0,62	45—0,62	44—45	43,5—45	Менее 43
Диаметр валика люлечного подве- шивания . . . . .	»	50—0,34 —0,5	50—0,34 —0,5	49—50	49—50	» 48
Раднальный зазор в шарнирах под- вески . . . . .	»	0,51—0,67	1,0—2,0	1,0—2,0	1,0—3,0	4,0
Высота ножа балансира (качаю- щейся балки) в средней части . .	»	126—2 +5	131—122	131—120	131—117	Менее 115
Высота пятника опоры кузова . .	»	104—0,46	104—0,46	101	100	—
Высота подпятника . . . . .	»	70—0,4	70—0,4	67—70	66—70	—
Диаметр шкворня подпятника . .	»	60—0,5	60—0,5	58—60	58—60	Менее 57
<i>Колёсные пары</i>						
Толщина бандажей по кругу ка- тания:						
а) электровозов . . . . .	ВЛ22	90—5	90—100	57—100	57—100	Менее 50
	ВЛ19	75—3; 90—5	75—90	53—90	53—90	» 46
б) моторных вагонов электро- секций . . . . .	Все	72—80	72—80	45—80	43—80	35
в) прицепных вагонов электро- секций . . . . .	»	72—80	72—80	40—80	40—80	30
г) то же обода цельнокатанного колеса . . . . .	»	По чертежу	—	Не менее 33	Не менее 33	—
Наибольшая разница диаметров бандажей по кругу катания:						
а) у одной колёсной пары электровоза . . . . .	»	0,5	0,5	0,5	0,5	Более 2,0
б) у комплекта колёсных пар электровоза . . . . .	»	3,0	5,0	12,0	12,0	» 15,0
в) у одной колёсной пары мо- торного или прицепного ва- гона электросекции . . . . .	»	0,5	0,5	0,5	0,5	» 3,0
г) у двух колёсных пар одной тележки моторного вагона . .	»	—	5,0	8,0	8,0	» 10
д) у двух колёсных пар одной тележки прицепного вагона . .	»	—	10	15	15	» 30
е) у колёсных пар разных те- лежек моторного вагона . . . .	»	—	10	15	15	» 20
ж) у колёсных пар разных те- лежек одного прицепного вагона . . . . .	»	—	10	30	30	» 35
Бисие бандажей по кругу ка- тания:						
а) электровозов . . . . .	Все	—	0—1,3	0—1,3	0—1,3	Более 2,0
б) электросекций . . . . .	»	0—1,0	0—1,0	0—1,3	0—1,3	—

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Серии электро- возов и электро- секций	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске электровоза или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	подъём- ного	
Диаметр шеек оси под буксовые подшипники:						
а) электровозных колёсных пар с подшипниками скольже- ния . . . . .	Все	180+0,2	180+0,2	180+0,2	180+0,2	Менее 174
б) колёсных пар электросекций	»	120,035— 120,012	120—2,0 120,035— 120,012	180—5,5 120—118,5	180—5,5 120—118,5	—
Диаметр шеек оси под моторно-осе- вые подшипники:						
а) электровозных колёсных пар	»	200+0,2	200+0,2	200+0,2	200+0,2	Менее 193
б) колёсных пар моторных ва- гонов . . . . .	»	179,92—180	179,92—180	176,5—180	175,5—180	174,0
Овальность, конусность или вол- нистость шеек оси:						
а) под буксовые подшипники электровозных колёсных пар	»	0—0,05	0—0,05	0—0,5	0—0,5	Более 0,8
б) под моторно-осевые подшип- ники электровозных колёс- ных пар . . . . .	»	0—0,05	0—0,05	0—0,5	0—0,5	» 0,7
в) под буксовые роликовые подшипники колёсных пар электросекций:						
при горячей посадке . . .	»	0—0,023	0—0,023	0—0,032	0—0,032	0,035
» холодной посадке . . .	»	0—0,045	0—0,045	0—0,045	0—0,07	0,1
г) под моторно-осевые подшип- ники колёсных пар моторных вагонов . . . . .	»	0—0,05	0—0,05	0—0,05	0—0,5	0,7
Максимально допустимое биение шеек оси:						
а) под буксовые подшипники скольжения и моторно-осе- вые подшипники электро- возных колёсных пар . . .	»	0,1	0,2	0,6	0,6	Более 0,8
б) под буксовые роликовые подшипники колёсных пар электросекций . . . . .	»	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
в) под моторно-осевые подшип- ники колёсных пар электро- секций . . . . .	»	0,1	0,1	0,2	0,5	—
<i>Зубчатые передачи</i>						
Износ зубьев зубчатого колеса и шестерни электровоза по началь- ной окружности на обе стороны	»	—	0	0—2,5	0—3,0	Более 3,5
Толщина зуба венца зубчатого ко- леса колёсной пары моторного вагона электросекции . . . . .	»	13,63	13,63	13,63—11,0	13,63—10,5	10,0
Толщина зуба шестерни электро- секции . . . . .	»	17,45	17,45	17,45—16,5	17,45—15,5	Менее 14,5
Разность толщин зубьев по на- чальной окружности:						
а) двух зубчатых колёс колёс- ной пары электровоза . . . .	»	0—0,15	0—0,15	0—1,0	0—1,0	Более 1,5
б) двух шестерён тягового дви- гателя электровоза . . . . .	»	0—0,12	0—0,12	0—0,5	0—0,5	» 1,0
Величина отклонения зубьев венца одного зубчатого колеса по отно- шению к зубьям венца другого зубчатого колеса колёсной пары электровоза . . . . .	»	0—0,5	0—0,5	0—1,0	0—1,0	» 1,5
Радиальное биение окружности выступов зубьев:						
а) зубчатого венца колёсной пары электровоза . . . . .	»	0—0,4	0—0,4	0—0,4	0—0,5	» 0,6
б) зубчатого венца колёсной пары электросекции . . . . .	»	0—0,8	0—0,8	0—0,8	0—1,0	—
в) шестерни тягового двигателя электросекции . . . . .	»	—	0—0,2	0—0,2	0—0,3	—
Общий боковой зазор по началь- ной окружности между зубьями зубчатого колеса и шестерни, находящихся в сцеплении:						
а) у электровозов . . . . .	»	0,2—0,5	0,2—0,5	0,2—3,5	0,2—4,5	Более 5,5
б) у электросекций . . . . .	»	0,2—0,7	0,2—0,7	Не менее 0,2	Не менее 0,2	—
Разница односторонних боковых зазоров между зубьями обеих зубчатых передач одного дви- гателя электровоза . . . . .	»	0—0,3	0—0,3	0—0,3	0—0,3	Более 0,7
Радиальный зазор между вершиной и впадиной зубьев собранной зубчатой передачи:						

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Серии электро- возов и электро- секций	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске электровоза или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	подъё- мочного	
а) у электровозов при угле за- цепления 20° . . . . .	Все	2,8—3,7	2,8—3,7	2,8—5,0	2,8—5,0	Менее 2,5 Более 5,5
б) то же при угле зацепления 15° . . . . .	»	3,8—4,5	3,8—4,5	3,7—4,7	3,6—5,0	Менее 3,5 Более 5,5 Менее 3,7
в) у электросекций . . . . .	»	3,7—4,5	3,7—4,5	3,7—4,5	3,7—4,5	Менее 3,7
Разница радиальных зазоров меж- ду вершинами и впадинами зубь- ев в зубчатых передачах одного двигателя электровоза . . . . .	»	—	0—0,5	0—0,7	0—0,9	Более 1,0
Разбег тягового двигателя вдоль оси колёсной пары:						
а) у электровозов . . . . .	»	1,5—3,6	1,5—3,6	1,5—3,6	1,5—5,0	» 8,0
б) у электросекций . . . . .	»	0,5	0,5	0,5	0,5—1,0	» 4,0
Радиальный зазор между шейкой оси и вкладышем моторно-осевого подшипника:						
а) у электровозов . . . . .	»	0,25—0,65	0,25—0,65	0,25—0,65	0,25—0,65 (0,25—1,0)*	» 3,0
б) у электросекций . . . . .	»	—	До 0,4	До 0,4	До 0,4	» 2,0
<i>Буксовый узел</i>						
Толщина наличников:						
а) букс и буксовых направляю- щих электровоза . . . . .	»	6,0—0,1	5,0—7,0	5,0—7,0	3,0—7,0	Менее 2,0
б) стальной коробки на пазы букс электросекции . . . . .	»	—	5—8	5—8	5—8	—
в) буксовой направляющей те- лежки электросекции . . . . .	»	12 <sup>+0,5</sup> —1,0	12 <sup>+1,0</sup>	11,0—13,5	10,0	8,0
Продольный относительно оси те- лежки зазор между буксой и буксовыми направляющими электровоза (суммарный на обе стороны) . . . . .	»	0,3—2,6	0,3—2,6	0,3—2,6	0,3—2,6	Более 6,0
Толщина буксового подшипника электровоза, залитого баббитом	»	40—0,5	40—39,5	40—38	40—34	Менее 32
Толщина антифрикционного диска электровоза . . . . .	ВЛ22 ВЛ19	29,5—33,5 27	29,5—33,5 26—28	26—35 24—29	24—37 22—32	» 22 » 20
Общий поперечный разбег колёс- ной пары электровоза:						
а) для крайних осей тележки .	ВЛ22 ВЛ19	2,5—6,3 3—6	2,5—6 2,5—6	2,5—6 2,5—6	2,5—8 2,5—8	Более 16 » 14
б) для средней оси тележки .	ВЛ22 ВЛ19	2,5—6,3 3—10	5—10 5—10	5—10 5—10	5—12 5—12	» 18 » 16
Разность расстояний от внутрен- них граней бандажей колёсной пары электровоза до продольной оси тележки (или до поверхно- стей рамных листов), за вычетом поперечного разбега каждой сто- роны . . . . .	Все	—	0—2,0	0—3,0	0—3,0	» 5,0
Непараллельность осей смежных колёсных пар электровоза, а так- же отклонение оси колёсной пары от перпендикулярного положени- я относительно оси тележки (при измерении по концам оси на правой и левой стороне тележки)	»	—	0—2,0	0—3,0	0—3,0	» 4,0
Зазоры между наличниками буксо- вых направляющих и буксами в тележке электросекции суммарно на обе стороны буксы:						
а) в продольном направлении .	»	1,0—2,0	1,0—2,0	1,0—2,0	1,0—4,0	» 8,6
б) » поперечном » . . . . .	»	3,0—4,0	3,0—4,0	3,0—4,0	3,0—6,0	» 8,0
<i>Роликовые подшипники</i>						
Радиальные зазоры цилиндриче- ских роликовых подшипников № 42624 и № 52624 горячей посадки:						
а) начальный (в свободном со- стоянии) . . . . .	»	0,04—0,09	0,04—0,15	0,04—0,3	0,04—0,3	—
б) посадочный (после посадки на шейку) . . . . .	»	—	0,02—0,08	0,02—0,26	0,02—0,26	—
Аксиальный зазор комплекта ци- линдрических роликовых под- шипников . . . . .	»	0,05—0,71	0,05—0,71	0,05—0,9	0,05—1,0	—

\*При установке подшипников без перезаливки.

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Серия электро- возов и электро- секций	Чертёж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске электровоза или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	подъё- мочного	
Натяг при горячей посадке на шейку внутренних колец подшипников № 52624 и № 42624 . . . . .	Все	0,012—0,055	0,012—0,05	0,012—0,05	0,012—0,05	—
Допуски при подборе роликов в один подшипник:						
а) разница диаметров . . . . .	»	—	0,003	0,003	0,003	—
б) овальность, конусность . . .	»	—	0,002	0,002	0,002	—
Начальный радиальный зазор сферического роликового подшипника холодной посадки . . . . .	»	0,08—0,11	0,08—0,17	0,08—0,35	0,08—0,35	—
Изменение начального зазора роликоподшипников при их затяжке на закрепительной втулке (холодная посадка) . . . . .	»	—	0,05—0,06	0,05—0,06	0,05—0,06	—
<i>Рессорное подвешивание</i>						
Стрела прогиба листовой рессоры (фабричная стрела):						
а) у электровозов . . . . .	ВЛ22 ВЛ19	100+6,0 41+6,0	106—100 47—41	106—100 47—41	106—95 47—36	Менее 85
б) у электросекций 10-листовой рессоры . . . . .	СР СД	121+5 114+5	121+5 114+5	111—126	109—126	Обратный прогиб под нагрузкой
в) то же 12-листовой рессоры . . . . .	СР СД	114+5 108+5	114+5 108+5	105—120	103—120	—
г) то же рессоры Галахова . . .	Все	188+12	188—200	188—200	188—200	Менее 165
Высота винтовой рессоры в свободном состоянии:						
а) у электровозов . . . . .	ВЛ22	204±5	Чертёжный	209—197	209—194	» 190
		173±4	»	177—167	177—165	» 162
б) у электросекций . . . . .	ВЛ19 Все	219+5,5 —1,5	»	212—220,5	205	—
Высота подрессорной стойки электровоза . . . . .	ВЛ22 ВЛ19	347±0,5 365±0,5	348—346 366—360	348—346 366—355	349—344 368—352	Менее 342 » 350
Износ рессорной подвески электровоза по толщине . . . . .	Все	—	0	0—1,0	0—2,0	Более 3,0
Диаметр стержня подвесного болта рессоры электросекции . . . . .	»	38—0,34	38—0,34	36—38	36—38	33
Зазор между валком и втулкой рессорного подвешивания электровозов при номинальном диаметре валика:						
а) 40 мм . . . . .	»	0,1—0,2	0,1—0,5	0,1—0,5	0,1—1,5	Более 2,5
б) 45 » . . . . .	»	0,1—0,2	0,1—0,6	0,1—0,6	0,1—2,0	» 4,0
в) 65 » . . . . .	»	0,1—0,25	0,1—0,7	0,1—0,7	0,1—2,5	» 5,0
<i>Тормозная рычажная передача</i>						
Суммарный зазор между валком и втулкой:						
а) у электровозов во всех шарнирных соединениях . . . . .	»	0,1—0,25	0,1—0,5	0,1—1,0	0,1—1,5	» 3,0
б) у электросекций при диаметре отверстия:						
до 30 мм . . . . .	»	0,56	0,56	1,0	2,0	Менее 0,5
более 30 и до 50 мм . . . . .	»	0,68	0,68	1,5	2,0	Более 6,0
Отклонение в расстояниях между центрами отверстий в тягах длиной:						
до 1 000 мм . . . . .	»	±2	±2	±3	±3	—
» 2 000 » . . . . .	»	±3	±3	±4	±4	—
более 2 000 » . . . . .	»	±5	±5	±7	±7	—
<i>Ударно-цепные устройства</i>						
Высота горизонтальной оси автоцепки от головки рельса:						
а) у электровозов . . . . .	»	1 055±15	1 070—1 000	1 070—990	1 070—990	Более 1 070
б) у электросекций . . . . .	»	1 167—1 127	1 167—1 127	1 167—1 090	1 167—1 090	Менее 980 » 1 031
Высота оси буферного стержня электровоза от головки рельса . . . . .	»	1 065±15	1 080—980	1 080—970	1 080—970	» 960
Высота нижней кромки пугоачности от головки рельса:						
а) электровоза . . . . .	»	150±5	120—155	120—155	120—155	Менее 100
б) электросекции . . . . .	»	150	120—150	120—150	120—150	Более 155 Менее 110 Более 150

Таблица 11

## Нормы допусков и износов электрической аппаратуры в мм

Наименование деталей и размеров	Тип аппарата	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске электровоза или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	подъёмоч- ного	
Общая часть						
Толщина блокировочных сегментов в цепях управления . . . . .	Все	4,0 5,0 6,0	4,5—3,0 5,5—3,5 6,5—5,0	4,5—3,0 5,5—3,5 6,5—4,0	4,5—2,5 5,5—3,0 6,5—3,5	Менее 2,0 » 2,5 » 3,0
Толщина стального блокировочного пальца в рабочей части . . . . .	»	1,25	1,3—1,0	1,3—1,0	1,3—0,7	» 0,5
Допускаемые отклонения от номинальных размеров валиков и осей при диаметре:						
от 5 до 10 мм . . . . .	»	0,015—0,055	0,05—0,15	0,05—0,15	0,05—0,30	Более 0,5
более 10 до 18 мм . . . . .	»	0,020—0,070	0,06—0,18	0,06—0,18	0,06—0,36	» 1,1
» 18 » 30 » . . . . .	»	0,025—0,085	0,07—0,21	0,07—0,21	0,07—0,42	» 1,3
» 30 » 50 » . . . . .	»	0,035—0,100	0,08—0,25	0,08—0,25	0,08—0,50	» 1,6
Допускаемые отклонения от номинальных размеров отверстий под валики и оси на диаметры:						
от 5 до 10 мм . . . . .	»	0—0,030	0—0,10	0—0,10	0—0,20	Более 0,5
более 10 » 18 » . . . . .	»	0—0,035	0—0,12	0—0,12	0—0,24	» 1,1
» 18 » 30 » . . . . .	»	0—0,045	0—0,14	0—0,14	0—0,28	» 1,3
» 30 » 50 » . . . . .	»	0—0,050	0—0,17	0—0,17	0—0,34	» 1,6
Допускаемые зазоры в шарнирах при номинальном диаметре отверстий:						
от 5 до 10 мм . . . . .	»	0,015—0,085	0,05—0,25	0,05—0,25	0,05—0,50	Более 1,0
более 10 » 18 » . . . . .	»	0,020—0,105	0,06—0,30	0,06—0,30	0,06—0,60	» 2,2
» 18 » 30 » . . . . .	»	0,025—0,130	0,07—0,35	0,07—0,35	0,07—0,70	» 2,6
» 30 » 50 » . . . . .	»	0,032—0,150	0,08—0,42	0,08—0,42	0,08—0,84	» 3,2
Пантографы						
Толщина токособирательных медных накладок . . . . .	ДЖ-5к и ДЖ-4	5,0 6,0	5,0—6,0 6,0—8,0	5,0—6,0 6,0—8,0	4,0—6,0 5,0—8,0	Менее 2,5 » 2,5
Отклонение верхних поверхностей полозов от горизонтали на длине 1 м:						
а) при установке пантографа на тумбах в цехе . . . . .	ДЖ-5к и ДЖ-4	—	0—5,0	0—5,0	0—5,0	—
б) на крыше электровоза или моторного вагона . . . . .	ДЖ-5к и ДЖ-4	—	0—10,0	0—10,0	0—10,0	Более 20,0
Наибольший суммарный аксиальный зазор в любом шарнире рамы	ДЖ-5к и ДЖ-4	—	2,0	2,0	3,0	Более 4,0
Контакты						
Толщина контакта:						
а) контакторов электропневматических типа ПК . . . . .	Все	6,5±0,2	6,5±0,2	6,7—5,0	6,7—4,0	Менее 3,0
б) линейных контакторов ЛК-551, ЛК-300В, ЯК-22А-1 . . . . .	»	6,5±0,2	6,5±0,2	6,5±0,2	6,7—4,5	» 3,0
в) контакторных элементов . . . . .	КЭ-1 КЭ-2 КЭ-4 КЭ-30 КН-7	6,5±0,2 10,0±0,2 5,0 6,5±0,2	6,5±0,2 10,0±0,2 5,0 6,5±0,2	6,7—5,0 10,0±0,2 5,0 6,7—5,0	6,7—4,0 10,2—7,5 5,0—3,0 6,7—4,0	» 3,0 » 5,0 » 2,5 » 3,0
г) заземляющего контактора . . . . .	КЭ-30	5,0	5,0	5,0	5,0—3,0	» 2,5
д) контакторов электромагнитных . . . . .	Все	6,5±0,2	6,5±0,2	6,7—5,0	6,7—4,0	» 3,0
Разрыв контактов:						
а) контакторов электропневматических типа ПК, контакторных элементов КЭ-1 и линейных контакторов . . . . .	»	24—27	24—27	24—27	24—29	Более 32
б) контакторных элементов . . . . .	КЭ-2 КЭ-4	12—15 8—10	12—15 8—10	12—15 8—10	12—17,5 8—13	» 20 Менее 8
в) контакторов электромагнитных . . . . .	МК-310 ДБ-928	30—34 19,0±1,5	30—34 19,0±1,5	30—36 19,0±1,5	30—33 19,0±1,5	Более 40 » 22
Наибольшее поперечное смещение контактов относительно друг друга . . . . .	Все	0	1	1	2	Более 3
Толщина стенки дугогасительной камеры . . . . .	»	6,0±0,3	5,0—7,5	5,0—7,5	4,0—7,5	Менее 3,0
Толщина перегородки дугогасительной камеры . . . . .	»	5,0±0,3	4,0—6,0	4,0—6,0	3,0—6,0	» 2,0



Продолжение						
Наименование деталей и размеров	Тип аппарата	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске электроваз или электросекции из ремонта			Браковочный размер для эксплуа- тации
			капиталь- ного	среднего	подъёмоч- ного	
<i>Групповые контроллеры и переключатели</i>						
Радиус цилиндрической поверх- ности кулачков главного вала	ПКГ-303, ПКГ-323	80,0	80,0—79,0	80,0—76,0	—	Менее 75,0
Биение окружности кулачковых шайб	ПКГ-323	0	0,5	0—1,0	—	Более 2,0
Износ кулачков по окружности	ПКГ-162 ПКГ-320 ПКГ-321 ПКГ-330	0	0	0—1,0	0—2,0	—
Толщина контактной части литого силового сегмента	ПР, ПТК	8,0—1,0	8,0—1,0	8,0—4,0	8,0—3,0	Менее 2,5
То же у пластинчатого силового сегмента	ПТК-300- 302 ПР, ПШ	4,0+1,0 —0,5 5,0	4,0+1,0 —0,5 5,0	5,0—3,0	5,0—2,5	» 2,0
Толщина контактной части силово- го пальца	Все	6,0±0,5	6,0±0,5	6,5—4,0	6,5—3,5	» 3,0
<i>Быстродействующий выключатель</i>						
Длина контакта, измерен по оси:	Все	65,0±1,0 66,0±1,0 30,5—33,0	65,0±1,0 66,0±1,0 30,5—35,0	66,0—60,0 67,5—61,0 30,5—58,5	66,0—58,5 67,5—59,5 30,5—58,5	Менее 58,0 » 59,0 Более 62,5
а) неподвижного						
б) подвижного						
Разрыв контактов	»	»	»	»	»	»
<i>Контроллер машиниста</i>						
Толщина контакта контакторного элемента	КМЭ	5,0	5,0	5,0—4,0	5,0—3,0	Менее 2,5
Разрыв контактов	КМЭ	4,0—5,6	4,0—5,6	4,0—7,0	4,0—9,0	» 4,0 Более 9,5
<i>Электромагнитные вентили</i>						
Зазор между якорем вентили и сердечником во включённом со- стоянии	Все	1,4—1,2	1,4—1,1	1,4—1,0	1,4—0,8	Менее 0,6
Ход клапана вентили:	»	0,9±0,1	0,9±0,1	0,9±0,1	0,9±0,2	Более 1,2 Менее 0,6
а) включающего						
б) выключающего	»	1,3	1,3±0,1	1,3±0,1	1,3±0,2	Более 1,6 Менее 1,0

Таблица 12

## Нормы допусков и износов тяговых двигателей в мм

Наименование деталей и размеров	Тип тягового двигателя	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	пропиточ- ного	
Диаметр моторно-осевой горловины	ДПЭ-400 ДПЭ-340	230+0,09	230+0,10 231+0,10	230+0,20 231+0,20 232+0,20	230+0,30 231+0,30 232+0,30 233+0,30	Более 233,5
	ДК-103 ДПИ-150	210+0,045	210+0,09 211+0,09	210+0,20 211+0,20 212+0,20	210+0,30 211+0,30 212+0,30 213+0,30	
Натяг шапок на вкладыши мотор- но-осевых подшипников	Все	0,10—0,25	0,10—0,25	0,05—0,25	0,0—0,25	Ослабление вкладышей не допускается
Длина остова по внешним кром- кам моторно-осевых горловин	ДПЭ-400 ДПЭ-340 ДК-103 ДПИ-150	998—0,5 1 036—0,5	998—0,5 1 036—1 035	998—995,5 1 036—1 035	998—995 1 036—1 034	Менее 994 —

Продолжение

Наименование деталей и размеров	Тип тягового двигателя	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске из ремонта			Браковочный размер для эксплуатации
			капиталь- ного	среднего	пропущен- ного	
Расстояние между центрами горловин остова под подшипниковые щиты и моторно-осевые подшипники (централь) . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	545 <sup>+0,35</sup> — <sup>-0,15</sup>	545 <sup>+0,4</sup> — <sup>-0,15</sup>	545 <sup>+0,5</sup> — <sup>-0,15</sup>	545 <sup>+1,0</sup> — <sup>-0,15</sup>	—
Диаметр вала якоря в месте посадки роликовых колец:		445 <sup>+0,25</sup>	445 <sup>+0,4</sup>	445 <sup>+0,4</sup>	445 <sup>+0,5</sup>	—
а) электровозных . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340}	130 <sup>+0,040</sup> — <sup>+0,035</sup>	130; 129,75; 129,5; 129,25	130; 129,75; 129,5; 129,25	130; 129,75; 129,5; 129,25; 129,0	Менее 128,0
б) моторвагонных со стороны шестерни . . . . .	ДК-103} ДП-150}	110 <sup>+0,038</sup> — <sup>+0,023</sup>	110; 109,75; 109,5; 109,25; 109; 108,75; 108,5	110; 109,75; 109,5; 109,25; 109; 108,75; 108,5	110; 109,75; 109,5; 109,25; 109,25; 108,75; 108,5; 108,25; 108,0	Менее 108,0
в) то же со стороны коллектора	ДК-103} ДП-150}	85 <sup>+0,038</sup> — <sup>+0,023</sup>	85; 84,5; 84; 83,5	85; 84,5; 84; 83,5	85; 84,5; 84; 83,5; 83,0	Менее 83,0
Диаметр рабочей поверхности коллектора . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	565 <sup>+2,5</sup> — <sup>-0,5</sup> 546 <sup>+1,0</sup> 380 <sup>+1,0</sup> — <sup>-0,5</sup>	567,5—542 547—520 381—360	567,5—534,5 547—515 381—352	567,5—533 547—514 381—352	— — Менее 351,0
Длина петушков коллектора . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	21 <sup>+1,0</sup> — <sup>-0,5</sup> 21 <sup>+1,0</sup> — <sup>-0,5</sup> 17 <sup>+0,5</sup> 22	22—16 22—15 17,5—11,5 22—16	— — — —	— — — —	— — — —
Глубина продорожки миканита коллектора . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	1,2 1,0 <sup>+0,2</sup>	1,2—1,5 1,2—1,0	1,0—1,5 1,2—1,0	1,0—1,5 1,2—1,0	Менее 0,5 » 0,5
Биеение коллектора по рабочей поверхности в собранном двигателе не более . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	0,04 —	0,06 0,06	0,07 0,06	0,10 0,08	— —
Глубина выработки рабочей поверхности коллектора под щётками . . . . .	Все	0	0	0	0	Более 0,5
Высота щётки . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	60 <sup>+1</sup> 55 <sup>+1</sup> 50 <sup>+1</sup> 60 <sup>+1</sup>	61—59 56—54 50 <sup>+1</sup> 60 <sup>+1</sup>	61—58 56—53 50 <sup>+1</sup> 60 <sup>+1</sup>	61—55 56—50 50 <sup>+1</sup> 60 <sup>+1</sup>	Менее 35 » 35 » 35 » 35
Зазор между щёткой и щёткодержателем:						
а) по толщине щётки . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	0,05—0,1	0,05—0,15	0,05—0,2	0,05—0,25	Более 0,35
б) по ширине щётки (вдоль коллектора) . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	0,05—0,20	0,05—0,25	0,05—0,30	0,05—0,35	» 0,4
Расстояние от корпуса щёткодержателя до рабочей поверхности коллектора . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	0,16—0,8	0,1—0,8	0,1—0,8	0,1—0,8	» 1,0
Минимальный зазор между петушками коллектора и корпусом щёткодержателя (при крайнем положении якоря в сторону щёткодержателя) . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340} ДК-103} ДПИ-150}	5 <sup>±1</sup> 4 <sup>±1</sup> 4—6	4—6 3—5 3—6	4—6 3—5 3—6	4—6 3—5 3—6	Более 6,5 Менее 3,5 — —
Осевой разбег якоря:						
а) для подшипников 42426ж . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340}	1—2	1—2	1—2	1—2	Более 2,5
б) для подшипников 22426ж . . . . .	ДПЭ-400} ДПЭ-340}	0,2—0,5	0,2—0,5	0,2—0,5	0,2—0,5	» 0,8
в) моторвагонных . . . . .	ДК-103} ДПИ-150}	0,15—0,4	0,15—0,47	0,15—0,47	0,15—0,52	—

Таблица 13

## Нормы допусков и износов вспомогательных машин в мм

Наименование деталей и размеров	Тип машины	Чертеж- ный размер	Допускаемый размер при выпуске из ремонта			Браковоч- ный раз- мер для эксплу- атации
			капиталь- ного	среднего	пропущен- ного	
Диаметр рабочей поверхности коллектора	ДК-403	310 $\pm 1,0$ 0,5	311 -297	311 -290	311 -290	Менее 288
	ЭК-12					
	ДК-404	400 $\pm 0,5$	400 -387	400 -380	400 -380	» 378
	ДК-402					
	ДК-401	406 $\pm 1,0$ -0,5	407 -388	407 -380	407 -380	» 378
	ДДИ-60					
	ДК-405	222 $\pm 1,0$ 0,5	223 -212	223 -206	223 -205	» 204
	ДМГ-1 500/50		197 $\pm 1,0$ 190 $\pm 1,0$	198 -180 191 -174	198 -174 191 -172	» 170 » 170
	ЭК-15	292 $\pm 1,0$ -0,5	293 -275	293 -270	293 -270	» 268
	ДК-406		285 $\pm 1,0$ 0,5	286 -275	286 -270	» 268
	ДК-601	310 $\pm 1,0$ 0,5	311 -297	311 -290	311 -290	» 288
	ДК-403					
Блестяние коллектора по рабочей поверхности в собранной ма- шине не более	ЭК-12	0,04	0,05	0,08	0,10	—
	ДК-404					
	ДК-402	0,06	0,09	0,10	0,15	—
	ДК-401					
	ДДИ-60	0,05	0,07	0,08	0,10	—
	ДК-405					
	ДМГ-1500/50	0,05	0,07	0,08	0,10	—
	ЭК-15					
	ДК-406	0,05	0,07	0,08	0,10	—
	ДК-601					
	ДК-403	1,0 $\pm 0,2$	1,0 -1,2	1,0 -1,2	1,0 -1,2	Менее 0,5
	ЭК-12					
Глубина продорожки миканита коллектора	ДК-404	0,9 $\pm 0,3$	0,9 -1,2	0,9 -1,2	0,9 -1,2	» 0,5
	ДК-402					
	ДК-401	0,8 $\pm 0,2$	0,8 -1,2	0,8 -1,2	0,8 -1,2	» 0,5
	ДДИ-60					
	ЭК-15	0,9 $\pm 0,3$	0,9 -1,2	0,9 -1,2	0,9 -1,2	» 0,5
	ДК-406					
	ДК-601	0,8 $\pm 0,2$	0,8 -1,2	0,8 -1,2	0,8 -1,2	» 0,5
	ДК-405					
	ДМГ-1 500/50	0,05 $\pm 0,2$	0,05 -0,2	0,05 -0,3	0,05 -0,4	Более 0,5
	ЭК-12					
	ДК-404	0,05 -0,22	0,05 -0,25	0,05 -0,30	0,05 -0,4	» 0,5
	ДК-402					
Зазор между щёткой и щётко- держателем; а) по толщине щётки	ДК-401	0,05 -0,25	0,05 -0,3	0,05 -0,3	0,05 -0,35	» 0,5
	ДК-403					
	ДК-402	0,05 -0,28	0,05 -0,33	0,05 -0,33	0,05 -0,33	» 0,55
	ДК-401					
	ДДИ-60	0,05 -0,25	0,05 -0,3	0,05 -0,4	0,05 -0,4	» 0,5
	ДК-405					
	ДМГ-1 500/50	0,05 -0,20	0,05 -0,25	0,05 -0,25	0,05 -0,3	» 0,5
	ЭК-15					
	ДК-406	0,05 -0,2	0,05 -0,4	0,05 -0,45	0,05 -0,6	» 0,9
	ДК-601					
	ЭК-12	0,07 -0,36	0,07 -0,4	0,07 -0,45	0,07 -0,6	» 0,9
	ДК-402					
б) по ширине щётки (вдоль коллектора)	ДК-404	0,08 -0,4	0,08 -0,5	0,08 -0,5	0,08 -0,6	» 0,9
	ДК-403					
	ДК-401	0,1 -0,25	0,1 -0,4	0,1 -0,45	0,1 -0,6	» 0,9
	ДДИ-60					
	ДК-405	0,05 -0,27	0,05 -0,4	0,05 -0,45	0,05 -0,6	» 0,9
	ДМГ-1 500/50					
	ЭК-15	0,07 -0,35	0,07 -0,51	0,07 -0,51	0,07 -0,55	—
	ДК-406					
	ДК-601	0,08 -0,42	0,08 -0,55	0,08 -0,55	0,08 -0,65	—
	ДК-402					
	ДК-401	0,07 -0,35	0,07 -0,4	0,07 -0,6	0,07 -0,6	—
	ДДИ-60					
Высота щётки	ДМГ-1 500/50	0,07 -0,36	0,07 -0,4	0,07 -0,4	0,07 -0,5	Более 0,7
	ЭК-15					
	ДК-406	51 -49	51 -45	51 -45	51 -35	Менее 30
	ДК-601					
	ДК-403	26 -24	26 -23	26 -23	26 -20	» 17
	ДК-401					
	ДК-102	33 -31	33 -30	33 -30	33 -25	» 20
	ДК-401					
	ДК-401	11 -39	41 -38	41 -38	41 -30	» 25
	ДК-401					
	ДДИ-60	61 -59	61 -55	61 -55	61 -35	» 30
	ДК-405					
	ДМГ-1 500/50	32 -29	32 -29	32 -29	32 -29	» 16
	ЭК-15					
	ДК-406	55	55 -51	55 -51	55 -51	» 28
	ДК-601					
	ЭК-15	45 $\pm 1$	45 $\pm 1$	45 $\pm 1$	45 $\pm 1$	» 25
	ДК-406					
	ДК-601	50 $\pm 1$	50 $\pm 1$	50 $\pm 1$	50 $\pm 1$	» 25
	ДК-601					

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЭЛЕКТРОВОЗА И ЭЛЕКТРОСЕКЦИИ

На каждый электровоз и электросекцию ведётся технический паспорт.

Технический паспорт отображает состояние электровоза или электросекции и содержит данные о их работе и ремонте, начиная с момента зачисления в инвентарный парк подвижного состава МПС.

Технический паспорт состоит из общей части и вкладывшей на основное взаимозаменяемое оборудование: тележки, колёсные пары, зубчатые колёса и шестерни, тяговые двигатели и вспомогательные машины.

Общая часть паспорта составляется при поступлении электровоза или электросекции в эксплуатацию после постройки на заводе и заполняется данными в течение всего времени работы электровоза или электросекции до исключения их из инвентаря. В эту часть заносятся даты постройки и вступления в эксплуатацию, пробеги, выполненные подъёмочные, средние и капитальные ремонты, смена основного оборудования и конструктивные изменения.

При замене установленного на электровозе или электросекции основного оборудования соответственно заменяются и вкладыши.

Технический паспорт (вкладыш) ведётся на каждый тяговый двигатель, вспомогательную машину, тележку, колёсную пару, зубчатое колесо и шестерню с момента их изготовления. В паспорт заносятся дата изготовления оборудования, его основные технические данные и размеры, выполненный ремонт, пробег на подвижном составе, неисправности и конструктивные изменения.

При отправлении электровоза или электросекции в ремонт на завод или в другое депо, а также при передаче их одновременно с ними высылаются технический паспорт. При возвращении электровоза или электросекции из ремонта технический паспорт вместе с ними высылаются в депо приписки.

Технические паспорта (вкладыши) тяговых двигателей, вспомогательных машин, колёсных пар при поступлении их в ремонт также направляются в соответствующие цехи и мастерские.

Наличие технических паспортов (вкладышей) на основные части оборудования электроподвижного состава позволяет вести учёт их работы и ремонта независимо от подвижного состава. Этим обеспечивается соблюдение установленных сроков ремонта основного оборудования электровозов и электросекций при применении принципа взаимозаменяемости в ремонте электроподвижного состава.

## НОРМЫ ПРОБЕГА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕЖДУ РЕМОНТАМИ

Пробеги электроподвижного состава между ремонтами определяются интенсивностью износа отдельных узлов и деталей электровозов и электросекций в зависимости от времени их работы или выполненного пробега, обуславливающего необходимость их осмотра, ревизии или ремонта.

Поэтому пробеги между малыми и большими периодическими ремонтами, предназначенными для осуществления технического

контроля за состоянием и работой основных узлов электроподвижного состава, определяются сроками осмотра и ревизии этих узлов, а для электросекций также сроками мойки кузовов и уборки пассажирских помещений.

Пробеги электроподвижного состава до подъёмочного ремонта определяются в основном сроками производства пропитки обмоток электрических машин и ревизии главнейших узлов оборудования, требующей их разборки, а для электросекций также необходимостью ремонта и окраски кузовов вагонов и деталей их убранства.

Интенсивность нарастания проката бандажей колёсных пар электровозов не является основным условием постановки их в ремонт вследствие широкого применения в электровозных депо обточки колёсных пар без выкатки. Начато также внедрение обточки колёсных пар без выкатки на электросекциях.

Пробеги электроподвижного состава между средними ремонтами определяются необходимостью снятия всех частей оборудования для устранения износов и приведения их в состояние полной исправности и устанавливаются кратными величине пробега до подъёмочного ремонта с целью соблюдения сроков очередной пропитки обмоток электромашин.

Срок капитального ремонта электроподвижного состава определяется главным образом необходимостью замены электропроводов вследствие старения их изоляции.

Постоянное содержание электроподвижного состава в исправном состоянии, умелое вождение поездов, совершенствование технологии ремонта и улучшение его качества, а также повышение износоустойчивости отдельных узлов и деталей дают возможность многим передовым машинистам значительно перевыполнять нормы пробега электровозов и электросекций между ремонтами.

На основе опыта передовых машинистов и коллективов ремонтников, а также достигнутого по сети дорог уровня межремонтных пробегов Министерством путей сообщения установлены в 1955 г. новые нормы пробега электровозов и электросекций между плановыми ремонтами в среднем по сети и дорогам, которые и приведены в табл. 14.

Министерство путей сообщения по мере обобщения опыта передовых машинистов по увеличению межремонтных пробегов и совершенствованию методов ремонта передовыми комплексными бригадами и работниками других ремонтных цехов будет увеличивать межремонтные пробеги и вносить изменения в Правила ремонта электроподвижного состава.

По установленным МПС дорожным нормам пробега между ремонтами начальники дорог устанавливают нормы пробега по депо и сериям или роду работы электровозов и электросекций исходя из местных условий.

Для поощрения инициативы лучших локомотивных бригад и ремонтников по увеличению межремонтных пробегов, а также равномерной загрузки цехов начальникам депо дано право увеличивать пробег между периодическими или подъёмочными ремонтами до 20% против установленной начальником дороги нормы лучшим электровозам и электросекциям, работающим без порч и заходов на межплановый ремонт.

**Таблица 14**  
**Нормы пробега электроподвижного состава между ремонтами в тыс. км**

Вид подвижного состава	Сетевые нормы пробега между ремонтами					Дорожные нормы пробега между ремонтами				
	малыми периодическими	большими периодическими	подъёмочными	средними	капитальными	малыми периодическими	большими периодическими	подъёмочными	средними	капитальными
Электровозы: . . . . .	18	70	200	400	1 500	—	—	—	—	—
в том числе:										
а) электровозы грузового парка . . . . .	—	—	—	—	—	16—17	64—68	190—200	380—400	1 500—1 600
б) электровозы пассажирского парка . . . . .	—	—	—	—	—	19—21	77—84	230—250	460—500	1 400—1 500
Электросекции . . . . .	21	100	200	400	1 600	18—22	90—110	180—220	360—440	1 440—1 760

Общая продолжительность работы электровозов и электросекций между малыми периодическими ремонтами более 45 суток не допускается. Указанное ограничение по времени установлено в соответствии с периодичностью производства ревизии ответственных узлов и деталей оборудования электроподвижного состава.

Увеличение пробега между периодическими ремонтами или до подъёмочного ремонта свыше 20% против установленной нормы лучшим электровозам и электросекциям, содержащимся в хорошем состоянии, работающим без порч и межпланового ремонта, разрешает начальник службы локомотивного хозяйства по представлению начальника депо акта осмотра электровоза или электросекции, с указанием пробега, на который можно продлить их работу против установленной нормы, при этом продолжительность их работы между периодическими ремонтами по времени может не ограничиваться.

В тех случаях, когда электровоз или электросекция благодаря хорошему уходу локомотивных бригад и качественному выполнению ремонта по своему состоянию в очередном среднем или капитальном ремонте не нуждается, в депо составляется акт о их состоянии после осмотра комиссией с участием представителей службы локомотивного хозяйства и отделения дороги.

В акте устанавливается пробег, на который можно продлить работу электровоза или электросекции до среднего или соответственного капитального ремонта.

Утверждение акта и разрешение об отсрочке направления электровоза или электросекции в средний или капитальный ремонт производятся начальником дороги.

Электровоз или электросекция, требующие по своему состоянию капитального или среднего ремонта, но не выполнившие установленной нормы пробега, могут ставиться в ремонт только с разрешения МПС, которое выдаётся дороге по представлении полного материала с указанием причин, вызвавших необходимость преждевременного ремонта.

Увеличение пробега электровозов или электросекций между ремонтами в целом по депо разрешается приказом начальника дороги.

### НОРМЫ ПРОБЕГА ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАШИН МЕЖДУ РЕМОНТАМИ

Пропиточные, средние и капитальные ремонты тяговых двигателей и вспомогательных машин производятся при плановых ремонтах электровозов и электросекций. Пропиточный ремонт приурочивается к подъёмочному ремонту, средний и капитальный — к среднему или капитальному ремонту электровозов и электросекций. Вид ремонта электрической машины определяется в зависимости от выполненного пробега и её фактического состояния.

МПС установлены следующие среднесетевые нормы пробега тяговых двигателей и вспомогательных машин между ремонтами:

Пропиточными . . . . .	200 тыс. км
Средними . . . . .	400 » »
Капитальными . . . . .	800 » »

Пробеги между ремонтами могут отклоняться от средней нормы в сторону уменьшения до 15% и в сторону увеличения до 20%.

Нормы пробега между ремонтами по отдельным типам машин устанавливаются Главным управлением локомотивного хозяйства МПС.

Нормы простоя электроподвижного состава в ремонте, установленные Министерством путей сообщения, приведены в табл. 15.

**Таблица 15**  
**Нормы простоя электроподвижного состава в ремонте**

Вид подвижного состава	Нормы простоя в ремонте				
	малом периодическом в час.	большом периодическом	подъемочном	среднем	капитальном
	в сутках				
Электровозы	9	2	5	10	20
Электросекции . . . . .	9	2	5*	14	20

\* Для окраски кузовов вагонов время простоя электросекций в подъёмочном ремонте увеличивается на 5 суток.

Контрольный технический осмотр производится в период эксплуатации между плановыми ремонтами после пробега в среднем по сети:

для электровозов 9 тыс. км, т. е. один раз между периодическими ремонтами;

для электросекций — 2—2,5 тыс. км.

Время постановки электровозов и электросекций для контрольно-технического осмотра предусматривается в графиках их оборота.

Максимальная продолжительность контрольно-технического осмотра установлена:

для электровозов — 3 часа;

для электросекций — 2 часа.

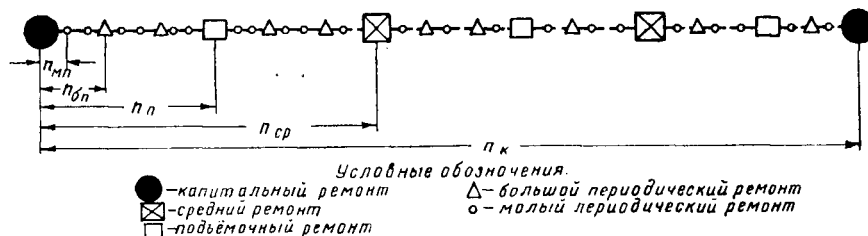
### ЦИКЛИЧНОСТЬ РЕМОНТА

Повторяемость ремонта через определённые периоды называется периодичностью, или цикличностью, ремонта.

рез равные периоды  $n_{cp}$  несколько средних ремонтов  $c$ .

Период между средними ремонтами делится на равные периоды  $n_n$ , по истечении которых электровоз или электросекция проходит подъёмочные ремонты  $n$ . Каждый период между подъёмочными ремонтами делится на равные периоды  $n_{bn}$ , по истечении которых электровоз или электросекция проходит большие периодические ремонты  $bn$ . И, наконец, каждый период между большими периодическими ремонтами делится на равные периоды  $n_{mn}$ , по истечении которых электровоз или электросекция проходит малые периодические ремонты  $mn$ .

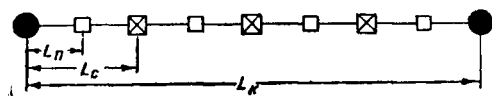
В промежутках между малыми периодическими ремонтами электровозы и электросекции проходят контрольные технические осмотры.



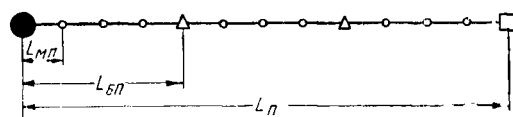
Фиг. 1. Схема периодичности ремонтов за один полный ремонтный цикл

Общая схема последовательности различных видов планового ремонта электроподвижного состава показана на фиг. 1.

Так как контрольные технические осмотры производятся в процессе эксплуатации, то на схеме фиг. 1 они не показаны.



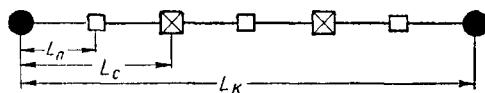
Фиг. 2. Схема периодичности средних и подъёмочных ремонтов электровозов и электросекций в течение одного полного ремонтного цикла



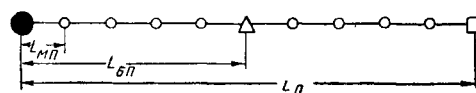
Фиг. 4. Схема периодичности малых и больших периодических ремонтов электровозов

Электровоз или электросекция с момента постройки до момента исключения из инвентаря через определённые периоды  $n_k$  проходит капитальные ремонты  $K$ .

Периодичность средних и подъёмочных ремонтов электровозов и электросекций в течение одного полного ремонтного цикла, установленная в соответствии с утверждёнными нормами пробега, приведена на схеме фиг. 2.



Фиг. 3. Схема периодичности средних и подъёмочных ремонтов электровоза пассажирского парка в течение полного ремонтного цикла



Фиг. 5. Схема периодичности малых и больших периодических ремонтов электросекций

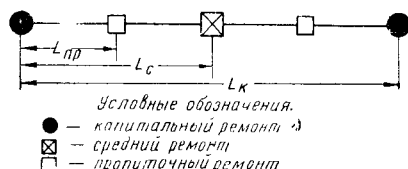
Период между смежными капитальными ремонтами  $n_k$  называется полным ремонтным циклом.

В течение одного полного ремонтного цикла электровоз или электросекция проходит че-

ными нормами пробега, приведена на схеме фиг. 2.

Схема периодичности ремонтов электровозов, работающих только в пассажирском движении, показана на фиг. 3.

Периодичность малых и больших периодических ремонтов электровозов и электросекций приведена на схемах фиг. 4 и 5.



Фиг. 6. Схема периодичности ремонтов тяговых двигателей и вспомогательных машин электровозов и электросекций

Периодичность ремонтов, установленная для тяговых двигателей и вспомогательных машин, приведена на схеме фиг. 6.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА В РЕМОНТЕ

Число электровозов или электросекций, подлежащих в течение года ремонту, составляет:

$$N_k = \frac{L_{год}}{L_k};$$

среднему

$$N_c = \frac{L_{год}}{L_c} - \frac{L_{год}}{L_k};$$

подъемочному

$$N_n = \frac{L_{год}}{L_n} - \frac{L_{год}}{L_c};$$

большому периодическому

$$N_{бп} = \frac{L_{год}}{L_{бп}} - \frac{L_{год}}{L_n};$$

малому периодическому

$$N_{мп} = \frac{L_{год}}{L_{мп}} - \frac{L_{год}}{L_{бп}};$$

где  $L_{год}$  — годовой пробег электровозов или электросекций;

$L_k; L_c; L_n; L_{бп}; L_{мп}$  — установленные нормы пробегов между ремонтами: капитальными, средними, подъемочными, большими периодическими, малыми периодическими.

При определении потребности в ремонте необходимо учитывать пополнение парка электроподвижного состава новыми электровозами и электросекциями, а также поступившие из ремонта.

Коэффициент, учитывающий это, может быть определен как

$$h = 1 - \frac{A_n}{A},$$

где  $A_n$  — количество новых или отремонтированных электровозов или электросекций, не подлежащих в течение расчетного года данному виду ремонта;

$A$  — парк электровозов или электросекций в распоряжении дороги (депо).

Количество электровозов или электросекций  $A_n$ , не подлежащих ремонту, определяется количеством нового подвижного состава, поступившего от заводов промышленности или прошедшего ремонт за период времени, потребный для выполнения установленной нормы пробега для данного вида ремонта при установленном среднесуточном пробеге. Тогда потребность в ремонте составит

$\frac{L_{год}}{L} \cdot h$  соответственно для каждого вида ремонта.

Потребность в ремонте определяется отдельно для каждой группы подвижного состава с одинаковыми нормами пробега.

### ПЛАНИРОВАНИЕ РЕМОНТА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

При составлении планов деповского и заводского ремонта электроподвижного состава руководствуются установленными нормами пробега между ремонтами, состоянием электровозов и электросекций по данным комиссионного осмотра, технических паспортов и заданными нормами простоя в ремонте.

#### Планирование деповского ремонта

Календарный план (график) постановки электровозов и электросекций на малый и большой периодические ремонты и выхода их из ремонта составляется с учетом выполнения каждым электровозом или электросекцией установленной нормы межпериодического пробега по графику оборота.

При малых среднесуточных пробегах сроки постановки электровозов или электросекций на периодический ремонт определяются по установленным нормам времени максимальной продолжительности их работы между ремонтами.

Время постановки электровозов и электросекций на периодический ремонт предусматривается в графиках их оборота и определяется с учетом необходимого времени для очистки и подготовки к началу работы комплексной бригады.

На подъемочный ремонт электровозы и электросекции ставятся в соответствии с утвержденным начальником дороги планом подъемочного ремонта по каждому депо.

При производстве подъемочного ремонта электровозов или электросекций для депо других дорог план подъемочного ремонта утверждается Главным управлением локомотивного хозяйства.

Месячные или декадные планы (графики) постановки электровозов и электросекций на малый и большой периодический и подъемочный ремонт с указанием их номеров, времени постановки и выпуска из ремонта вручаются мастерам соответствующих цехов и локомотивным бригадам не позднее как за три дня до начала месяца или декады.

Планы подъёмочного и периодического ремонта являются основой, по которой планируется работа цехов депо по текущему ремонту электроподвижного состава.

### Планирование заводского ремонта

В целях выявления потребности в капитальном и среднем ремонте электроподвижного состава на будущий год службы локомотивного хозяйства дорог ежегодно представляют в МПС заявки:

а) к 1 июля — предварительную заявку, составленную по расчёту на годовой пробег электровазозов и электросекций с учётом их фактических пробегов от постройки, среднего или капитального ремонта;

б) к 15 октября — окончательный план-заявку с разбивкой по кварталам, скорректированную с учётом фактического состояния парка электровазозов и электросекций по результатам годового комиссионного осмотра, а также выданных разрешений на удлиненный межремонтный пробег с указанием пробегов и краткой характеристики ремонта;

в) за 60 дней до наступления квартала — квартальный план-заявку.

Годовой и квартальные планы заводского ремонта электроподвижного состава утверждаются и задаются Главными управлениями локомотивного хозяйства и локомотиворемонтными и вагоноремонтными заводами МПС по каждому ремонтному заводу и дороге за 35 дней до наступления года и квартала.

Службы локомотивного хозяйства дорог не позднее чем за 20 дней до начала квартала сообщают заводу пономерной список электровазозов и электросекций по заданному плану на квартал с приложением описей ремонта.

Для более тесной увязки между ремонтными заводами и прикрепленными к ним для ремонта электроподвижного состава дорогами примерно за 20 дней до начала квартала на заводах проводятся совещания по вопросам согласования графиков подачи и выпуска электровазозов и электросекций из ремонта на каждый месяц по заданному плану на квартал и качества исполненного ремонта с участием представителей дорог.

### УЧЁТ РЕМОНТА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Вид планового ремонта электровазозов и электросекций определяется в зависимости от выполненного пробега и фактического их состояния. Ожидание ремонта также различается по видам ремонта.

В межплановый ремонт электроподвижной состав отставляется только по фактическому состоянию, т. е. независимо от пробега. Время ожидания этого ремонта не учитывается, т. е. с момента перечисления в число неисправных электроподвижной состав считается в межплановом ремонте.

От момента перечисления в число неисправных до момента выхода из ремонта электроподвижной состав числится по тому виду ремонта, в какой был поставлен.

Для контроля за выполнением производственной программы ремонта электроподвижного состава в существующем учёте по каждому виду ремонта имеются три показателя:

а) количество отремонтированных единиц электроподвижного состава;

б) средний простой в ожидании ремонта;

в) средний простой в ремонте.

Простой электровазозов и электросекций в ожидании ремонта и отдельно в ремонте исчисляется делением электровазозо-часов или секции-часов, затраченных на ремонт и простоя в ожидании ремонта отдельно, на число отремонтированных электровазозов или электросекций.

Перерывы в процессе ремонта по любой причине и любой длительности из времени простоя электроподвижного состава не исключаются. Также не исключаются из общего времени простоя электроподвижного состава в ремонте праздничные и выходные дни, т. е. учёт простоя ведётся в календарных, а не рабочих днях.

В соответствии с нормами учёт среднего простоя в капитальном, среднем, подъёмочном и большом периодическом ремонте ведётся в сутках, в малом периодическом ремонте — в часах.

Выполнение нормы простоя в ремонте определяется сравнением её с суммой средних фактических простоев в ожидании ремонта и в ремонте.

Не считается простоем в ремонте время обкатки и пробной поездки выпускаемых из ремонта электровазоза или электросекции. Эти электровазозо-часы или секции-часы учитываются в эксплуатируемом парке.

### ПРОЦЕНТ НЕИСПРАВНОГО ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Состояние парка электроподвижного состава характеризуется процентным отношением неисправных электровазозов или электросекций к их парку в распоряжении дороги (депо).

Нормируется и соответственно учитывается общий процент неисправных электровазозов и электросекций, в том числе находящихся в заводском и в депо-ремонте.

В депо-ремонте нормируется и учитывается процент электровазозов или электросекций, находящихся в среднем депо-ремонте, подъёмочном, большом периодическом и малом периодическом ремонтах, а также в межплановом ремонте.

Для определения процента неисправных электровазозов или электросекций количество их и парк в распоряжении дороги исчисляются в электровазозо-сутках или секции-сутках.

Для определения общего процента неисправных электровазозов или электросекций сумма электровазозо-суток или секции-суток за отчётный период по всем видам неисправных электровазозов или электросекций умножается на 100 и делится на число электровазозо-суток или секции-суток в распоряжении дороги (депо).

Соответственно определяется процент неисправного подвижного состава по каждому виду ремонта.



Электровозы и электросекции, ремонтируемые в другом депо или на заводе, входят в процент неисправных депо приписки по соответствующему виду ремонта.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА И СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ДЕПО

Организация текущего ремонта электроподвижного состава в депо предусматривает обеспечение высокого качества ремонта, рост производительности труда и сокращение простоя подвижного состава в ремонте.

Для этого производство текущего ремонта организуется на основе предварительной заготовки деталей и узлов электроподвижного состава с применением принципа взаимозаменяемости, совершенной технологии ремонта, современного контрольно-измерительного инструмента и испытательных устройств, механизации трудоёмких работ и транспортировки, выполнения проверки узлов, магнитного и других видов контроля деталей.

Перечень и инвентарное количество стандартного и специального контрольно-измерительного инструмента устанавливаются начальником службы локомотивного хозяйства по каждому депо в зависимости от размеров работы, типов и серий электроподвижного состава.

Все контрольно-измерительные инструменты, калибры, шаблоны и другие мерители подлежат периодической проверке средствами депо в установленные сроки. Кроме того, приборы и меры по установленным Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов перечню и срокам подлежат обязательной государственной поверке.

#### Основные цехи электродепо

Для производства ремонта электроподвижного состава в депо организуются следующие основные цехи, отделения и группы: цех периодического ремонта, цех подъёмочного ремонта, специализированные цехи и группы и заготовительный цех.

Текущий ремонт электроподвижного состава производится комплексными бригадами.

Малый периодический и большой периодический ремонт электроподвижного состава выполняются комплексными бригадами периодического ремонта.

Контрольный технический осмотр электросекций выполняется комплексными бригадами периодического ремонта.

Подъёмочный ремонт электроподвижного состава выполняется комплексными бригадами подъёмочного ремонта.

Каждая комплексная бригада возглавляется освобождённым бригадиром.

Все комплексные бригады периодического ремонта подчинены начальнику или мастеру цеха периодического ремонта; комплексные бригады подъёмочного ремонта — начальнику или мастеру цеха подъёмочного ремонта.

В отдельных депо, в которых комплексные бригады подъёмочного ремонта и периодического ремонта не обеспечиваются полной загрузкой, создаётся одна общая комплексная бригада подъёмочного и периодического ре-

монта под руководством освобождённого бригадира, возглавляемая начальником (мастером) объединённого цеха текущего ремонта.

Осмотр и ремонт специализированного оборудования (автотормозов, автостопов, скоростмеров, кузовов вагонов электросекций и др.) производится специализированными цехами, бригадами и группами.

Ремонт и восстановление снятых с электроподвижного состава частей и деталей и заготовка новых производится заготовительным цехом депо.

Все цехи, отделения и группы депо по ремонту электроподвижного состава возглавляются заместителем начальника депо по ремонту.

В целях лучшего использования ремонтных средств устанавливается специализация депо по видам выполняемого ремонта, при которой производство подъёмочного ремонта для ряда участков или всей дороги концентрируется в наиболее мощных, оснащённых депо, а в остальных депо производится только периодический ремонт электроподвижного состава.

В соответствии с этим в каждом депо создаются только цехи, необходимые для производства тех видов ремонта, которые установлены для данного депо.

#### Комплексные бригады

Решающая роль в содержании электроподвижного состава в исправном состоянии принадлежит комплексным бригадам.

Работа комплексных бригад организуется по принципу разделения разборочно-сборочных работ от работ по заготовке и ремонту частей электроподвижного состава. Комплексные бригады, как правило, работ по восстановлению изношенных и неисправных деталей не производят, а осуществляют только их замену.

Комплексные бригады выполняют осмотр, ревизию, снятие и постановку на электроподвижном составе частей и деталей механического оборудования, тормозной рычажной передачи, ударно-сцепных устройств, пневматического оборудования, тяговых двигателей и вспомогательных машин, электроаппаратуры и электрических цепей.

Комплексные бригады ремонтируют детали своими силами в тех случаях, когда требуется небольшой ремонт, исполнение которого не влечёт за собой перепростой электровозов и электросекций в ремонте.

К каждой комплексной бригаде периодического ремонта прикрепляется определённая группа электровозов или электросекций, за состояние которых бригада несёт ответственность. Прикрепление производится с расчётом, чтобы каждая комплексная бригада, как правило, ремонтировала электровозы или электросекции одной серии. В тех депо, где электровозов или электросекций одной серии по их месячному числу ремонтов недостаточно для загрузки комплексной бригады, допускается прикрепление электровозов или электросекций двух или трёх серий.

К одной комплексной бригаде прикрепляется не более 40 электровозов или 35 электросекций. Это число зависит от межпериодиче-

ского и суточного пробега электровозов и электросекций. Чем больше межпериодические пробеги, тем больше электровозов или электросекций можно прикрепить к одной бригаде. При больших суточных пробегах число прикрепляемого подвижного состава уменьшается.

Количественно прикрепление электроподвижного состава к комплексным бригадам периодического ремонта устанавливается с расчётом, чтобы каждая комплексная бригада вела работы узким фронтом и была занята на ремонте только одного электровоза или электросекции.

Фронт работы комплексной бригады подъёмного ремонта может составлять 1—1,3 электровоза или электросекции.

В состав каждой комплексной бригады входят слесари всех специальностей, необходимых для выполнения работ по периодическому или подъёмному ремонту электровозов или электросекций, за исключением слесарей и других работников специализированных групп и заготовительного цеха.

Слесари и другие работники специализированных групп и заготовительного цеха несут полную ответственность за ремонт, проверку и установку на электроподвижной состав отремонтированных ими узлов, аппаратов и деталей.

Слесари, входящие в состав комплексной бригады, подразделяются на группы слесарей-механиков и слесарей-электриков.

В зависимости от видов и условий ремонта допускается иное подразделение комплексных бригад на группы, однако во всех случаях подразделение комплексной бригады на группы должно соответствовать графикам технологического процесса, утверждённым для данного депо.

Численный состав каждой комплексной бригады устанавливается начальником депо исходя из следующих условий:

а) обеспечить расстановку слесарей по всем группам работ согласно графику технологического процесса с учётом выпуска электровозов и электросекций в установленные сроки;

б) полностью загрузить работой всех слесарей бригады.

Количество слесарей в комплексной бригаде периодического ремонта электровозов устанавливается не более 20 чел. и электросекций — не более 25 (с учётом параллельного выполнения контрольного технического осмотра прикреплённых электросекций).

Для транспортировки деталей в помощь слесарям комплексных и специализированных бригад в крупных депо, производящих большой объём ремонта, создаются транспортные погрузочно-разгрузочные бригады. В остальных депо для выполнения указанных работ выделяются подсобные рабочие.

За каждой комплексной бригадой закрепляются отдельные стойла, которые имеют:

- а) стеллажи для укладки деталей;
- б) слесарные верстаки с тисками;
- в) шкафы для хранения приспособлений и инструментов общебригадного пользования;
- г) шкафы для хранения мелких деталей и материалов;

д) шкафы для хранения личного инструмента слесарей;

е) стол или конторку для бригадира.

Каждая комплексная бригада обеспечивается приспособлениями и инструментами общебригадного пользования по перечню, установленному начальником депо в зависимости от вида ремонта электровозов или электросекций, выполняемого бригадой.

Каждый слесарь комплексной бригады снабжается набором личного инструмента, перечень и количество которого устанавливаются начальником депо.

В распоряжении бригадира комплексной бригады создаётся минимальный запас болтов, гаек, шайб, шплинтов, шпилек, прокладок и других мелких часто расходующихся метизов и деталей.

Для обеспечения выпуска электровоза или электросекции из ремонта в установленные сроки простоя бригаиры комплексных бригад и мастера обязаны на основе предварительной записи ремонта и технического паспорта электровоза или электросекции своевременно заказывать необходимые части и детали для замены неисправных.

Работа заготовительного цеха и кладовой организуется так, чтобы все заказанные отремонтированные или новые запасные части без задержки доставлялись к рабочему месту комплексной бригады.

Бригадир комплексной бригады является ее непосредственным руководителем; главной задачей бригадира является правильная организация работы слесарей. Работа комплексной бригады организуется таким образом, чтобы не допускалась обезличка в ремонте, а осмотр, ремонт и сборка отдельных узлов заканчивались теми слесарями, которые их начинали.

В обязанность бригадира комплексной бригады вменяется повседневно путём инструктажа и личного показа обучать слесарей высокой культуре производства работ, применению передовых методов труда и соблюдению правил безопасности при осмотре и ремонте электроподвижного состава.

Бригадир комплексной бригады обязан обеспечивать контроль за качеством всех производимых бригадой работ по ремонту электроподвижного состава, при приёмке от слесарей отремонтированных частей и узлов проверять и исполнение таких работ, как крепление гаек, постановка шплинтов, шпилек и др.

Бригадир комплексной бригады обеспечивает исправное и культурное содержание инструмента, приспособлений и рабочего места бригады.

### Заготовительный цех

Основной задачей заготовительного цеха в депо является обеспечение ремонта и восстановления снятых с электроподвижного состава частей и деталей и заблаговременной заготовки новых взамен пришедших в негодность.

В состав заготовительного цеха входят: механическая, кузница, заливочная, сварочная, рессорная, слесарно-заготовительная, электромашинная и аппаратная отделения и

другие мастерские и отделения депо, бригады и группы, выполняющие работы по ремонту, комплектованию и пригонке снятых с электроподвижного состава деталей и изготовлению новых.

В состав заготовительного цеха не входят специализированные цехи, бригады и группы.

Организационная структура заготовительного цеха для каждого депо устанавливается начальником службы локомотивного хозяйства дороги в зависимости от выполняемых ремонтов и объема работ.

Численный состав бригад заготовительного цеха устанавливается таким, чтобы он обеспечивал комплексные бригады от непосредственного ремонта снимаемых с электроподвижного состава частей.

Заготовительный цех возглавляется начальником, в малых депо — мастером заготовительного цеха.

Заготовительный цех обеспечивает постоянное поддержание установленного неснижаемого запаса деталей. Выдача деталей из кладовой производится по требованию мастеров и, как правило, в обмен на неисправные части, снятые с ремонтируемого электроподвижного состава.

Для приёмки заказов и распределения их по отделениям, мастерским и бригадам заготовительного цеха, планирования работ и доставки деталей по заказам организуется бюро заказов.

Для сбора, сортировки и дальнейшего использования негодных деталей и отходов производства в заготовительных цехах организируются специальные группы слесарей.

При заготовительном цехе организуется оборотная кладовая запасных частей и материалов.

В основу работы оборотной кладовой вводится постоянное поддержание неснижаемого технологического запаса частей и материалов.

Оборотная кладовая получает материалы и запасные части из центральной кладовой депо, выдаёт продукцию заготовительного цеха комплексным и специализированным бригадам, а также подразделениям заготовительного цеха, ведёт сортовой, количественный и суммовый учёт материалов и запасных частей, проходящих через кладовую.

Транспортная погрузочно-разгрузочная бригада при бюро заказов обеспечивает своевременную транспортировку деталей из цехов подъёмного и периодического ремонта в заготовительный цех, между отделениями заготовительного цеха, доставку в депо материалов и запасных частей от снабжающих органов, из кладовой во все цехи депо, перевозку передвижных электросварочных аппаратов, баллонов с кислородом, погрузку и выгрузку колёсных пар, электрических машин, сбор и погрузку металлолома и все другие транспортные и погрузочно-разгрузочные работы в депо, а также оказывает помощь комплексным бригадам при снятии и постановке тяжёлых деталей. Руководство транспортной погрузочно-разгрузочной бригадой осуществляется освобождённым бригадиром, опытным и хорошо знающим порядок потока узлов и деталей.

### Неснижаемый запас деталей

Для обеспечения принципа взаимозаменяемости при ремонте электроподвижного состава в электродепо создаётся неснижаемый запас узлов и деталей, который по мере расходования постоянно пополняется изготовлением новых или ремонтом старых или же приобретением из магазинов запасных частей.

Правилами текущего ремонта электроподвижного состава предусмотрено обязательное наличие в депо не менее чем 10-дневного неснижаемого эксплуатационного, а также неснижаемого технологического запаса деталей и материалов частей оборудования электроподвижного состава.

Номенклатура и количество неснижаемого эксплуатационного запаса частей и материалов кладовой депо устанавливается по каждому депо в зависимости от видов и серий ремонтируемого электроподвижного состава и местных условий депо. В качестве норматива для определения количества запаса используются установленные МПС нормы расхода материалов и запасных частей на текущий ремонт и содержание электровозов и электросекций.

Номенклатура и количество неснижаемого технологического запаса устанавливаются по каждому депо на основе норм, установленных МПС на одну комплексную бригаду (табл. 16 и 17).

На неснижаемый эксплуатационный и технологический запас для каждого депо выделяются денежные нормативы оборотных средств в соответствии с установленным количеством деталей и материалов, за исключением колёсных пар, тележек, тяговых двигателей, вспомогательных машин и другого оборудования, числящегося на основных средствах депо.

Неснижаемый запас деталей и материалов хранится в оборотной кладовой депо и систематически пополняется заготовительным цехом.

### Контроль качества продукции заготовительного цеха

Все отремонтированные или вновь изготовленные части и детали перед постановкой на электроподвижной состав или перед сдачей в кладовую проверяются или испытываются.

Обязательному специальному испытанию подлежит следующее оборудование: тяговые двигатели, вспомогательные машины, колёсные моторные блоки, вся электрическая аппаратура, счётчики электроэнергии, скоростемеры, амперметры и вольтметры, манометры, краны машиниста, воздухораспределители, электропневматические клапаны автостопа, предохранительные и обратные клапаны, пробковые и концевые краны, воздушные резервуары, концевые и пантографные рукава, рессоры, тормозная рычажная передача, упругие крюки и двухзвенные цепи.

Детали электроподвижного состава подлежат обязательному магнитному контролю. Перечень деталей и сроки их контроля см в табл. 8.

Таблица 16

Перечень неснижаемого технологического запаса узлов и деталей электровозов  
на одну комплексную бригаду

Наименование деталей и узлов	Единица измерения	Норма запаса на одну ком- плексную бригаду		Наименование деталей и узлов	Единица измерения	Норма запаса на одну ком- плексную бригаду	
		подъём- ного ре- монта	периоди- ческого ремонта			подъём- ного ре- монта	периоди- ческого ремонта
По машинам				По механическому оборудованию			
Тяговый двигатель . . . . .	шт.	6	2	Регулятор напряжения . . . . .	шт.	1	1
Мотор-компрессор, смонтиро- ванный с компрессором на плите . . . . .	»	2	1	Электрическая печь . . . . .	»	8	2
Мотор-вентилятор с генерато- ром управления . . . . .	»	2	1	Сопротивление к реле типа ПР-6 . . . . .	компл.	1	1
Мотор-генератор (для участков с рекуперацией) . . . . .	»	1	1	Щиток сопротивления в цепи поля возбуждения типа ШС-29А . . . . .	шт.	1	1
Щёткодержатель тягового дви- гателя . . . . .	»	—	12	Пусковая панель . . . . .	»	1	1
Кронштейн щёткодержателя тя- гового двигателя . . . . .	»	—	2	Клапан пантографа . . . . .	»	1	1
				Выключатель управления . . . . .	»	1	1
				Ящик пусковых сопротивле- ний . . . . .	»	4	2
				Полос пантографа . . . . .	»	4	4
				Изолятор пантографа . . . . .	»	2	2
По электрическим аппаратам				По механическому оборудованию			
Пантограф . . . . .	»	2	1	Колёсная пара . . . . .	»	6	2
Быстродействующий выключа- тель с дугогасительной каме- рой . . . . .	»	1	1	Шестерня малая . . . . .	»	12	2
Камера дугогасительная быст- родействующего выключае- теля . . . . .	»	—	1	Кожух зубчатой передачи . . . . .	»	12	4
Контактор электропневмати- ческий типа ПК с камерой . . . . .	»	8	4	Моторно-осевой подшипник . . . . .	»	12	4
Контактор электромагнитный типа МК-310 с камерой . . . . .	»	3	1	Корпус буксы . . . . .	»	12	1
Контактор электромагнитный с двойным разрывом типа МК-15-01 с камерой . . . . .	»	2	1	Диск антифрикционный . . . . .	»	12	4
Камера дугогасительная элек- тропневматического контак- тора типа ПК . . . . .	»	—	3	Буксовая направляющая . . . . .	»	24	—
Камера дугогасительная элек- тромагнитного контактора типа МК . . . . .	»	—	1	Вкладыш буксового подшипни- ка . . . . .	»	4	2
Перегородка междуконтактор- ная . . . . .	»	8	3	Стойка подрессорная . . . . .	»	12	2
Контакторный элемент группо- вого переключателя типа КЭ-1 . . . . .	»	4	2	Рессора листовая . . . . .	»	4	2
Электромагнитные вентили включающего и выключающе- го типа . . . . .	»	8	2	Рессора цилиндрическая внут- ренняя и наружная . . . . .	компл.	6	2
Контактор заземляющий . . . . .	»	2	1	Валик продольного балансира рессорного подвешивания . . . . .	шт.	6	2
Реле перегрузки тяговых дви- гателей типа РП-1 . . . . .	»	1	1	Опора подвески листовой рес- соры . . . . .	»	2	1
Вольтметр на 4 кв с сопротив- лением . . . . .	»	2	1	Шкворень сочленения . . . . .	»	1	1
Вольтметр на 100 в . . . . .	»	1	1	Фрикционный аппарат . . . . .	»	2	1
Амперметр на 500 а . . . . .	»	2	1	Автосцепка . . . . .	»	2	1
Амперметр на 100 а . . . . .	»	1	1	Подвеска тягового двигателя (в сборе) . . . . .	»	6	1
Высоковольтный предохра- нитель . . . . .	»	2	1	Тормозной башмак . . . . .	»	—	2
Низковольтный предохра- нитель . . . . .	»	31	10	Тормозная рычажная передача . . . . .	компл.	2	—
Реле обратного тока . . . . .	»	1	1	Форсунка песочницы . . . . .	шт.	4	2
Автоматический выключатель управления . . . . .	»	1	1	Скоростемер (в сборе) . . . . .	»	1	2
Реле максимального напряже- ния . . . . .	»	1	1	Привод скоростемера (в сбо- ре) . . . . .	»	1	1
Реле пониженного напряжения . . . . .	»	1	1	Редуктор (в сборе) . . . . .	»	1	1
Грозовой разрядник . . . . .	»	1	1				
Аккумуляторная батарея . . . . .	»	1	1	По тормозному и пневматиче- скому оборудованию			
				Тифон . . . . .	шт.	1	1
				Свисток . . . . .	»	1	1
				Клапан тифона . . . . .	»	2	1
				Кран вспомогательного тормо- за . . . . .	»	1	1
				Воздухораспределитель . . . . .	»	1	1
				Кран машиниста Казанцева . . . . .	»	2	2
				Кран машиниста Вестингауза . . . . .	»	2	1
				Кран трёхходовой . . . . .	»	2	1
				Манометры . . . . .	»	5	2
				Золотниково-питательный кла- пан . . . . .	»	2	1
				Предохранительный клапан . . . . .	»	4	2

Примечание. Для электровозов серии Н8 указанный запас увеличивается в 1,33 раза.

Таблица 17

## Перечень неснижаемого технологического запаса узлов и деталей электросекций на одну комплексную бригаду

Наименование деталей и узлов	Единица измерения	Норма запаса на одну ком- плексную бригаду		Наименование деталей и узлов	Единица измерения	Норма запаса на одну ком- плексную бригаду	
		подъём- ного ремонта	периоди- ческого ремонта			подъём- ного ремонта	периоди- ческого ремонта
По электрическим машинам							
Тяговый двигатель . . . . .	шт.	4	2	Кожух зубчатой передачи . . . . .	шт.	4	1
Двигатель (мотор-генератор) . . . . .	»	1	1	Подшипники моторно-осевые . . . . .	компл.	4	2
Мотор-компрессор . . . . .	»	1	1	Буксы колёсных пар . . . . .	шт.	24	8
Щёткодержатель тягового дви- гателя . . . . .	»	—	8	Наличники буксовой направ- ляющей . . . . .	»	48	—
Кронштейн щёткодержателя тягового двигателя . . . . .	»	—	2	Роликовые подшипники букс колёсной пары . . . . .	»	48	16
По электрическому оборудованию				Внутренние кольца роликовых буксовых подшипников . . . . .	»	48	16
Пантограф . . . . .	шт.	2	1	Рессоры эллиптические . . . . .	компл.	8	2
Грозовые разрядники . . . . .	компл.	1	1	Рессоры 12-листовые . . . . .	шт.	8	4
Аккумуляторная батарея . . . . .	»	1	1	Рессоры 10-листовые . . . . .	»	8	4
Ящик высоковольтных предо- хранителей 60А . . . . .	»	1	1	Рессоры цилиндрические . . . . .	»	24	4
Реле обратного тока . . . . .	шт.	1	1	Пятники . . . . .	»	6	—
Регулятор напряжения . . . . .	шт.	1	1	Подпятники . . . . .	»	6	—
Регулятор давления . . . . .	»	1	1	Скользуньи роликовые . . . . .	»	12	2
Контактор электропневматиче- ский . . . . .	»	6	2	Автосцепки . . . . .	»	6	1
Контакторы разные электромаг- нитные . . . . .	»	6	2	Траверсные подвески . . . . .	»	4	1
Контактор кулачковый . . . . .	»	6	2	Рессора упругой площадки . . . . .	»	6	1
Печь электрическая . . . . .	»	16	10	Кулачковые болты с гайками . . . . .	»	16	4
Амперметр с шунтом . . . . .	»	1	1	Люлочные болты с гайками . . . . .	»	8	—
Вольтметр с добавочным сопро- тивлением . . . . .	»	3	1	Болты буксовых распорок . . . . .	»	16	4
Полос пантографа . . . . .	»	4	4	Валы тормозные . . . . .	»	8	2
Изолятор пантографа . . . . .	»	—	2	Валы треугольные . . . . .	»	16	2
Ящик пусковых сопротивлений . . . . .	»	2	1	Тяги тормозные (на секцию) . . . . .	компл.	1	—
Демпферные сопротивления . . . . .	»	1	1	Башмаки тормозные . . . . .	шт.	48	8
По механическому оборудованию				Скоростемер (в сборе) . . . . .	»	1	1
Тележки моторного вагона . . . . .	компл.	1	—	Привод скоростемера (в сборе) . . . . .	»	1	1
Тележки прицепного вагона . . . . .	»	2	—	Редуктор (в сборе) . . . . .	»	1	1
Колёсная пара моторного ваго- на . . . . .	шт.	4	2	По автотормозному и пневма- тическому оборудованию			
Колёсная пара прицепного ваго- на . . . . .	»	8	2	Манометры . . . . .	шт.	8	4
Шестерня малая . . . . .	»	4	2	Воздухораспределитель (трой- ной клапан) . . . . .	»	4	4
				Кран машиниста . . . . .	»	3	1
				Воздухораспределитель элект- ропневматического тормоза . . . . .	»	4	4
				Золотниково-питательный клапан . . . . .	»	3	1
				Предохранительный клапан . . . . .	»	1	1
				Вентиль перекрыши . . . . .	»	2	2
				Тормозной переключатель . . . . .	»	1	—
				Тифон . . . . .	»	2	1
				Свисток . . . . .	»	2	1

Кроме перечисленных деталей в таблице, начальники служб локомотивного хозяйства дорог и начальники депо обязаны вводить временно или постоянно магнитный контроль тех деталей, в которых наблюдается появление трещин.

Для производства проверки и испытания частей и деталей электроподвижного состава депо в зависимости от видов выполняемого ремонта необходимо иметь соответствующие устройства и приборы, перечень которых приведён в табл. 18.

Материалы и полуфабрикаты, применяемые при ремонте электроподвижного состава, должны соответствовать установленным стандартам и техническим условиям. Каждая партия поступающих в депо материалов и полуфабрикатов должна иметь сертификат.

Депо должно иметь лабораторию для испытания материалов.

Вся продукция заготовительного цеха должна быть высокого качества и удовлетворять техническим условиям, правилам ремонта и нормам допусков и износов.

Отремонтированные детали, а также изготовленные вновь принимаются сменными бригадами или мастерами от исполнителей и передаются в оборотную кладовую.

Приёмщик МПС осуществляет систематический контроль за соблюдением основных операций при ремонте отдельных ответственных частей (обточку бандажей, нагрев деталей перед наплавкой, процесс наплавки, режим термообработки, насадку и перетяжку бандажей, заливку подшипников и др.).

## Постановка электровозов и электросекций на текущий ремонт

Электровозы и электросекции ставятся на текущий ремонт (периодический и подъёмоч-

Таблица 18

Перечень устройств и приборов для проверки и испытания частей и деталей электроподвижного состава в депо

Наименование испытательных устройств и приборов, необходимых при производстве ремонта	
периодического	подъёмного
Стенд для испытания и регулирования электрической аппаратуры	То же, что при периодическом ремонте, и, кроме того:
Устройства и приборы для магнитного и других видов контроля	1. Испытательная станция (стенд) для испытания тяговых двигателей и вспомогательных машин
Столы для испытания приборов пневматических и электропневматических тормозов	2. Станок для балансировки якорей электрических машин
Пресс для испытания манометров	3. Стенд для проверки колёсно-моторных блоков
Пресс для гидравлического испытания резервуаров	4. Пресс для испытания рессор
Установка для испытания соединительных рукавов и рукавов пантографов	5. Установка для испытания тормозных тяг, рессорных подвесок, упряжных крюков и двухзвенных цепей
Стенд для испытания скоростемеров	6. Установка для проверки нагрузки осей электровазозов
Стенд для испытания электропневматических клапанов автостопа	

ный) в плановом порядке в соответствии с месячными или декадными графиками.

Объём и характеристика работ, выполняемых при производстве малого периодического, большого периодического и подъёмного ремонта, определяются Правилами текущего ремонта, ухода и содержания электровазозов и электросекций.

Для записи периодического и подъёмного ремонта на каждый электровазоз и электросекцию ведётся своя книга записи ремонта.

При необходимости межпланового (повторного) ремонта запись производится в отдельную книгу для электровазозов и электросекций каждой комплексной бригады.

Начальникам депо и их заместителям вменено в обязанность проверять эти книги, расследовать каждый случай захода электровазоза или электросекции на межплановый ремонт с принятием необходимых мер.

Для предварительной заготовки деталей запись малого и большого периодического ремонта производится старшим машинистом за 24—48 час. до постановки электровазоза или электросекции на ремонт. В случае необходимости дополнительного ремонта при постановке электровазоза или электросекции на периодический ремонт такой ремонт дописывается прибывшим машинистом.

Окончательная запись периодического ремонта после личного осмотра электровазоза или электросекции утверждается заместителем начальника депо или инженером по ремонту.

Предварительная запись подъёмного ремонта производится старшим машинистом совместно с мастером периодического ремонта на последнем периодическом ремонте перед постановкой электровазоза или электросекции на подъёмный ремонт.

Окончательный объём подъёмного ремонта определяется после разборки электровазоза и электросекции по фактическому их состоянию с учётом допусков и требований, установленных правилами ремонта. Установленный объём необходимых работ при подъёмном ремонте оформляется описью и утверждается заместителем начальника депо по ремонту.

Обмер ответственных частей электровазозов и электросекций и запись результатов обмера производится техником при мастере с участием бригадира комплексной бригады.

Регистрация ревизии и размеров ответственных частей электроподвижного состава производится в книгах и журналах по установленной форме, хранящихся у мастеров цехов.

#### Графики технологического процесса текущего ремонта электровазозов и электросекций в депо

Технологический процесс ремонта электровазозов и электросекций в депо определяет способы и средства при ремонте, а также последовательность выполнения технических операций с соблюдением установленных сроков простоя и норм затраты труда.

Технологический процесс ремонта электроподвижного состава преподается для исполнения в виде графиков.

Подъёмный, большой и малый периодический ремонт электровазозов и электросекций производится по графикам технологического процесса, составленным на основе типовых графиков МПС.

Графиками технологического процесса ремонта предусматривается:

а) объединение работ по механическому и электрическому оборудованию, выполняемых на электровазозе или электросекции комплексной бригадой;

б) подразделение слесарей комплексной бригады на группы по видам работ с расчётом, чтобы ремонт заканчивался теми слесарями, которые его начали;

в) организация работы по ремонту электровазозов и электросекций на основе предварительной заготовки деталей и узлов с применением принципа взаимозаменяемости.

До постановки электровазозов или электросекций на стойло периодического ремонта производится очистка крыши и ходовых частей снаружи, а у электровазозов также и продувка сжатым воздухом тяговых двигателей, фильтров и сеток жалюзи.

До постановки на подъёмный ремонт дополнительно производится продувка аппаратуры высоковольтных камер, а также вентиляционных каналов на электросекциях.

На электровазозе, кроме того, удаляется песок из песочниц.

Все работы по подготовке электровазозов и электросекций к ремонту заканчиваются

к началу рабочей смены слесарей комплексной бригады.

На малом, большом периодическом и подъёмочном ремонте предусмотрен осмотр и необходимый ремонт основных узлов и частей электровозов и электросекций в объёме установленных характеристик.

Типовые графики технологического процесса ремонта, переданные МПС, построены на нормальный объём работ. Эти графики дают один из наиболее рациональных вариантов правильной организации технологического процесса ремонта в целом.

Каждое депо составляет свои рабочие графики с учётом своих местных условий и в первую очередь достижений передовиков производства.

При разработке местных графиков ремонта депо может изменять типовые графики МПС в отношении следующего:

а) порядка и очередности выполнения отдельных работ, расстановки и количества рабочей силы;

б) норм времени на отдельные работы, а следовательно, и сроков их выполнения при соблюдении условия максимального сокращения простоя подвижного состава в ремонте.

#### Приёмка электровозов и электросекций из текущего ремонта

Мастера цехов подъёмочного, периодического ремонта и специализированных цехов принимают от бригадиров все работы, выполняемые комплексными, а также специализированными бригадами. Мастера этих цехов или их освобождённые бригадиры лично присутствуют и контролируют производство следующих работ:

а) подъёмку и опускание кузова, выкатку и подкатку тележек;

б) проверку зацепления и ревизию зубчатых передач;

в) проверку рам тележек и расположения колёсных пар в тележках;

г) ревизию ударно-сцепных устройств и сочленения тележек;

д) ревизию пятниковых опор;

е) осмотр тяговых двигателей и вспомогательных машин перед закрытием коллекторных люков;

ж) проверку характеристик пантографов;

з) проверку последовательности включения и выключения контакторов по позициям;

и) испытание электрических цепей под высоким напряжением;

к) опробование электровоза или электросекции под рабочим напряжением;

л) испытание тормозов.

Приёмщики МПС контролируют качество работ, выполняемых в депо при подъёмочном ремонте электроподвижного состава, соблюдение установленной технологии, правил ремонта и инструкций и принимают в процессе сборки и выпуска из ремонта в целом электровозы и электросекции и следующие их узлы:

а) тяговые двигатели и вспомогательные машины;

б) колёсные пары, зубчатые передачи и собранные колёсно-моторные блоки;

в) тележки, их рамы, призонные болты (на электровозах), сочленение, рессоры, рес-

сорное и люлечное (на электросекциях) подвешивание, тормозную рычажную передачу и ударно-сцепные устройства;

г) роликовые подшипники, буксы и собранные буксовые узлы;

д) раму и опоры кузова;

е) автотормозные приборы, манометры, воздушные резервуары, воздухопроводы и соединительные рукава с испытанием тормозов;

ж) ручной насос, песочницы и звуковые сигналы;

з) пантографы и их ползцы;

и) электрическая аппаратура (ремонт, испытание, монтаж);

к) аккумуляторные батареи;

л) правильность работы всех электрических цепей в соответствии со схемой;

м) изоляцию электрических цепей (испытание);

и) скоростемеры и их приводы;

о) защитные устройства и блокировки по технике безопасности.

Приёмщики МПС проверяют все крепления и в особенности: междурамные, деталей люлечного подвешивания, кожухов зубчатых передач, шапок моторно-осевых подшипников, струнок, предохранительных скоб, песочниц, фрикционных аппаратов, путеочистителей, тормозных цилиндров, подвесок электрических машин и электроаппаратов (на электросекциях), а также качество отделки ремонтируемых частей и деталей и окраски электровоза и электросекции; осматривают и принимают на вагонах электросекций полы, крышки люков в пассажирских помещениях и тамбурах, двери, окна и потолки, поручни с кронштейнами, подножки, лестницы, крыши, проверяют общее состояние пассажирских помещений и кузовов (снаружи и внутри).

По окончании малого периодического или большого периодического ремонта и производства проверки тормозов, правильности включения аппаратов при моторном и тормозном режимах, работы вспомогательных машин и трогания с места, при управлении поочередно из всех кабин, электровоз или электросекция принимаются по акту от мастера старшим машинистом.

Периодически контрольная приёмка электровозов и электросекций из периодического ремонта производится начальником депо и его заместителем.

По окончании подъёмочного ремонта электровоз или электросекция принимаются от мастеров начальником депо или его заместителем совместно со старшим машинистом и приёмщиком МПС, о чём делается запись в настоящем журнале дежурного по депо.

Испытание электровозов и электросекций, вышедших из подъёмочного ремонта, производится начальником депо или его заместителем совместно со старшим машинистом и приёмщиком МПС пробной поездкой. Пробная поездка для электровозов производится резервом или двойной тягой с поездом на расстоянии не менее 1—2 перегонов в один конец. Разрешается отправлять электровоз с поездом и без предварительной обкатки, но также с обязательным сопровождением начальником депо или его заместителем и приёмщиком МПС также на расстояние не менее 1—2 перегонов.

После обкатки окончательная приёмка электровозов и электросекций оформляется актом за подписями начальника депо и его заместителя, старшего машиниста и приёмщика МПС.

#### **Контрольный технический осмотр электроподвижного состава**

Контрольный технический осмотр электровозов производится прибывшей с поездом укрепленной электровозной бригадой с участием инженера депо. Выезжающая в поездку электровозная бригада участвует в контрольном техническом осмотре в период времени, установленный для приёмки электровоза в депо.

Для оказания помощи электровозным бригадам при производстве трудоёмких работ по осмотру тяговых двигателей, пусковых со-

противлений и других частей электровоза и выполнения необходимого ремонта выделяются работники ремонтных цехов депо.

В отдельных депо производство контрольного технического осмотра электровозов возлагается полностью на комплексные или специально выделенные бригады.

Контрольный технический осмотр электросекций производится комплексными бригадами периодического ремонта, к которым прикреплены данные электросекции.

Кроме того, осмотр ходовых частей и подвески подкузовного оборудования вагонов электросекций при постановке их на контрольный технический осмотр производится осматривателями вагонов.

Уборка, обтирка и мойка кузовов вагонов производятся бригадами по кузовам цеха периодического ремонта.



# ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Как уже отмечалось выше, система электрической тяги переменного тока в зависимости от рода тока в контактной сети разделяется на три вида: трёхфазного тока, однофазного тока пониженной частоты  $16\frac{2}{3}$  и 25 гц и однофазного тока промышленной частоты 50 гц.

Система электрической тяги трёхфазного тока вследствие необходимости иметь сложную двухпроводную контактную сеть (третьим проводом служит ходовой рельс) не получила распространения и применяется в небольшом объёме только в Италии, Испании и Бразилии (2,6% общей длины электрифицированных железных дорог).

Система электрической тяги однофазного тока пониженной частоты  $16\frac{2}{3}$  и 25 гц в связи с необходимостью в преобразовательных тяговых подстанциях по сравнению с системой постоянного тока является для СССР неперспективной. Однако в настоящее время протяжённость железных дорог мира, электрифицированных на этом роде тока, составляет около 32,9% общей длины электрифицированных линий (табл. 1) [1—40].

Эта система применяется в США, Германии, Австрии, Швейцарии, Швеции, Норвегии и других странах (табл. 2).

Система электрической тяги однофазного тока промышленной частоты даёт возможность осуществить наиболее простое и надёжное энергоснабжение электрифицированных железных дорог от общей сети энергоснабжения и за последние годы получает широкое распространение.

Локомотивы системы однофазного тока пониженной частоты  $16\frac{2}{3}$  и 25 гц и промышленной частоты 50 гц выполняются по одной из следующих систем: с коллекторными двигателями; с преобразователями однофазно-трёхфазного тока; с мотор-генераторами; с ионными преобразователями; с полупроводниковыми выпрямителями.

Основные данные электровозов и электросекций однофазного тока пониженной частоты  $16\frac{2}{3}$  и 25 гц и промышленной частоты 50 гц приведены в табл. 3 и 4.

В связи с тем, что система электрической тяги трёхфазного тока и однофазного тока пониженной частоты  $16\frac{2}{3}$  и 25 гц является неперспективной, ниже будет рассмотрен только электроподвижной состав однофазного тока промышленной частоты 50 гц.

Таблица 1

Протяжённость электрифицированных железных дорог по системам тока и напряжения на 1/1 1956 г.<sup>1</sup>

Система тока и напряжения	Протяжённость	
	в км	в %
Постоянный ток с $U_c < 1500$ в .	6 957	13,6
Постоянный ток с $U_c = 1500 \div 3\ 000$ в . . . . .	24 986	48,7
Однофазный переменный ток $11 \div 15$ кВ, $16\frac{2}{3}$ гц . . . . .	14 754	28,7
Однофазный переменный ток $6,6 \div 25$ кВ, 25 гц . . . . .	2 196	4,2
Однофазный переменный ток $6,6 \div 25$ кВ, 50 гц . . . . .	1 119 + (560*)	2,2
Трёхфазный переменный ток . . .	1 357	2,6
Всего . . . . .	51 369	100

<sup>1</sup> Протяжённость электрифицированных железных дорог приведена с учётом частных дорог.

\* Дороги, не введенные в эксплуатацию, в общую сумму не включены.

### СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ОДНОФАЗНОГО ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Первой линией, электрифицированной на переменном токе 50 гц, был участок длиной 16 км Будапешт—Алаг венгерских железных дорог, введённый в эксплуатацию в 1923 г. В 1932 г. на переменном токе 50 гц был электрифицирован участок Будапешт—Хедешхалом длиной 187 км, который обслуживался 32 электровозами системы Кандо.

В 1936 г. в Германии был электрифицирован на переменном токе 50 гц опытный участок длиной 56 км горной хеллентальской железной дороги.

В СССР в 1938 г. был построен электровоз переменного тока 50 гц типа ОР22 с ртутным выпрямителем.

Уровень техники 1932—1938 гг. не дал возможности создать электровозы переменного тока 50 гц, достаточно простые и надёжные в эксплуатации, что не позволило

Таблица 2

Протяжённость электрифицированных зарубежных железных дорог по некоторым странам на 1/1 1956 г.\*

Страны	Постоянный ток		Однофазный переменный ток						Трёхфазный ток		Протяжённость железных дорог		
	км	напряже- ние в в	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> гц		25 гц		50 гц		км	напряжение и частота	общая в км	в том числе электрифици- рованных	
			км	напряже- ние в кв	км	напряже- ние в кв	км	напряже- ние в кв				км	%
Англия . . . . .	$\frac{1\ 587^{**}}{4\ 248}$	600—1 500	—	—	—	—	16 31	6,6	—	—	$\frac{31\ 921}{85\ 473}$	$\frac{1\ 603}{4\ 279}$	5,2
Австрия . . . . .	—	—	$\frac{1365}{2778}$	15	$\frac{92}{102}$	6,6	—	—	—	—	$\frac{6\ 480}{10\ 693}$	$\frac{1\ 457}{2\ 880}$	22,5
Бельгия . . . . .	$\frac{494}{1\ 031}$	1 500—3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{4\ 985}{13\ 045}$	$\frac{494}{1\ 031}$	9,9
Венгрия . . . . .	$\frac{146}{286}$	1 000—1 100	—	—	—	—	$\frac{229}{774}$	16	—	—	$\frac{9\ 000}{11\ 429}$	$\frac{375}{1\ 060}$	4,01
ФРГ . . . . .	$\frac{68}{80}$	800—1 300	$\frac{1945}{4085}$	15	—	—	$\frac{57}{92}$	20	—	—	$\frac{30\ 502}{70\ 063}$	$\frac{2\ 070}{4\ 257}$	6,8
Греция . . . . .	$\frac{10}{20}$	600—700	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{1\ 247}{1\ 550}$	$\frac{10}{20}$	0,8
Дания . . . . .	$\frac{60}{130}$	1 500	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{2\ 643}{4\ 870}$	$\frac{60}{130}$	2,2
Испания . . . . .	$\frac{920}{—}$	500—3 000	—	—	—	—	—	—	$\frac{31}{—}$	$\frac{6\ кв.,}{20\ гц}$	$\frac{13\ 656}{18\ 859}$	$\frac{951}{—}$	7
Италия . . . . .	$\frac{4\ 798}{8\ 562}$	800—3 000	—	—	—	—	—	—	$\frac{1320}{2605}$	$\frac{3,7\ кв.,}{16^{2}/_{3}\ гц}$	$\frac{16\ 872}{27\ 645}$	$\frac{6\ 118}{11\ 167}$	36,4
Швеция . . . . .	—	—	$\frac{6450}{—}$	12; 15	—	—	—	—	—	—	$\frac{15\ 400}{—}$	$\frac{6\ 450}{—}$	42,5
Норвегия . . . . .	—	—	$\frac{1246}{1651}$	11—12; 15	$\frac{24}{29}$	11	—	—	—	—	$\frac{4\ 379}{5\ 482}$	$\frac{1\ 270}{1\ 680}$	29,1
Польша . . . . .	$\frac{398}{600}$	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{25\ 440}{52\ 130}$	$\frac{398}{600}$	1,5
Португалия . . . . .	$\frac{27}{65}$	1 500	—	—	—	—	(145)***	25	—	—	$\frac{3\ 589}{4\ 587}$	$\frac{27}{65} + (145)$	0,7
Югославия . . . . .	$\frac{103}{204}$	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{11\ 619}{17\ 060}$	$\frac{103}{204}$	0,9
Франция . . . . .	$\frac{4\ 368}{7\ 710}$	600—700; 1 500	$\frac{47}{47}$	11—12	—	—	$\frac{562}{1\ 000}$	25	—	—	$\frac{41\ 175}{83\ 423}$	$\frac{4\ 977}{8\ 757}$	12
Швейцария . . . . .	$\frac{941}{1\ 150}$	600—2 400	$\frac{3867}{7146}$	11—12; 15	—	—	—	—	—	—	$\frac{4\ 983}{9\ 219}$	$\frac{4\ 808}{8\ 296}$	96,7
Чехословакия . . . . .	$\frac{212}{258}$	600—3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{15\ 186}{21\ 811}$	$\frac{212}{258}$	1,4
Индия . . . . .	$\frac{387}{915}$	1 500	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{55\ 148}{78\ 110}$	$\frac{387}{915}$	0,7
Индонезия . . . . .	$\frac{120}{193}$	1 500	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{6\ 410}{6\ 410}$	$\frac{120}{193}$	1,87
Китай . . . . .	$\frac{125}{266}$	1 200—1 300	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{30\ 200}{—}$	$\frac{1,5}{266}$	0,42
Корея . . . . .	$\frac{(50,7)}{—}$	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{3\ 360}{—}$	$\frac{(50,7)}{—}$	—
Турция . . . . .	—	—	—	—	—	—	$\frac{27}{—} + \left(\frac{280}{340}\right)$	25	—	—	$\frac{7\ 698}{8\ 871}$	$\frac{27}{—} + \left(\frac{280}{340}\right)$	0,38
Япония . . . . .	$\frac{8\ 196}{12\ 530}$	500—1 500	—	—	—	—	$\frac{20}{—}$	—	—	—	$\frac{26\ 226}{42\ 265}$	$\frac{9216}{12\ 530}$	35,0
Алжир . . . . .	$\frac{309}{340}$	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{4\ 531}{5\ 480}$	$\frac{309}{340}$	6,7
Бельгийское Кон- го . . . . .	—	—	—	—	—	—	$\frac{208}{227} + \left(\frac{136}{—}\right)$	25	—	—	$\frac{2\ 511}{2\ 893}$	$\frac{208}{227} + \left(\frac{136}{—}\right)$	8,3
Марокко . . . . .	$\frac{756}{970}$	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{1\ 785}{2\ 362}$	$\frac{756}{970}$	42
Южно-Африкан- ский Союз . . . . .	$\frac{1\ 389}{2\ 740}$	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{21\ 565}{—}$	$\frac{1\ 389}{2\ 740}$	6,4

\* Протяжённость электрифицированных железных дорог приведена с учётом частных дорог.

\*\* В числителе—протяжённость железных дорог, в знаменателе—путей.

\*\*\* Дороги, не введенные в эксплуатацию.

Продолжение

Страны	Постоянный ток		Однофазный ток						Трёхфазный ток		Протяжённость железных дорог		
	км	напряжение в в	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> гц		25 гц		50 гц		км	напряжение и частота	общая в км	в том числе электрифицированных	
			км	напряжение в в	км	напряжение в в	км	напряжение в в				км	%
Аргентина . . . . .	111 325	800—850	—	—	—	—	—	—	—	—	41 400	111 325	0,27
Бразилия . . . . .	1 550 2 283	1 500; 3 000	—	—	—	—	—	—	6 6	0,75 кв	36 468	1 556 2 289	4,2
Канада . . . . .	60 121	2 400	—	—	6 19	6,6	—	—	—	—	66 579 92 486	66 140	0,1
Коста-Рика . . . . .	—	—	138 161	15	—	—	—	—	—	—	6 576	138 161	2
Куба . . . . .	249 368	600—700; 1 200—1 300	—	—	—	—	—	—	—	—	3 808	249 368	6,5
Мексика . . . . .	127 161	600—700; 3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	17 958	127 161	0,7
США . . . . .	2 142 3 859	600; 1 300—1 500; 3 000	—	—	2 001 5 778	11	—	—	—	—	342 000 569 000	4 143 9 637	1,2
Чили . . . . .	350 601	700; 1 500; 2 400; 3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	8 654	350 601	4,1
Австралия . . . . .	556 1 346	1 500	—	—	—	—	—	—	—	—	31 900	556 1 346	1,8
Новая Зеландия . . . . .	108 253	1 500—3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	5 770	108 258	1,87

Тогда сделать окончательные выводы в пользу внедрения этой системы. Лишь в последние годы существенный прогресс, достигнутый в области строения электрических машин, трансформаторов и выпрямителей, позволил вновь развернуть работы по внедрению системы тяги на переменном токе 50 гц.

В СССР в настоящее время по системе переменного тока 50 гц электрифицирован опытный участок Ожерелье—Павелец. Для этого участка с 1954 г. выпускаются опытные электровазы однофазно-постоянного тока с инитронами. Кроме этого, разрабатывается проект электроваза переменного тока мощностью 3 900 квт.

Значительный интерес представляют работы в этой области, проводящиеся за последние годы за рубежом и, в особенности, во Франции, где электрификация на однофазном токе промышленной частоты получила большое развитие.

Электрификация французских железных дорог началась с изучения опыта эксплуатации участка хеллентальской железной дороги, оказавшейся во французской зоне оккупации.

В 1951 г. во Франции был электрифицирован опытный участок дороги Экс-ле-Бан—Ла-Рош-сюр-Форон в Савойе с руководящим подъёмом 200/00 длиной около 70 км, который в 1954 г. был продлён ещё на 18 км и переведён с напряжения в контактной сети 20 кв на 25 кв.

В связи с успешным опытом эксплуатации этого участка было принято решение электрифицировать наиболее грузонапряжённый участок железных дорог Валансьенн—Тионвиль длиной 363 км с руководящим подъёмом

100/00, находящийся на северо-востоке Франции. Основная часть электрифицированной линии введена в эксплуатацию в 1954 г., а полностью работы были закончены в 1955 г.

Первый период эксплуатации участка Валансьенн—Тионвиль показал настолько благоприятные результаты, что была разработана и принята программа широкой электрификации французских дорог по системе переменного тока 50 гц. При этом намечено до 1959 г. закончить электрификацию линий протяжённостью 817 км, а в течение 10 лет довести длину электрифицированных линий до 6 800 км, что составит 17% общей длины всей ж.-д. сети, и перевести на электрическую тягу 50% всего грузооборота.

Одним из наиболее сложных вопросов, связанных с внедрением однофазного тока 50 гц, является выбор типа электроподвижного состава и в первую очередь типа электроваза.

Первые электровазы переменного тока 50 гц венгерских дорог, изготовленные в 1923, 1932 гг., были выполнены с преобразователями однофазно-трёхфазного тока системы Кандо. Однако эти электровазы были оборудованы тяжёлыми тихоходными асинхронными двигателями с переключением числа полюсов и групповым приводом, которые в настоящее время технически устарели.

Электровазы последней серии В<sub>0</sub>-С<sub>0</sub> венгерских дорог значительно усовершенствованы, оборудованы преобразователями частоты и тяговыми двигателями с фазовым ротором без переключения полюсов. На этих электровазах производится реостатный пуск с помощью жидкостных

Основные технические данные электровозов одно

№ по пор.	Показатель	С е р и я ( т и п )			
		ОР22	НО	ВВ10001	ВВ12001—ВВ12005
1	Осевая формула	0-3 <sub>а</sub> +3 <sub>б</sub> -0	0-3 <sub>а</sub> +3 <sub>б</sub> -0	0-2 <sub>а</sub> -2 <sub>б</sub> -0	0-2 <sub>а</sub> -2 <sub>б</sub> -0
2	Страна, для которой построен электровоз	СССР	СССР	Франция	Франция
3	Фирма (завод)-конструктор механической части	им. В. В. Куйбышева	НЭВЗ им. С. М. Буденного	Альстом (Франция)	Крезо (Франция)
4	Фирма (завод)-конструктор электрической части	«Динамо» им. С. М. Кирова	То же	То же	Шнейдер-Вестингауз (Франция)
5	Род тока и напряжение в контактной сети	Переменный, 20 кв, 50 гц	Переменный, 20 кв, 50 гц	Переменный, 25 кв, 50 гц	Переменный, 25 кв, 50 гц
6	Система электровоза	Однофазно-постоянного тока с многоанодным ртутным выпрямителем	Однофазно-постоянного тока с интритронами	Однофазно-постоянного тока с многоанодными выпрямителями	Однофазно-постоянного тока с интритронами
7	Год постройки	1938	1954, 1956	1951	1954
8	Род службы	Грузовой	Грузовой	Грузо-пассажирский	Пассажирский
9	Мощность часовая*, квт	2 040	2 500	2 092	2 648
10	Сила тяги часовая, кг	18 700	23 400	12 900	18 700
11	Скорость часовая, км/час	38	40,5	58	51
12	Мощность длительная*, квт	1 800	1 944	1 988	2 472
13	Сила тяги длительная, кг	1 600	16 600	12 000	17 000
14	Скорость длительная, км/час	39,5	43	52	53
15	Скорость конструктивная, км/час	85	85	105	140
16	Сила тяги максимальная, кг	32 000	—	23 000	27 500
17	Вес сцепной, т	132	132	80	85
18	Общий вес, т	132	132	80	85
19	Вес механической части, т	88	79,13	45	47,5
20	Вес электрооборудования, т	44	52,87	34	37,5
21	Вес трансформатора, т	13,25	6,5	13,25	12,3
22	Вес преобразовательного агрегата, т	—	2	—	1,6
23	Вес тяговых двигателей, т	4,28×6=25,68	4,22×6=25,32	—	3,03×4=12,1
24	Вес остального оборудования, т	—	—	—	11,3
25	Удельный вес электровоза, кг/квт	65	52,7	39,2	32,7
26	Удельный вес электрооборудования, кг/квт	21,4	21,3	16,65	14,4
27	Удельный вес трансформатора, кг/квт	4,15	2,7	5,8	2,63
28	Удельный вес преобразовательного агрегата, кг/квт	—	—	—	—
29	Удельный вес тягового двигателя (часовая мощность), кг/квт	12,6	10,5	—	4,58
30	К. п. д. электровоза	0,8—0,87	0,85**	0,8—0,85	0,86
31	Коэффициент мощности	0,62—0,89	0,83**	0,8	0,91
32	Давление движущей колёсной пары на рельсы, т	22	22	20	21,25
33	Характеристика профиля дороги	—	—	—	Равнинный, ручководный подъем
34	Диаметр ведущего колеса, мм	1 200	1 200	1 250	1 250
35	Колёсная база электровоза, мм	12 200	12 200	—	11 400
36	Жёсткая база электровоза, мм	4 200	4 200	2 950	3 200
37	Расстояние между опорами (шкворнями), мм	8 580	9 400****	—	8 200
38	Длина по буферам или осям автосцепки, мм	16 480	16 442	—	15 200
39	Ширина электровоза, мм	3 106	3 104***	—	2 900
40	Высота при опущенном пантографе, мм	4 825	5 065	—	4 580
41	Электрическое торможение	Отсутствует		—	Отсутствует
42	Число тяговых двигателей	6	6	4	4
43	Тип двигателей	ДПЭ-340А	ДПЭ-400П	ТАО-631	SW-435, изоляция класса F

\* Мощность тяговых двигателей.

\*\* При часовом режиме.

\*\*\* Ширина кузова.

\*\*\*\* Между главными опорами.

Таблица 3

фазного тока промышленной и пониженной частоты

э л е к т р о в о з а

ВВ12006— ВВ12014	ВВ В20003	ВВ13001— ВВ13015	ВВ13016— ВВ13053	СС20001	СС20002
0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 Франция	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 Франция	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 Франция	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 Франция	0-3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0 Франция	0-3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0 Франция
Крезю (Франция)	—	Крезю (Франция)		Эрликон (Швейцария)	Альстом (Франция)
Шнейдер-Ве- стингауз (Франция)	—	Жемон (Франция)		SLM — Винтертур (Швейцария)	Альстом (Франция)
Переменный 25 кв, 50 гц		На два напряжения: переменный 25 кв, 50 гц и постоянный 1500 в			
Однофазно-по- стоянного тока с ингиитронами	Однофазно-по- стоянного тока с мотор-генера- торами	Однофазного тока с коллекторными двигателями 50 гц			
1955	1953	1954	1954—1955	1950	1951
Грузовой	Грузовой	Г р у з о -	п а с с а ж и р с к и й		
2 648	1 790	2 000	2 000	3 180	2 976
20 700	15 000	13 600	11 800	17 400	17 500
46	43,5	53	61	65	61
2 472	1 700	2 000	2 000	3 048	2 691
19 000	14 000	13 600	13 600	16 000	14 000
47,4	44,5	60	61	68	69,5
120	100	105	120	100	100
30 500	28 000	24 500	—	29 000 (при 28%-ном сцеплении)	30 000
85	114	85	85	104	118
85	114	85	85	104	118
47,5	64,37	47	47	60,6	55,8
37,5	49,63	38	38	43,4	62,2
12,3	—	11	11	6,7	8,9
1,6	15	—	—	—	—
3,03×4=12,1	—	4,35×4=17,4	4,35×4=17,4	2,96×6=17,76	—
11,3	—	9,6	9,6	—	—
32,7	—	43,2	43,2	33,8	40,6
14,4	—	19,3	19,3	14,1	21,4
2,68	—	5,58	5,58	2,23	2,76
—	5.75	—	—	—	—
4,58	—	8,7	8,7	5,67	—
0,86	0,78—0,8	0,77	0,77	0,75—0,8	0,75—0,8
0,91	0,9—0,94	0,76—0,84	0,76—0,86	0,8—0,9	0,75—0,85
21,25	19	21,25	21,25	17,33	19,7
Равнинный, руко- водящий подъём	—	—	—	Горный, руководящий подъём	—
10 <sup>3</sup> /I <sub>00</sub>				20 <sup>3</sup> /I <sub>00</sub>	
1 250	1 100	1 250	1 250	1 400	1 250
11 400	—	11 400	11 400	13 200	13 928
3 200	3 000	3 200	3 200	4 200	4 700
8 200	—	8 200	8 200	9 000	9 228
15 200	18 700	15 200	5 200	17 250	18 742
2 900	—	2 900	2 900	2 950	2 968
4 580	—	4 580	1 580	—	4 224
Отсутствует	Рекуперативное	О т с у т с т в у е т		Рекуперативное	Реостатное
4	6	4	4	6	6
SW-435, изоля- ция класса F	—	MS-92, без компенсационной обмотки; e <sub>тр</sub> = 4,65 в		16 WB-880 с двойной парал- лельной обмот- кой якоря	TDM-627 двухякорные (двоенные)

№ по пор.	Показатель	С е р и я ( т и п )				
		ОР22	НО	ВВ10001	ВВ12001— ВВ12005	
44	Мощность двигателя часо- вая, <i>квт</i>	340	416,6	523	662	
45	Мощность двигателя дли- тельная, <i>квт</i>	300	324	497	618	
46	Напряжение двигателя, <i>в</i>	1 500	1 600	675	675	
47	Ток часовой, <i>а</i>	250	280	840	1 080	
48	Ток длительный, <i>а</i>	220	220	800	1 000	
49	Ток максимальный, <i>а</i>	500	580	—	—	
50	<i>п час/п длит</i> , об/мин.	605/630	775/850	1100/1130	835/870	
51	<i>п макс</i> , об/мин	1 380	1 680	2 300	2 740	
52	Момент на валу тягового двигателя*, <i>кгм</i>	548	525	464	774	
53	Вес двигателя, отнесенный к моменту, <i>кг/кгм</i>	8,12	7,9	—	3,63	
54	К. п. д. двигателя	0,919	0,92	0,91—0,92	0,91—0,92	
55	Коэффициент мощности дви- гателя	—	—	—	—	
56	Количество вентиляционного воздуха, <i>м³/мин</i>	78	90	90	120	
57	Число полюсов двигателя	4	4	—	6	
58	Тип трансформатора и его характеристика	3 200 <i>кВа</i>	ОЦР-2 400/20, 2 400 <i>кВа</i> с масля- ным охлаждением	2 280 <i>кВа</i>	Первичная обмот- ка 4 590 <i>кВа</i> , тя- говая—3 840 <i>кВа</i>	
59	Преобразователь и его ха- рактеристика	Двенадцатипод- ный ртутный вы- прямитель РВ-209 насосного типа, с сеточн. регулир. и водян. охлажд.	8 инверторов с водяным охлаж- дением без сеточ- ного регулирова- ния	2 шестиполных выпрямителя, 1 350 <i>а</i> , 830 <i>а</i> при длительном режиме	Игнитроны типа SET; длительная мощность 640 <i>квт</i> . часовая—702 <i>квт</i> . охлаждение водяное	
60	Количество комбинаций (соединений) двигателей	Одна (все шесть двигателей соединены параллельно)	—	—	Одна (все четыре двигателя соеди- нены параллель- но)	
61	Ступени ослабления поля	50%	50%**	—	24%, 36%, 48%, 55%	
62	Количество ходовых скоро- стей и переход с одной позиции на другую при пуске	2 основные сту- пени скорости для грубой ре- гулировки	10 ходовых сту- пеней	—	20 ходовых сту- пеней, пуск че- рез трансформа- тор	
63	Охлаждение сопротивлений и машинного отделения	—	—	—	Охлаждаются от общего мотор- вентилятора (240 <i>м³/мин</i> )	
64	Конструкция рамы тележ- ки	Брусковая	Брусковая	—	—	
65	Рессорное подвешивание те- лежки и буксовый узел	По типу элек- тровоза Сс	2 точки. Все рес- соры связаны с продольными балансирами	—	—	
66	Демпферные устройства	Нет	Нет	—	—	
67	Конструкция кузова	Вагонный, клё- паный, с двумя кабинами маши- ниста	Вагонный, свар- ной, с двумя кабинами маши- ниста	—	С одной кабиной машиниста, рас- положенной по середине, и двумя капотами по кон- цам	
68	Конструкция рамы кузова	Сварная	Сварная	—	—	
69	Подвешивание кузова (опо- ры)	Две главные	Две главные и две дополнитель- ные опоры	—	—	
70	Передача	Двусторонняя, прямошестерен- чатая	Двусторонняя	—	Односторонняя, прямошестерен- чатая, с промежу- точной шестерней (в од- ном кожухе для двух двигателей, карданная муфта с шарнирами)	
71	Передаточное отношение	86 : 23=3,74	89 : 20=4,45	—	3,84	
72	Подвеска тягового двига- теля	Опорно-осевая	Опорно-осевая	—	Опорно-рамная	

\* При часовом режиме.

\*\* Обмотки возбуждения постоянно шунтированы омическими сопротивлениями девятикратной ве-

\*\*\* Три двухосные тележки; две крайние имеют люльечное подвешивание, средняя тележка связана

Продолжение табл. 3

электровоза

ВВ12006— ВВ12014	ВВВ20003	ВВ13001— ВВ13015	ВВ13016— ВВ13053	СС20001	СС20002
662	298,3	500	500	530	496
618	283,3	500	500	508	448,5
675	—	260	260	250	2×218
1 080	—	3 000	3 000	2 780	1 600
1 000	—	3 000	3 000	2 640	1 400
—	—	—	—	4 000	2 500
835/870	—	680/680	680/680	1 060/1 100	1 280/1 460
2 740	—	1 360	1 360	1 630	2 100
774	—	717	717	488	380
3,63	—	6,07	6,07	6,07	—
0,91—0,52	0,91—0,92	0,81—0,87	0,81—0,87	0,8—0,86	—
—	—	0,8—0,865	0,8—0,865	0,87—0,93	0,81—0,92
120	—	180	180	90	108
6	—	18	18	16	12
Первичная обмотка 4 590 <i>кВа</i> , вторичная—3 840 <i>кВа</i> Игнитроны типа SET: длительная мощность 640 <i>кВт</i> , часовая—702 <i>кВт</i> ; охлаждение водяное	3 500 <i>кВа</i>	3 150 <i>кВа</i>	3 150 <i>кВа</i>	3 000 <i>кВа</i>	3 223 <i>кВа</i> , $\cos \varphi=0,905$
Отсутствует					
Асинхронный двигатель 2 800 <i>кВа</i> , 1 850 <i>В</i> и 3 генератора постоянного тока по 864 <i>кВт</i> , 1 080 <i>А</i> и 800 <i>А</i>	—	Одна. Все двигатели соединены параллельно и разбиты на две группы	—	Одна. Двигатели соединены в три параллельные группы, в каждой— группе двигатели соединены по- следовательно	—
Одна (все четыре двигателя соеди- нены параллель- но) 24%, 36%, 48%, 55%	—	—	—	—	—
20 ходовых ступеней, пуск через трансформатор	—	—	—	16 ходовых ступеней, пуск через трансформатор	21 ходовая ступень, пуск через трансформатор
Охлаждаются от общего мотор- вентилятора (240 <i>м³/мин</i> )	—	Охлаждаются от общего мотор- вентилятора	—	Охлаждаются от специального вентилятора	Размещены под рамой электро- воза, охлаждаются от специального вентилятора
—	—	С литыми Н-образными открыты- ми рамами	—	Сварная, бесче- люстная	Комбинирован- ная (литые боковины)
—	Люлечное подве- шивание***	—	—	Листовые и цилиндрические рессо- ры. Буксы связаны с рамой гори- зонтальными серьгами с шарнира- ми на сайлентблоках	—
С одной кабиной машиниста, рас- положенной по середине, и двумя капотами по концам	—	С одной кабиной машиниста, рас- положенной по середине, и двумя капотами по концам	—	Цельносварной, по типу «несущей конструкции», с двумя кабинами управления	—
—	—	—	—	По типу «BLS»	На качающихся опорах с резино- выми коническими прокладками. Четыре опоры
Односторонняя, прямоугольная, с промежуточной шестерней (в од- ном кожухе для двух двигателей, карданная муфта с шарнирами) 4,29	—	—	—	Односторонняя, прямоугольная (ши- рина зуба 140 <i>мм</i> ), передача эластич- ная типа SLM- Винтертур (со встроенными элементами) 88:21=4,19	Односторонняя, прямоугольная, эластичная типа Альстом
Опорно-рамная	4,55	—	—	Опорно-рамная	87:18=4,833 Опорно-рамная

личины по сравнению с омическим сопротивлением обмоток,  
в поперечном направлении с кузовом.

№ по пор.	Показатель	С е р и я		
		СС14101—СС14202	СС14001—СС14003	V-60
1	Осевая формула	0-3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0	0-3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0	0-5-0
2	Страна, для которой построен электровоз	Франция	Франция	Венгрия
3	Фирма (завод)-конструктор механической части	Альстом (Франция)	Эрликон (Швейцария)	—
4	Фирма (завод)-конструктор электрической части	Альстом (Франция)	Батиньоль (Франция)	—
5	Род тока и напряжение в контактной сети	Переменный	25 кв, 50 гц	Переменный 16 кв, 50 гц
6	Система электровоза	Однофазно-постоянного тока с мотор-генераторами	Однофазно-трёхфазного тока с машинным преобразователем	Однофазно-трёхфазного тока с групповым приводом и машинным преобразователем 1931
7	Год постройки	1954	1955	—
8	Род службы	Г р у з о в о й		
9	Мощность часовая*, квт	1 830	3 030	1 840
10	Сила тяги часовая, кг	24 700	27 000	16 000; 12 000; 8 050
11	Скорость часовая, км/час	26,1	40	34; 51; 68
12	Мощность длительная*, квт	1 830	2 640	1 620
13	Сила тяги длительная, кг	23 200	23 200	14 500; 10 600; 7 600
14	Скорость длительная, км/час	27,9	40,6	34, 51, 68
15	Скорость конструктивная, км/час	60	60	68
16	Сила тяги максимальная, кг	42 000	45 000	22 100
17	Вес сцепной, т	126	124	98
18	Общий вес, т	126	124	98
19	Вес механической части, т	78	70	50
20	Вес электрооборудования, т	47,8	54	40,6
21	Вес трансформатора, т	6	5,9	—
22	Вес преобразовательного агрегата, т	20,3	27,5	—
23	Вес тяговых двигателей, т	1,65 × 6 = 9,9	1,75 × 6 = 10,5	18,4
24	Вес остального оборудования, т	11	11	—
25	Удельный вес электровоза, кг/квт	71,6	42,2	53,25
26	Удельный вес электрооборудования, кг/квт	27,2	18,35	22,1
27	Удельный вес трансформатора, кг/квт	27,3	2,57	—
28	Удельный вес преобразовательного агрегата, кг/квт	—	7,9	—
29	Удельный вес тягового двигателя (часовая мощность), кг/квт	5,41	3,46	10
30	К. п. д. электровоза	0,77—0,81	0,77—0,82	0,728—0,832
31	Коэффициент мощности	±0,98	±0,98	±0,98
32	Давление движущей колёсной пары на рельсы, т	21	20,7	17,6
33	Характеристика профиля дороги	Равнинный, руководящий подъём 10 <sup>3</sup> /‰		
34	Диаметр ведущего колеса, мм	1 100	1 100	—
35	Колёсная база электровоза, м	14 180	14 180	—
36	Жёсткая база электровоза, мм	4 670	4 670	—
37	Расстояние между опорами (шкворнями), мм	9 510	9 510	—
38	Длина по буферам или осям автоцепки, мм	18 854	18 890	13 570
39	Ширина электровоза, мм	2 900	2 900	—
40	Высота при опущенном пантографе, мм	4 280	4 280	—
41	Электрическое торможение	Р е к у п е р а т и в н о е		
42	Число тяговых двигателей	6	6	1

\* Мощность тяговых двигателей.



Продолжение табл. 3

(тип) электровоза

V-40	V-44	V-55	V-55	E244-31
1-4-1 Венгрия	2-4 <sub>0</sub> -2 Венгрия	0-2 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0 Венгрия	0-2 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0 Венгрия	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 Германия
—	—	Ганц (Венгрия)	Ганц (Венгрия)	—
—	—	Ганц (Венгрия)	Ганц (Венгрия)	—
Однофазно-трёхфазного тока с групповым приводом и машинным преобразователем 1932	Переменный 16 кв, 50 гц			Переменный 20 кв, 50 гц
	Однофазно-трёхфазного тока с индивидуальным приводом и машинным преобразователем фаз и частоты			Системы Пунга-Шен
	1943	1950	1953	1936
Грузо-пассажирский				
1 840	2 130	2 340	2 500	1 972
20 900; 7 960; 5 600	10 200; 8 900; 8 450	13 500; 10 800; 8 600	16 000; 11 500; 8 600	—
50; 75; 100	75; 100; 125	75; 100; 125	50; 75; 100	57
1 620	—	1 920	2 185	1 692
9 900; 6 900; 4 800	—	—	—	—
25; 50; 75; 100	25; 50; 75; 100; 125	25; 50; 75; 100; 125	25; 50; 75; 100	57
100	125	125	100	85
15 130	22 000	21 000	24 000	24 000
70	76	89	85	85
98	141,2	89	85	85
51,3	68	42	39,5	42,3
40,6	69,7	44	42	39,4
—	—	—	—	—
—	—	27,97	27,97	—
18,4	3,5 × 4 = 14	1,86 × 5 = 9,3	1,86 × 5 = 9,3	1,7 × 4 = 6,8 2,6 × 4 = 10,4
—	—	—	—	—
53,25	67,5	40,3	36,2	44
22,1	33,4	19	17,7	20,4
—	—	—	—	2,69
—	—	—	—	—
10	6,58	3,98	3,72	8,72
0,728—0,812	0,75—0,8	0,75—0,84	0,75—0,8	0,79
±0,98	±0,98	±0,98	±0,98	±0,98
17,5	19	17,8	17	21,25
—	—	—	—	—
—	—	1 040	1 040	—
—	—	2 500 и 3 500	2 500 и 3 500	—
—	—	—	—	—
13 850	17 650	14 600	14 500	15 000
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
Рекуперативное				—
1	4	5	5	4

№ по пор.	Показатель	С е р и я		
		СС14101—СС14202	СС14001—СС14003	V-60
43	Тип двигателей	ТА-636	Трёхфазные с короткозамкнутым ротором, асинхронные	Асинхронный с фазным ротором и переключением полюсов
44	Мощность двигателя часовая, <i>квт</i>	305	505	1 840
45	Мощность двигателя длительная, <i>квт</i>	305	440	1 620
46	Напряжение двигателя, <i>в</i>	565(600)	930	400—1 350
47	Ток часовой, <i>а</i>	585	375	—
48	» длительный, <i>а</i>	550	330	—
49	Ток максимальный	—	—	—
50	$n_{час}/n_{длит.}$ об/мин	1 020/1 090	1 040/1 055	83; 167; 250; 333
51	$n_{макс.}$ об/мин.	2 340	1 200	333
52	Момент на валу тягового двигателя*, <i>кгм</i>	292	475	—
53	Вес двигателя, отнесённый к моменту, <i>кг/кгм</i>	5,66	3,69	—
54	К. п. д. двигателя	—	0,89—0,93	0,89—0,95
55	Коэффициент мощности двигателя	—	0,82—0,89	0,915—0,922
56	Количество вентиляционного воздуха, <i>м³/мин</i>	60	40	—
57	Число полюсов двигателя	6	10	—
58	Тип трансформатора и его характеристика	2 200 <i>кВа</i>	2 300 <i>кВа</i>	Отсутствует**
59	Преобразователь и его характеристика	Синхронный двигатель на 3000 <i>в</i> , 875 <i>а</i> и 1500 об/мин Генераторы 6-полюсные, напряжение 0—700 <i>в</i>	Синхронный двигатель 2 250 <i>квт</i> , асинхронный преобразователь частоты от 0 до 135 <i>Гц</i>	—
60	Количество комбинаций (соединений) двигателей	Одна (все шесть двигателей соединены параллельно)		—
61	Ступени ослабления поля	—	—	—
62	Количество ходовых скоростей и переход с одной позиции на другую при пуске	12 ходовых ступеней, регулирование возбуждением генератора	10 ходовых ступеней, регулирование изменением частоты тока	—
63	Охлаждение сопротивлений и машинного отделения	Охлаждение от специального вентилятора	—	—
64	Конструкция рамы тележки	Бесчелюстная, сварная; боковины вырезаны из листовой стали толщиной 50 мм		—
65	Рессорное подвешивание тележки и буксовый узел	Листовая рессора над каждой буксой; все три точки каждой стороны тележки соединены балансирами; в точках опоры имеются резиновые втулки		—
66	Демпферные устройства	—	—	—
67	Конструкция кузова	С одной кабиной машиниста, расположенной по середине, и двумя капотами по концам		Вагонного типа
68	Конструкция рамы кузова	Сварная (боковины — толстолистовая сталь; поперечные балки коробчатого сечения)		—
69	Подвешивание кузова (опоры, рессоры)	На качающихся опорах, с резиновыми коническими прокладками. Кузов опирается на каждую тележку двумя опорами		—
70	Передача	Односторонняя, с промежуточной шестерней (эластичное 4-зубчатое колесо, шестерни жёсткие)	Односторонняя, прямоугольная	Кривошипно-шатунный механизм
71	Передаточное отношение	Первичное 2,75, вторичное 2,83	—	—
72	Подвеска тягового двигателя	Опорно-осевая	Опорно-осевая	Установлен в кузове

\* При часовом режиме.

\*\* Функции главного трансформатора выполняет преобразователь фаз.

Продолжение табл. 3

(тип) электроваза				
V-40	V-44	V-55	V-55	E244-31
Асинхронный с фазным ротором и переключением полюсов	Асинхронный с короткозамкнутым ротором	Асинхронный, трёхфазный, с фазным ротором		—
1 840	532,5	468	509	493
1 620	—	384	437	423
400—1 350	400—1 350	430—1 430	410—1 365	—
—	—	230—330	230—330	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
83; 167; 250; 333	500; 1 000; 1 500; 2 000; 2 500	500; 1 000; 1 500; 2 000; 2 500	500; 1 000; 1 500; 2 000	—
333	2 500	2 500	2 000	—
—	—	306 (при 75 км/час)	328 (при 75 км/час)	—
—	—	6,08	5,68	—
0,89—0,95	0,89—0,98	0,87—0,95	0,87—0,95	±0,98
0,915—0,922	0,82—0,89	0,82—0,89	0,82—0,89	0,8
—	—	—	—	—
—	—	6	6	4 (асинхронного) 6 (Пуига-Шей)
—	Отсутствует**		—	—
—	—	Преобразователь фаз системы Кандо на одном валу с преобразователем частоты		—
—	—	—	—	—
—	—	Нет	Нет	—
—	—	5 ступеней, путём изменения частоты		—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
Вагонного типа, сварной, с двумя кабинами машиниста				—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
Кривошипно-шатунный механизм	Зубчатая, двусторонняя с приводом типа Сэшерона		—	—
—	—	3,72	3,87	3,8; 4,07
Установлен в кузове	Опорно-осевая		—	—

№ по пор.	Показатель	С е р и я ( т и п )			
		Е 244-11	Е 244-01	Е 244-21	Е 244-22
1	Осевая формула	0-2 <sub>а</sub> -2 <sub>а</sub> -0	0-2 <sub>а</sub> -2 <sub>а</sub> -0	0-2 <sub>а</sub> -2 <sub>а</sub> -0	0-2 <sub>а</sub> -2 <sub>а</sub> -0
2	Страна, для которой построен электровоз	Германия	Германия	Германия	ФРГ
3	Фирма (завод)-конструктор механической части	—	—	—	—
4	Фирма (завод)-конструктор электрической части	—	—	—	—
5	Род тока и напряжение в контактной сети	Переменный 20 кв, 50 гц			
6	Система электровоза	Однофазно-постоянного тока с нонными преобразователями		С однофазными коллекторными двигателями 50 гц	
7	Год постройки	1936	1936	1936	1947
8	Род службы	П а с с а ж и р с к и й	с а ж и р с к и й	п а с с а ж и р с к и й	п а с с а ж и р с к и й
9	Мощность часовая*, квт	2 220	1 972	1 920	2 296
10	Сила тяги часовая, кг	13 600	12 000	11 900	14 800
11	Скорость часовая, км/час	59	59	59	56
12	Мощность длительная*, квт	2 100	1 692	1 800	2 136
13	Сила тяги длительная, кг	12 800	10 300	1 095	—
14	Скорость длительная, км/час	59	59	60	—
15	Скорость конструктивная, км/час	85	85	85	85
16	Сила тяги максимальная, кг	24 000	23 000	24 000	26 000
17	Вес сцепной, т	85	85	85	84
18	Общий вес, т	85	85	85	84
19	Вес механической части, т	44,2	43,2	43	43
20	Вес электрооборудования, т	39	40,3	40,5	41
21	Вес трансформатора, т	8,99	7,44	4,9	6,6
22	» преобразовательного агрегата, т	2,2	—	—	—
23	Вес тяговых двигателей, т	3,62×4=14,4	3,22×4=12,9	2,5×4=10	3,6×4=14,4
24	Вес остального оборудования, т	—	—	—	—
25	Удельный вес электровоза, кг/квт	39	41,0	44,5	37,2
26	Удельный вес электрооборудования, кг/квт	17,9	20,9	21,2	18,1
27	Удельный вес трансформатора, кг/квт	4,55	3,44	2,85	2,43
28	Удельный вес преобразовательного агрегата, кг/квт	—	—	—	—
29	Удельный вес тягового двигателя (часовая мощность), кг/квт	6,53	6,53	10,1	6,25
30	К. п. д. электровоза	0,85	0,8—0,85	0,74	0,75—0,8
31	Коэффициент мощности	0,795	0,808	0,88	0,95
32	Давление движущей колёсной пары на рельсы, т	21,25	21,25	21,25	21,25
33	Характеристика профиля дороги	—	—	—	—
34	Диаметр ведущего колеса, мм	—	—	—	—
35	Колёсная база электровоза, мм	—	—	—	—
36	Жёсткая база электровоза, мм	—	—	—	—
37	Расстояние между опорами (пиквориями), мм	—	—	—	—
38	Длина по буферам или осям автосцепки, мм	15 300	15 300	16 500	15 300
39	Ширина электровоза, мм	—	—	—	—
40	Высота при опущенном пантографе, мм	—	—	—	—
41	Электрическое торможение	Р е о с т а т н о е			
42	Число тяговых двигателей	4	4	4	4
43	Тип двигателей	—	—	WBM-196 (двоенные)	EKB-750

\* Мощность тяговых двигателей.

Продолжение табл. 3

## электровоза

E10-001	E10-002	E10-003	E10-004—E10-005	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>
0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 ФРГ	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 ФРГ	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 ФРГ	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 ФРГ	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 ФРГ	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 ФРГ
АЕГ (ФРГ)	Броун-Бовери в Мангейме (ФРГ)	SSW (ФРГ)	АЕГ и Броун-Бовери (ФРГ)	Хеншель, Краус-Маффей, Крупп	
Краусс-Маффей (ФРГ)	Крупп (ФРГ)	Хеншель (ФРГ)	Хеншель (ФРГ)	АЕГ, Броун-Бовери, Сименс-Шуккерт	
Переменный 15 кв, 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> гц			Переменный 15 кв, 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> гц	Переменный 6 кв, 50 гц	
С однофазными коллекторными двигателями 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> гц			Однофазного тока с коллек- торными двига- телями	Однофазно-по- стоянного тока с мотор-генера- тором	Однофазно-по- стоянного тока с одноанодными выпрямителями
1952	1952	1953	1953	1955	1955
П а с с а ж и р с к и й	Г р у з о в о й				
3 580	3 280	3 800	3 440	1 480	1 480
15 000	14 950	15 360	12 800	21 600	21 600
87,5	79,3	91	98	24,4	24,4
—	3 020	—	3 280	1 170	1 170
—	—	14 800	12 040	—	—
—	—	85	100	—	—
125	130	130	130	70	70
26 000	26 000	28 000	26 000	38 000	41 000
83,3	82	80,3	80,0	120	132,4
83,3	82	80,3	—	120	132,4
—	—	—	—	77	—
—	—	—	26,2	44,5	44,5
—	—	—	—	Нет трансформатора	13,6
—	—	—	—	17,4	—
—	—	—	—	3×4=12	3×4=12
—	—	—	—	5,5	—
—	—	—	—	89,8	92
22,6	27,2	22,4	—	30,9	30,9
—	—	—	—	—	5,9
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0,74—0,78	—
20,8	20,5	20,1	20	30	33,1
С м е ш а н н ы й			—	Г о р н ы й	
1 350	1 250	1 250	1 250	1 120	1 120
11 200	11 300	11 300	11 300	9 400	11 100
3 200	3 300	3 300	3 300	3 100	3 000
8 000	8 000	8 000	8 000	6 300	8 100
16 100	16 650	15 900	15 900	14 500	16 500
3 050	3 000	2 970	2 970	3 000**	3 000**
—	—	—	—	4 600	4 600
О т с у т с т в у е т			—	Рекуперативное	Рекуперативное
4 ЕКВ-895 (конст- рукции АЕГ)	4 ELM-983 S (конст- рукции BBC)	4 WB 358 (конст- рукции SSW)	4 ЕКВ-895 (конст- рукции АЕГ)	4 ABM-370	4 ABM-370

\*\* Ширина кузова. Ширина кабины машиниста 4 300 мм.

№ по пор.	Показатель	С е р и я (т и п)			
		Е244-11	Е244-01	Е244-21	Е244-22
44	Мощность двигателя часо- вая, <i>квт</i>	555	493	2×240	2×287
45	Мощность двигателя дли- тельная, <i>квт</i>	525	423	2×225	2×267
46	Напряжение двигателя, <i>в</i>	—	—	214	504
47	Ток часовой, <i>а</i>	—	—	1 450	1 525
48	» длительный, <i>а</i>	—	—	—	—
49	» максимальный, <i>а</i>	—	—	—	—
50	<i>n</i> <sub>час/длит.</sub> об/мин	—	—	—	—
51	<i>n</i> <sub>макс.</sub> об/мин	—	—	2 220	2 320
52	Момент на валу тягового двигателя*, <i>кгм</i>	—	—	—	—
53	Вес двигателя, отнесённый к моменту, <i>кг/кгм</i>	—	—	—	—
54	К. п. д. двигателя	—	0,98	0,83	0,855
55	Коэффициент мощности двигателя	0,91—0,92	0,91—0,92	0,95	0,86
56	Количество вентиляционного воздуха, <i>м³/мин</i>	—	—	—	—
57	Число полюсов двигателя	—	4	14	2×12
58	Тип трансформатора и его характеристика	—	2 160 <i>кВа</i>	1 720 <i>кВа</i>	2 720 <i>кВа</i>
59	Преобразователь и его ха- рактеристика	—	—	—	—
60	Количество комбинаций (соединений) двига- телей	—	—	—	—
61	Ступени ослабления поля	—	—	—	—
62	Количество ходовых скоро- стей и переход с одной позиции на другую при пуске	—	—	—	—
63	Охлаждение сопротивлений и машинного отделения	—	—	—	—
64	Конструкция рамы тележ- ки	—	—	—	—
65	Рессорное подвешивание те- лежки и буксовый узел	—	—	—	—
66	Демпферные устройства	—	—	—	—
67	Конструкция кузова	Сварной, цельнонесущий, с безраскосным каркасом (см. фиг. 15) Сварная, коробчатого сечения (см. фиг. 14,а)			
68	Конструкция рамы кузова				
69	Подвешивание кузова (опо- ры)	—	—	—	—
70	Передача	—	—	Косозубая	—
71	Передачное отношение	3,59	4,5	5,867	4,72
72	Подвеска тягового двигате- ля	Опорно- осевая	Опорно-осевая	Опорно-осевая	—

\* При часовом режиме.

Продолжение табл. 3

## э л е к т р о в о з а

E10-001	E10-002	E10-003	E10-004— E10-005	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>
2×447,5	2×410	2×475	2×430	370	370
—	2×377,5	—	2×410	295	295
—	—	—	—	760	760
—	—	—	—	525	525
—	—	—	—	420	420
—	—	—	—	680/720	680/720
—	—	—	—	2 000	2 000
—	—	—	—	532	532
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	108—110	108—110
14	14	12	14	4	4
—	—	—	—	Нет трансформатора	2 300 квт с масляным охлаждением
—	—	—	—	Синхронный двигатель, 2 100 квт, $\cos \varphi = 1$ ; генератор 1 600 квт (0—960 в)	4 вентиля с воздушным охлаждением и секционным управлением, $I_{час} = 525 а$
Одна (все двигатели соединены параллельно)			—	—	Одна (все двигатели соединены параллельно)
Нет	Нет	Нет	Нет	—	—
30 ходовых позиций, из них 18 для длительной езды; пуск автоматизирован	28 ходовых позиций; управление на стороне высокого напряжения	33 ходовых позиций; управление на стороне высокого напряжения; пуск автоматизирован	28 ходовых позиций; управление на стороне высокого напряжения	—	28 позиций, управление на стороне низшего напряжения
—	—	—	—	—	—
—	—	Сварная из элементов листовой мартеповской стали (см. фиг. 2, а)	—	—	—
Каждый буксовый узел имеет по две тяги (направляющих) для передачи усилий	Буксовый узел со специальными направляющими	—	—	—	—
Применение шарниров «Silentbloc» и прокладок из резины	Сварной, цельнонесущий, с безраскосным каркасом	Сварная, коробчатого сечения	—	—	—
Маятниковая опора (см. фиг. 11)	Опущенный шкворень, 4 независимые точки опоры (подпрессоренные)**	Опущенный шкворень, 4 независимые точки опоры на винтовых цилиндрических пружинах	—	На каждую тележку опирается посредством шаровой пяты и двух боковых опор с цилиндрическими пружинами	
Двусторонняя, косозубая, привод эластичный, шарнирный, системы Альстом	Односторонняя, прямозубая, привод эластичный, дисковый, системы Броун-Бовери	Двусторонняя, косозубая, привод эластичный, с резиновыми кольцами системы SSW	Односторонняя, привод эластичный, системы Сешерон (с карданным валом)	Косозубая двусторонняя	
2,486	2,194	3,28	2,211	5,643	5,643
Опорно-рамная	Опорно-рамная	Опорно-рамная	Опорно-рамная	Опорно-осевая	Опорно-осевая

\*\* У электровоза E10-002, кроме центральных опор, установлены боковые опоры.

№ по пор.	Показатель	С е р и я ( т и п )			
		ВВ4003	В,-В,	В,-Д,-Д,-В,-	2(С,-С,-)
1	Осевая формула	0-2,-2,-0	0-2,-2,-0	2(0-2,-4,-0)	2(0-3,-3,-0)
2	Страна, для которой построен электровоз	Турция	Б. Конго	США	США
3	Фирма (завод)-конструктор механической части	—	—	—	Балдвин (США)
4	Фирма (завод)-конструктор электрической части	—	—	ДЖИИ	Вестингауз эл. (США)
5	Род тока и напряжение в контактной сети	Переменный 25 кв, 50 гц	Переменный, 22 кв, 50 гц	Переменный	11 кв, 25 гц
6	Система электровоза	Однофазного тока с коллекторными двигателями 50 гц		Однофазно-постоянного тока с мотор-генераторами	Однофазно-постоянного тока с игн-тронами
7	Год постройки	1955	1952	1947	1952
8	Род службы	—	Грузо-пассажирский	—	Грузовой
9	Мощность часовая*, квт	1 724	1 264	—	—
10	Сила тяги часовая, кг	10 400	9 600	—	—
11	Скорость часовая, км/час	60,3	47,5	—	—
12	Мощность длительная*, квт	1 620	1 264	3 680	4 400
13	Сила тяги длительная, кг	9 200	9 600	53 000	60 000
14	Скорость длительная, км/час	62,5	47,5	25,3	27,35
15	Скорость конструктивная, км/час	90	70	105	100
16	Сила тяги максимальная, кг	16 000	24 000	82 700	82 500
17	Вес сцепной, т	77,5	74	326	330
18	Общий вес, т	77,5	74	326	330
19	Вес механической части, т	47,04	40,354	—	—
20	Вес электрооборудования, т	30,46	33,646	—	78
21	Вес трансформатора, т	8,9	—	—	—
22	Вес преобразовательного агрегата, т	—	—	—	—
23	Вес тяговых двигателей, т	2,9×4=11,6	—	—	—
24	Вес остального оборудования, т	—	—	—	—
25	Удельный вес электровоза, кг/квт	47,1	59,7	—	—
26	Удельный вес электрооборудования, кг/квт	18,5	27,2	—	—
27	Удельный вес трансформатора, кг/кВА	2,87	—	—	—
28	Удельный вес преобразовательного агрегата, кг/квт	—	—	—	—
29	Удельный вес тягового двигателя (часовая мощность), кг/квт	6,75	—	—	—
30	К. п. д. электровоза	—	—	0,7—0,76	—
31	Коэффициент мощности	—	0,75—0,85	—	—
32	Давление движущей колёсной пары на рельсы, т	19,4	18,5	27,2	27,5
33	Характеристика профиля дороги	—	—	—	—
34	Диаметр ведущего колеса, мм	1 300	1 150	1 067	1 120
35	Колёсная база электровоза, мм	11 200	—	—	—
36	Жёсткая база электровоза, мм	3 200	2 500	5 106/2 972	5 125
37	Расстояние между опорами (шкворнями), мм	8 000	—	—	—
38	Длина по буферам, или осям автосцепки мм	16 138	15 065	30 786	37 795
39	Ширина электровоза, мм	—	—	—	—
40	Высота при опущенном пантографе, мм	4 280	—	—	—
41	Электрическое торможение	Реостатное	—	Рекуперативное	Реостатное
42	Число тяговых двигателей	4	4	2×6	2×6
43	Тип двигателей	MS-72 с компенсационной обмоткой	2 MS-51 (сдвоенный)	—	Тепловозный
44	Мощность двигателя часовая, квт	430	2×158	—	—
45	Мощность двигателя длительная, квт	405	2×158	306,6	306,6
46	Напряжение двигателя, в	300	2×240	—	—
47	Ток часовой, а	1 880	850	—	—
48	» длительный, а	1 780	850	—	—

\* Мощность тяговых двигателей.



Продолжение табл. 3

## электровоза

Е2С	С <sub>0</sub> -С <sub>0</sub>	ED45 I	ED44 I	А, 6/6
2(0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0) США	0-3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0 США	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 Япония	0-2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -0 Япония	0-3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> -0 Швейцария
Балдвин (США)	Алко (США)	—	—	Броун-Бовери, в Бадене (Швейцария)
Вестингауз эл. (США)	ДЖИИ (США)	—	—	SLM-Винтертур (Швейцария)
Переменный 11 кв, 25 гц	На два напряжения: перем. ток 25 гц, 11 кв; пост. ток 660 в	Переменный 20 кв, 50 гц		Переменный 15 кв, 16 2/3 гц
Однофазно-постоянного тока с игнитронами			Однофазного тока с коллекторными двигателями 16 2/3 гц	
1952	1954—1955	1955	1955	1952
Грузовой	Пассажирский		Грузо-пассажирский	
—	—	—	1340	4 400
—	—	—	—	21 240
—	—	—	—	74
4 400	2 940	1 000	1 340	3 970
60 000	15 430	10 000	10 550	18 000
27,35	70	24	45,5	78,5
100	145	85	70	125
85 000	39 500	—	—	33 000
340	158	59,6	60	123,0
340	158	59,6	60	—
—	87	—	—	—
77,2	71	—	—	30
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
28,35	26,4	14,9	15	20,5
—	—	—	—	Руководящий подъём 26 в/сек, тоннели и кривые
1 120	1 017,5	1 070	1 250	1 260
31 826,2	16 000	—	—	13 000
2 895,6	4 575	—	—	4 300
10 261,6	13 411	—	—	8 700
(одной секции)	20 750	—	—	18 400
37 793,2	—	—	—	—
—	3 181	—	—	2 950
—	4 495,5	—	—	4 500
Реостатное 2×6	Отсутствует	—	—	Рекуперативное
Тепловозный, 370ДЗ с силиконо- вой изоляцией	6 Тепловозный, GE-752	4	4	6
—	—	—	335	733
366,6	490	250	335	661,6
—	—	500	200	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

№ по пор.	Показатель	С е р и я (т и п)				
		ВВ4003	В <sub>0</sub> -В <sub>0</sub>	В <sub>0</sub> -Д <sub>0</sub> +Д <sub>0</sub> -В <sub>0</sub>	2(С <sub>0</sub> -С <sub>0</sub> )	
49	Ток максимальный	—	1 800	—	—	
50	$n_{час}/n_{длит}$ , об/мин	1 260/1 305	1 580/1 580	—	—	
51	$n_{макс}$ , об/мин	—	2 350	—	—	
52	Момент на валу тягового двигателя*, кгм	333	197	—	—	
53	Вес двигателя, отнесенный к моменту, кг/кгм	8,71	—	—	—	
54	К. п. д. двигателя	—	0,7—0,85	—	—	
55	Коэффициент мощности двигателя	—	0,8—0,95	—	—	
56	Количество вентиляционного воздуха, м <sup>3</sup> /мин	—	—	65	85	
57	Число полюсов двигателя	14	—	4	6	
58	Тип трансформатора и его характеристика	3 100 кВа (длительная) $U=0 \div 420$ в	1 600 кВа с масляным охлаждением	4 969 кВа пираналовое охлаждение	4 200 кВа (длительная), инертиновое охлаждение	
59	Преобразователь и его характеристика	Отсутствует			2 агрегата: синхронный двигатель 1 350 в, 2 220 ват, 750 об/мин; два генератора, 700 и 450 в, 1 500 и 2 300 а	4 блока с инверторами по 6 вентилей с водяным охлаждением
60	Количество комбинаций (соединений) двигателей	Одна (все двигатели соединены параллельно)	—	—	—	Одна (все двигатели соединены параллельно)
61	Ступени ослабления поля	—	—	—	—	—
62	Количество ходовых скоростей и переход с одной позиции на другую при пуске	—	—	—	—	Пуск через трансформатор
63	Охлаждение сопротивлений и машинного отделения	—	—	—	—	—
64	Конструкция рамы тележки	Сварная из элементов листовой мартеновской стали (см. фиг. 10). Боковые рамы и крайние поперечины имеют двутавровое сечение	—	—	—	—
65	Рессорное подвешивание тележки и буксовый узел	Осевые буксы роликового типа. Букса связана с рамой тележки двумя шарнирными тягами	—	—	—	—
66	Демпферные устройства	—	—	—	—	—
67	Конструкция кузова	Сварной, цельно-несущей конструкции	—	—	—	—
68	Конструкция рамы кузова	Сварная	—	—	—	—
69	Подвешивание кузова (опоры)	Центральная опора с коническими резиновыми прокладками	—	—	—	Три точки опоры на тележке, люлька на эллиптических рессорах
70	Передача	Привод системы Альстом	Полый вал	—	—	—
71	Передачное отношение	4,94	6,93	4,11	—	—
72	Подвеска тягового двигателя	—	Опорно-рамная	—	—	—

\* При часовом режиме.

Продолжение табл. 3

э л е к т р о в о з а				
E2C	C <sub>0</sub> -C <sub>0</sub>	ED451	ED441	A <sub>4</sub> 6/6
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
85	—	—	90—95	—
6	—	—	—	—
420 кВа (длительная) инертиновое охлаждение	—	—	—	—
4 блока с игни- тронами по 6 венти- лей с водяным охлаждением	—	8 игнитронов на 750 в 300 а	Нет	Нет
Одна (все двигатели соединены параллельно) 50%	Две на переменном токе, две на постоянном токе	Одна (двигатели соединены параллельно)		
14 ходовых позиций, пуск через транс- форматор	Пуск через трансформатор с использованием пусковых сопро- тивлений	35 позиций, управле- ние на стороне вы- сокого напряжения	16 позиций, управле- ние на стороне высо- кого напряжения	27 позиций, управле- ние на стороне вы- сокого напряжения
—	Охлаждаются от спец. вентиляторов, вкл. параллельно с сопротивлением	—	—	Отсутствует
—	Литая, челюстная	Сварная,	коробчатого сечения	
—	Типа «Пенсильвания» (с балансиром на буксах и винт. цилиндр. рессорами)	—	—	—
—	—	Применение шарни- ров типа «Silentbloc»	—	—
—	Кузов коробчатого сечения, выполнен сварным из листовой и профильной стали	Сварной, цельнонесущей конструкции, работающий заодно с рамой		
—	Сварная, работает заодно с кузовом	—	—	Сварная, коробчатого сечения
—	Три точки опоры на тележке, люлька, на эллиптических рессорах	—	—	Опущенный шкво- рень, люлька, 4 точки опоры
—	—	—	—	Односторонняя, косозубая, привод эластичный, пружинный, системы Броун- Бовери 2,216
Опорно-осевая	—	—	Опорно-рамная	—

Основные данные электросекций однофазного тока промыш

Показатель	Железная дорога;		
	Хеллентальская (Германия)	Экс-ле-Бан (Франция)	
		Z9051+2S19051	Z9052+2S19052
Год постройки . . . . .	1950	1951	1953
Фирма-конструктор . . . . .	Сименс	Эрликон	МТЕ
Род тока . . . . .	Переменный 50 гц	Переменный 25 кв, 50 гц	
Система . . . . .	С однофазными коллекторными двигателями		
Осевая формула секции . . . . .	$B_0-2+2-B_0$	$B_0-B_0+2-2$	$B_0-B_0+2-2$
Состав секции . . . . .	M+M	M+П	M+П
Длина моторного вагона, м . . . . .	—	21,05	—
Длина прицепного вагона, м . . . . .	—	21,05	—
База тележки, м:			
обмоточной . . . . .	—	2,6	—
необмоточной . . . . .	—	2,433	—
Диаметр колеса, мм . . . . .	—	1 100	—
Система передачи . . . . .	—	—	BBC
Передающее отношение . . . . .	—	—	—
Вес секции заполненной, т . . . . .	130	126	121
Вес тары секции, т . . . . .	110,6	114	—
Вес моторного вагона, т:			
порожного . . . . .	—	71	—
заполненного . . . . .	—	77	73
Вес прицепного вагона, т:			
порожного . . . . .	—	43	—
заполненного . . . . .	—	49	48
Вес электрооборудования, т:			
моторного вагона . . . . .	36	18	—
прицепного вагона . . . . .	—	2,2	—
Мощность секции на ободу, квт:			
часовой режим . . . . .	—	1 280	1 210
длительный режим . . . . .	—	1 215	1 115
Сила тяги, кг:			
часовой режим . . . . .	—	8 160	7 880
длительный режим . . . . .	—	7 440	6 760
Скорость, км/час:			
часовой режим . . . . .	—	57,5	56,5
длительный режим . . . . .	—	60	60,5
Конструктивная скорость, км/час . . . . .	90	80	80
Удельная мощность, квт/т . . . . .	—	10,15	10
Тип тягового двигателя . . . . .	—	14HW750	ELM670
Количество тяговых двигателей на секцию . . . . .	4	4	4
Мощность часовая двигателя, квт . . . . .	385	327	310
Мощность длительная, квт . . . . .	335	313	284
Напряжение на коллекторе, в . . . . .	243	251	230
Меры для улучшения коммутации . . . . .	—	Шунтировка дополнительных полюсов до ско- рости 20 км/час	Уменьшение силы тяги при скорости до 6 км/час
Ток часовой, а . . . . .	—	1 670	1 800
Ток длительный, а . . . . .	—	1 580	1 620
Максимальный ток, а . . . . .	—	2 300	—
Максимальная скорость вращения, об/мин . . . . .	—	1 800	1 810
$n_0/n_{\infty}$ , об/мин . . . . .	—	1 295/1 350	1 260/1 345
Число полюсов двигателя . . . . .	—	14	12
К. п. д. . . . .	—	0,84—0,85	0,845/0,86
$\cos \varphi$ . . . . .	—	0,89—0,9	0,89—0,91
Вентиляция двигателя и количество вентиляцион- ного воздуха, м³/мин . . . . .	Независимая	60	—
Подвеска двигателя . . . . .	Опорно-рамная	—	—
Вес двигателя, т . . . . .	2,55	1,6	1,83
Мощность трансформатора, кВа . . . . .	2×700	1 035+150	—
Охлаждение трансформатора . . . . .	Естественное, масляное	Принудительное, масляное	—
Электрическое торможение . . . . .	Реостатное	—	—
Система управления . . . . .	Г р у п п о в а я		
Число ступеней . . . . .	11	13	14
Система вспомогательных машин . . . . .	Конденсаторные двигатели		

Таблица 4

ленной частоты 50 гц и пониженной частоты 25 гц

серия электросекции

Экс-ле-Бан (Франция)		Сиркеси-Сугуксу (Турция)	Нью-Йорк—Нью-Хавен (США)	Ланкастер—Хейшем (Англия)	
Z9053—Z9054	Z9055+ +2S19055				
1951 —	1951 Вестингауз	1955 Альстом; Жемон; де-Дитрих; Шнейдер-Вестингауз	1954 Пудьман, Вестингауз	1955 —	1952 Метровиккерс
Переменный 25 кв, 50 гц			Переменный 25 гц, 11 кв; постоянный 650 в	Переменный 6,6 кв, 50 гц	Переменный 6,6 кв, 50 гц
С однофазными коллекторными двигателями	Однофазно- постоянного тока с игни- тронами	С однофазными коллекторными двигателями	Однофазно- постоянного тока с игни- тронами	Однофазно- постоянного тока с германе- выми выпрями- телями на 750 квт	Однофазно- постоянного тока с игни- тронами
$V_0-2+1-1+$ $+2 \cdot V_0$ $M+II+M$ 22,1 —	$V_0-V_0+2-2$ $M+II$ —	$V_0-2+2-2+$ $+2 \cdot V_0$ $M+II+M$ 22 22	$V_0-V_0+V_0 \cdot V_0$ $M+M$ —	$2-2+V_0 \cdot V_0+2-2$ $II+M+II$ 17,4 17,4	$2-2+V_0 \cdot V_0+$ $+2-2$ $II+M+II$ 17,4 17,4
3,6 3 950 —	— — — —	2,8 — 1 100 —	— — 915 Зубчатая, эластичная 5,31	2,667 2,74 1 067 3 у б ч а т а я	2,667 2,74 1 067 —
— 140 119,3 —	— 114 105 —	4,8 162,5 125 —	— — — —	4,17 — — —	4,17 — — —
51 60 — —	— 70 — —	— — — —	78 — — —	— — — —	— — — —
17,3 20 — —	— 44 — —	— — — —	78 — — —	— — — —	— — — —
1 350 — — —	545 — — —	1 110 1 030 — —	— — — —	— — — —	632 — — —
6 240 — — —	4 480 — — —	6 800 6 160 — —	— — — —	— — — —	5 200 — — —
79,5 — 100 9,65 APM750MN62	— — — 4,78 —	60 63 90 6,84 TAM639	— — 130 — —	— — — — —	— — — — —
4 350 287 190/266 —	4 — — — —	4 294 265 240 Шунтировка дополнительных полюсов сопротивлением	8 73,6 — 325 —	4 — — — —	4 — — — —
2 240 1 500/1 240 — —	— — — —	1 400 1 320 2 000 —	— — — —	— — — —	— — — —
2 290/2 000 — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —
14/12 0,84/0,83—0,86 0,95/0,87—0,9	— — 0,9	— 0,854 0,92—0,924	— 0,74—0,81 0,875—0,92	— — — —	— — — —
120 О п о р н о	— — — —	Самовентиляция		— — — —	— — — —
2,16 — — —	— — — —	2,65 2×510 Масляное	— 380 —	— — — —	— — — —
Г р у п п о в а я	— — — —	Групповая, полу- автоматическая	Групповая автоматическая	— — — —	— — — —
— К о н д е н с а т о р н ы е д в и г а т е л и	— — — —	22 —	— — — —	— — — —	— — — —

реостатов и ступенчатое регулирование скорости с потерей тягового усилия при переключении ступеней. Преобразователь фаз системы Кандо, так же как и на первых электровозах, имеет масляное охлаждение статора и водяное охлаждение ротора, что значительно усложняет конструкцию локомотива.

Электровозы с преобразователями фаз системы Кандо не получили общего признания вследствие сложности их исполнения и не были применены за пределами Венгрии.

Для опытного участка хеллентальской дороги на однофазном токе промышленной частоты были изготовлены 4 электровоза с часовой мощностью 2 000; 2 020; 2 056 и 2 400 *квт* различных типов: один с коллекторными двигателями; один с однофазными асинхронными двигателями с промежуточным ротором и два электровоза однофазно-постоянного тока с насосными многоанодными ртутными выпрямителями. Все эти электровозы имеют осевую формулу 0-2<sub>0</sub>-2<sub>0</sub>-0.

Однако ни один из этих электровозов не дал хороших результатов в эксплуатации главным образом вследствие относительно низкого технического уровня электровозостроения в 1930—1936 гг.

Для электрифицированного участка Валансьен — Тионвиль по заказу французских государственных железных дорог были изготовлены и поставлены 14 электровозов В<sub>0</sub>-В<sub>0</sub> серии 13000 с коллекторными двигателями; 58 электровозов С<sub>0</sub>-С<sub>0</sub> серии 14100 с мотор-генераторами и 6 электровозов В<sub>0</sub>-В<sub>0</sub> серии 12000 с игнитронными выпрямителями. Кроме того, для этого участка в 1952 г. были заказаны в Швейцарии 20 электровозов с машинными преобразователями фаз и частоты и трёхфазными короткозамкнутыми асинхронными двигателями. По этому заказу фирмой Эрликон были изготовлены и поставлены только 3 электровоза. Однако эти электровозы вследствие ряда недостатков в электрооборудовании на участке Валансьен — Тионвиль почти не работали и в 1956 г. были разобраны для переделки на завод-изготовитель.

Сравнение электровозов с коллекторными двигателями и электровозов с мотор-генераторами и игнитронными выпрямителями по удельному весу электрооборудования, коэффициенту сцепления, стоимости, к. п. д. локомотива и мощности показывает, что наиболее прогрессивными в настоящее время

являются электровозы с ртутными выпрямителями, которые имеют ряд преимуществ (табл. 5).

Таблица 5

Сравнение электровозов однофазного тока промышленной частоты различных систем по основным показателям

Показатель	Система электровоза		
	с ртутными выпрямителями	с коллекторными двигателями	с мотор-генераторами
Удельный вес электрооборудования в <i>кг/квт</i>	10,8	19	23,7
Коэффициент сцепления: при трогании с места	0,4	—	—
при следовании по подъёму без применения песка . . . . .	0,25	—	—
К. п. д. локомотива . . . . .	0,83	0,77	0,76
Мощность на ось в <i>квт</i>	750—1 000	500	300
Стоимость локомотива на 1 <i>квт</i> в % . . . . .	77	100	138

Учитывая преимущества локомотивов с ртутными выпрямителями, французские железные дороги в 1956 г. заказали только электровозы этого типа (табл. 6).

Однако для пассажирских электровозов и моторвагонной тяги целесообразно применять систему с коллекторными двигателями 50 *цз*.

Таблица 6

Общие сведения о заказе электровозов французскими государственными железными дорогами

Год заказа	Количество заказанных электровозов			
	с ртутными выпрямителями	с коллекторными тяговыми двигателями однофазного тока	с мотор-генераторами и тяговыми двигателями постоянного тока	с 3-фазными короткозамкнутыми двигателями
1952	5	15	65	20
1954	9	9	37	—
1955	113	29	—	—
1956	30	—	—	—

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Конструкция и расчёт механической части электровозов и электросекций определяются в основном мощностью локомотива, его скоростью движения и прочностью верхнего строения пути, а поэтому не зависят от рода тока и напряжения.

Так, например, механическая часть электровозов однофазного тока с игнитронами

Новочеркасского электровозостроительного завода имени С. М. Буденного выполнена на базе механической части электровозов постоянного тока ВЛ22<sup>м</sup> с некоторыми улучшениями рессорного подвешивания (обе тележки полностью сбалансированы в продольном направлении) и постановкой дополнительных опор на брусках сочленения и кузова новой конструкции (фиг. 1).

Особенностями механической части элект-

троподвижного состава переменного тока зарубежных дорог являются: отсутствие сочленений между тележками, передача тягового и тормозного усилия через раму кузова, широкое применение сварных и литых рам тележек, бесчелюстных буксовых узлов, резиновых прокладок для рессорного подвешивания и опор, эластичных передач с вибропоглощающими промежуточными элементами (сайлентблоков<sup>1</sup>), шарниров и поверхностей трения из высокомарганцевистой стали. Шарниры и поверхности трения из высокомарганцевистой стали, а также резиновые прокладки дают возможность многим узлам электровозов работать без смазки при практическом отсутствии износов.

Для изготовления зубчатых колёс и шестерён применяются малоуглеродистые хромоникелевые стали с цементацией и шлифовкой зубьев. Пробег таких шестерён составляет свыше 2 млн. км.

Ниже описывается ряд узлов механической части электроподвижного состава переменного тока зарубежных железных дорог.

## ТЕЛЕЖКИ

Тележки электровозов и моторных вагонов, так же как и тележки электроподвижного состава постоянного тока, состоят из рам, рессорного подвешивания, колёсных пар с буксами, тяговой передачи, устройств для улучшения вписывания в кривые и тормозной рычажной передачи.

## Рамы

На всех современных электрических локомотивах переменного тока рамы тележек выполняют с внутренним расположением колёс. Такая конструкция рам даёт возможность увеличить габариты для размещения тяговых двигателей и поперечную устойчивость ввиду большого расстояния между шейками осей колёсных пар.

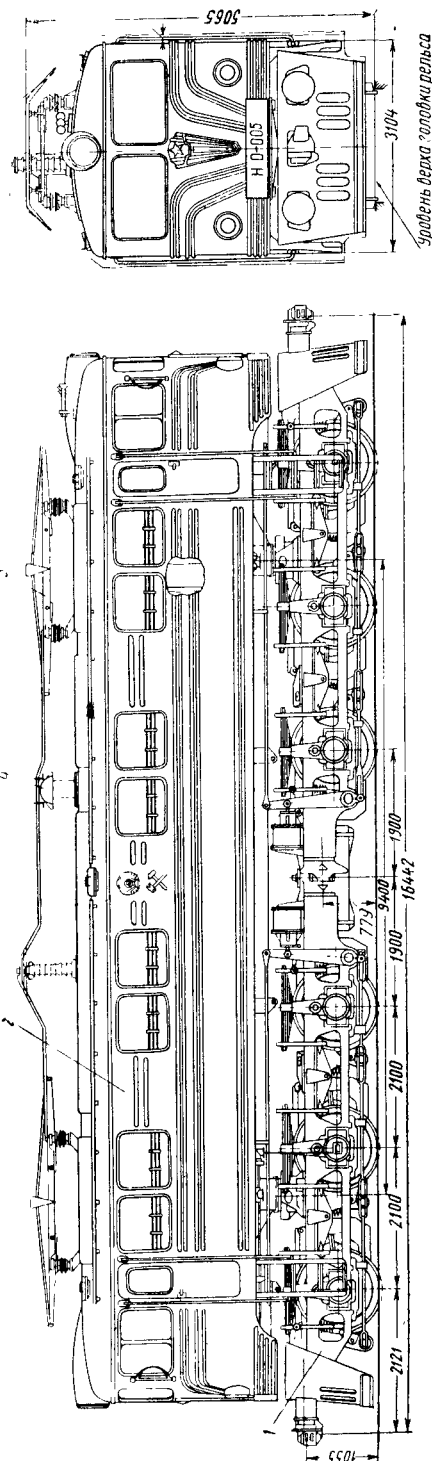
Рамы выполняют сварными из элементов листовой мартеновской прокатной стали (фиг. 2) или литыми с Н-образными открытыми балками (фиг. 3).

Толщина листов прокатной стали колеблется: на электровазах 25—40 мм, на моторных вагонах 12—15 мм.

Рамы сваривают из листов прокатной стали или из штампованных профилей. Для исключения коробления свариваемых элементов, увода концов и вибрации сварку рам производят в определённой последовательности, а места, имеющие большое напряжение металла и переменную нагрузку, стремятся не сваривать.

Средние рамные крепления выполняют коробчатого сечения.

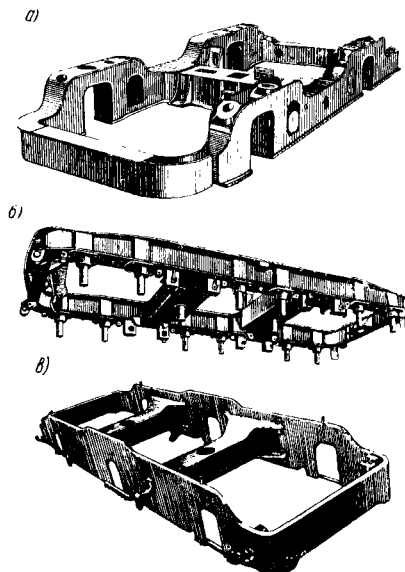
Рамы с прямыми продольными боковинами (см. фиг. 2,б) упрощают конструкцию и обеспечивают хорошую развеску, что имеет особенно большое значение для сварных конструкций в отношении равномерного сопро-



Фиг. 1. Магнетронный электровоз однофазного тока с игнитронами; 1 — трёхосная тележка с брусковой рамой; 2 — кузов; 3 — пантограф; 4 — главный выключатель

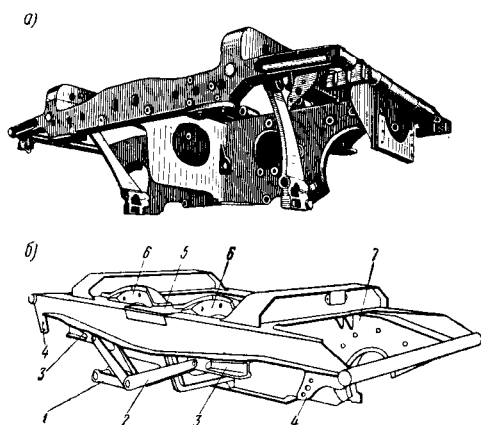
<sup>1</sup> Сайлентблок представляет собой конструкцию, состоящую из резиновых подушек, помещённых в цилиндр из тонкой стали. Он упруг, поглощает удары и не требует регулирования в процессе работы.

тивления динамической нагрузке, возникающей от вибрирования при движении локомотива.



Фиг. 2. Сварные рамы тележек электровозов типов: а— $B_0-B_0$  германских железных дорог; б—СС20001 и в—СС14101 французских железных дорог

Для того чтобы обеспечить плавность при трогании локомотива, рамы трёхосных тележек, как правило, имеют по две шкворневые балки (траверсы, см. фиг. 2,б).



Фиг. 3. Литая рама с Н-образными открытыми балками электровоза  $B_0-B_0$  французских железных дорог: а—общий вид; б—схема подрессорной части; 1—соединительная тяга; 2—траверса; 3—опора первичного рессорного подвешивания; 4—проушины для подъёма тележки; 5—опора шкворневой балки; 6—опора для установки тягового двигателя; 7—опора для крепления кожуха зубчатой передачи

Для увеличения жёсткости на кручение боковины и поперечные крепления рам усиливают приваркой вертикальных рёбер.

Рамы тележек выполняют с челюстями и без них. На бесчелюстных тележках широкое применение получили крыльчатые буксы, что даёт значительное упрощение надбуксового

подвешивания. В этом случае цилиндрические пружины располагаются непосредственно на крыльях букс, а в качестве предохранительной меры, на случай излома пружин, в раме ставят штыри (см. фиг. 2,б).

Бесчелюстные рамы с крыльчатыми буксами получили широкое распространение. Они имеют более простую конструкцию и требуют меньшего ремонта, чем рамы с челюстями, у которых наблюдается интенсивный износ букс и буксовых направляющих. Конструкция поперечного сечения рам в основном определяется продольными усилиями. Расчётные режимы рам и их расчёт такие же, как у рам электроподвижного состава постоянного тока (см. раздел «Подвижной состав постоянного тока»).

#### Рессорное подвешивание и опоры тележек

Рессорное подвешивание является промежуточным звеном между рамой и колёсными парами и состоит из совокупности рессор, пружин, балансиров и связующих деталей (рессорных подвесок и стоек, опор, балансиров, призм и др.). Оно должно удовлетворять следующим требованиям:

- 1) передавать нагрузки от рам на колёсные пары и распределять их между отдельными колёсными парами и колёсами;
- 2) смягчать удары, передаваемые на надрессорное строение при прохождении колёс по неровностям пути или при неправильной форме колёсных бандажей;
- 3) поддерживать просятные нагрузки между колёсными парами и колёсами при прохождении отдельными колёсами неровностей пути [41].

Учитывая вышеприведённые требования, рессорное подвешивание на электрических локомотивах однофазного тока зарубежных железных дорог имеет различное выполнение.

Вместо листовых надбуксовых рессор (см. раздел «Подвижной состав постоянного тока») широкое распространение получили люльки с одиночными и двойными рессорами, расположенные вдоль тележки под боковинами. Шкворневой брус в этом случае укрепляется на хомутах рессор, а концы рессор подвешиваются короткими подвесками к боковине.

Горизонтальные силы от кузова через шкворневую балку передаются на хомуты и воспринимаются на концах рессор, где передаются на боковины тележки. В связи с тем, что расстояния между серединами продольных люльчатых рессор больше расстояния между хомутами эллиптических рессор, продольные рессоры создают большую поперечную устойчивость кузова, чем эллиптические, и снимают часть изгибающего момента, так как они работают в отношении восприятия изгибающего момента от вертикальной нагрузки параллельно с боковинами рамы.

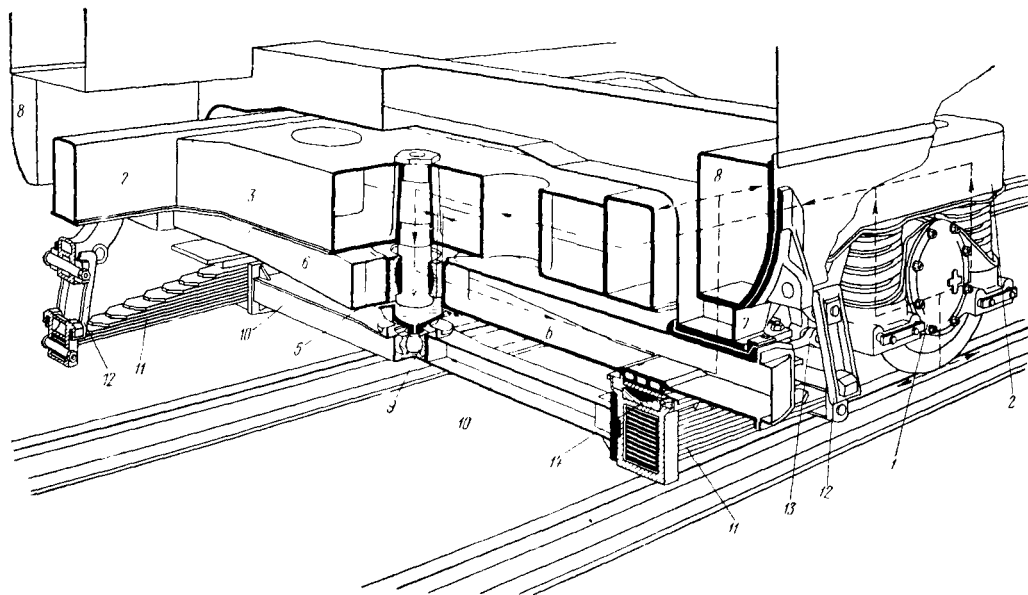
Для обеспечения большей устойчивости кузова по отношению к люльчатой балке у тележек скоростных локомотивов иногда предусматривают боковые опоры кузова на люльчатой балке (фиг. 4). Такая конструкция обеспечивает упругое подвешивание кузова на широко расставленных опорах и погло-



щение боковых ударов, передаваемых от рамы кузова на тележку.

Схема передачи сил, действующих в продольном направлении, показана на фиг. 4

версами 5 и рамой тележки служат штанги 9 (горизонтальные тяги), на концах которых имеются шаровые цапфы, обеспечивающие свободное перемещение во всех направлениях.



Фиг. 4. Схема рессорного подвешивания электровоза В<sub>0</sub>.

стрелками с пунктирными линиями. Сила тяги, развиваемая в опорных точках движущегося колеса с рельсом, передаётся через буксы 1 и буксовые направляющие на раму 2 тележки и через среднее межрамное крепление 3 на шкворень 4. Шкворень передаёт силу тяги через подшипник 5, люлечный брус 6 и боковую опору 7 на раму кузова 8.

Поперечные горизонтальные силы, действующие от рельсового пути на колёсные пары, тем же путём передаются на шкворень 4 (однако люлечным брусом 6 не воспринимаются, так как подшипник 5 шкворня имеет боковой зазор, равный  $2 \times 30$  мм) и через цапфу 9 и траверсу 10 на продольную рессору 11, удерживаемую наклонными подвесками 12 на боковине рамы 2 тележки. Люлечный брус 6 воспринимает только продольные силы, траверса 10 — поперечные силы и перемещает соответственно люльку; ленкера 13 препятствуют передаче продольных сил на рессоры 11.

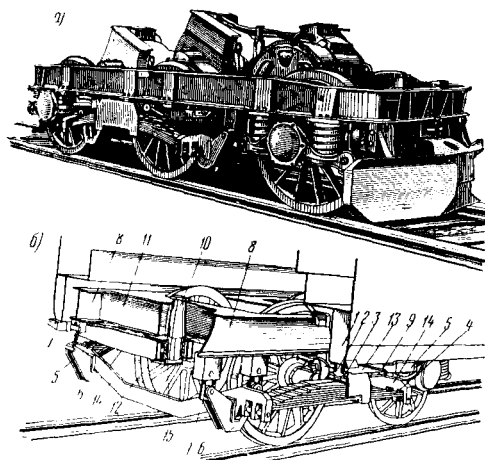
Опорные подшипники 14 и цапфы 9 находятся в масляных ваннах.

Вилание тележки предотвращается трением в опоре 14.

Аналогичную конструкцию рессорного подвешивания имеет и трёхосная тележка (фиг. 5) электровоза СС20001 французских железных дорог.

Продольная балка 1 рамы кузова через опору 2 и скользуны 3 опирается на люльку, состоящую из двойных продольных рессор 4, траверс 5 рамы кузова. Траверсы соединены с концами рессор 4 и через ленкера 6 и уши 7 с боковинками 8 рамы тележки. В качестве продольной связи между рессорами 4 тра-

Таким образом люлька образует прямоугольную рамку, позволяющую поместить в раму тележки среднюю колёсную пару вместе с тяговым двигателем.



Фиг. 5. Тележка электровоза СС20001 французских железных дорог: а — общий вид; б — схема рессорного подвешивания

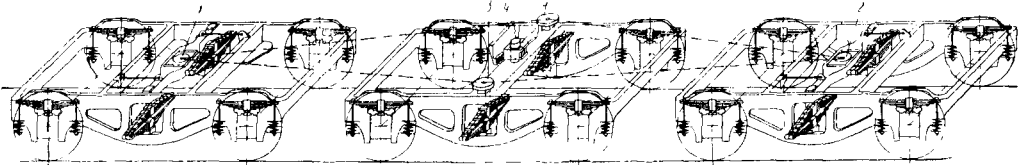
Для передачи силы тяги или тормозного усилия от рамы 8 тележки на раму 1 кузова служат шкворни 10, установленные в поперечных креплениях 11 рамы тележки и связанные со сферической цапфой (вкладышем), кулисным камнем 12 кулисы и с траверсой 5 рамы кузова. Кулиса обеспечивает



перемещение шкворня в поперечном направлении. Шкворни 10 могут свободно перемещаться в кулисном камне в вертикальном направлении за счёт прогиба люлечных рескор 4, т. е. шкворни не передают вертикальной нагрузки от кузова на раму тележки.

В люлечной ванне находятся шкворни и их вкладыши. Основные размеры тележки электроваза СС20001 показаны на фиг. 6.

Применение люлечного подвешивания на тележках даёт возможность для шестисносного электроваза применять три двухосные тележ-



Фиг. 7. Схема рессорного подвешивания электроваза ВВВ20003 французских железных дорог

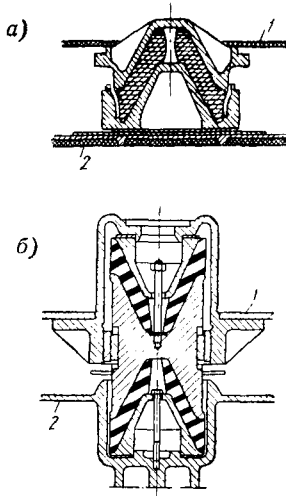
Вертикальная нагрузка от люлечных рескор 4 передаётся на поперечные балки 14 и через ленкера 6 на раму тележки.

Кулисные камни 12 и кулисы устроены так, что продольные усилия передаются только одним из шкворней 10 (что достигается выбором соответствующих продольных зазоров между кулисным камнем 12 и сфери-

ки, из которых, например, две крайние имеют люлечное подвешивание и отклоняются поперёк относительно кузова при вписывании в кривую, а средняя тележка связана в поперечном направлении с кузовом.

Такое подвешивание принято на электровазе ВВВ20003 французских железных дорог. В этом случае кузов имеет четыре точки опоры (фиг. 7): по одной центральной опоре на люлке первой и третьей тележек (опоры 1 и 2) и две боковые упругие опоры 3 на средней безлюлечной тележке. Средняя тележка имеет шкворень 4, несущий нагрузку; люльки крайних тележек связаны с рамами тележек при помощи ленкеров.

На фиг. 8 показаны опоры с коническими прокладками из резины, которые, поглощая как вертикальные, так и горизонтальные

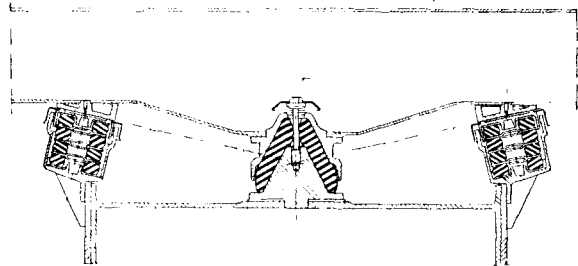


Фиг. 8. Опоры с коническими прокладками из резины электровазов однофазного тока 50 гц железных дорог: а — Франции; б — Западной Германии; 1 — поперечная балка рамы кузова; 2 — поперечная балка рамы тележки

ческим кольцом 15, благодаря чему кулисный камень может перемещаться до 35 мм. При тяговом режиме усилия передаются только через задний шкворень (по ходу движения), т. е. работает задняя цапфа; при тормозном режиме — через передний шкворень (т. е. работает передняя цапфа).

Такая конструкция шкворней и цапф обеспечивает устойчивость системы сил.

Опоры рамы кузова обработаны по треугольнику, что исключает боковую игру. Опоры 2 и скользуны 3 находятся в масляной ванне, чем уменьшается их износ. Ванна сверху закрыта крышкой 13. Также в мас-



Фиг. 9. Центральные боковые опоры с резиновыми прокладками

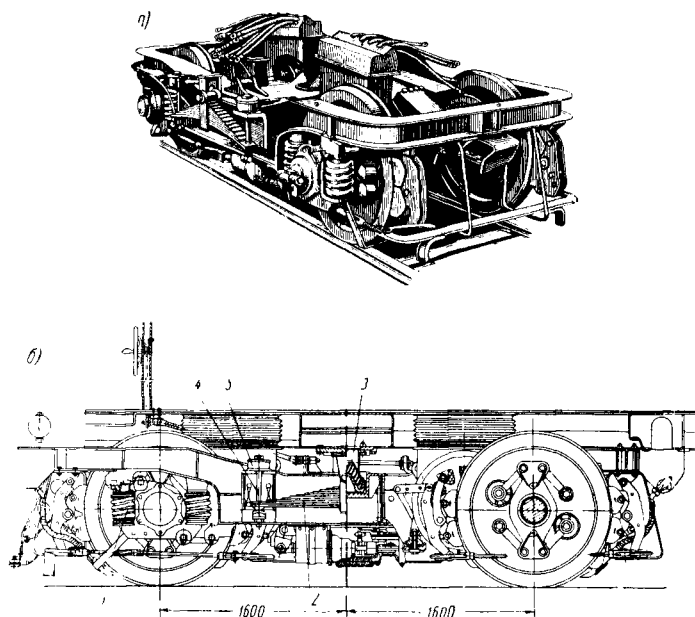
толчки, обеспечивают в известной мере относительные перемещения кузова и тележек во всех направлениях и гасят одновременно всевозможные колебания между кузовом и тележкой.

Кроме того, такие опоры обеспечивают поворот тележки в кривой и в то же время не требуют смазки. Резиновые прокладки применяют и для боковых опор. На фиг. 9 показана центральная и боковые опоры с резиновыми прокладками. В этом случае смазка всех опор оказывается излишней.

На фиг. 10 показаны общий вид и схема рессорного подвешивания тележки с прокладками из резины электроваза ВВ4003 турецких железных дорог.

Первичное рессорное подвешивание тележки состоит из цилиндрических рессор 1, расположенных по обеим сторонам буксы. Амортизация всех вертикальных колебаний осуществляется сайлентблоками соединительных тяг.

и возвращающимися пружинными элементами 5. Упругость направляющих тяг 4 увеличивается сайлентблоками 2. Нагрузка от кузова на раму тележки передается через конические прокладки 1 из резины и маятниковую опору 3. При вписывании в кривые



Фиг. 10. Тележка электровоза ВВ4003: а — общий вид; б — схема рессорного подвешивания

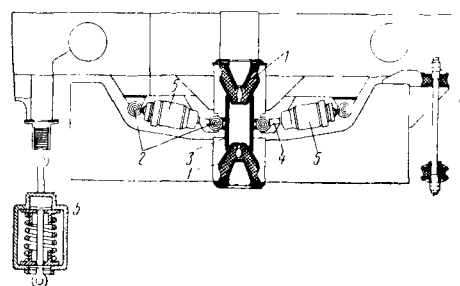
Вторичное рессорное подвешивание состоит из конических резиновых прокладок 3 и боковых продольных листовых рессор 2. Центральная опора с коническими резиновыми прокладками допускает поперечное смещение в своём гнезде до 10 мм по отношению к среднему положению. Смещение ограничивается резиновыми упорами. Листовые рессоры 2 подвешены к раме тележки при помощи регулируемых по длине тяг. Тяги 4 опираются через резиновые прокладки 5 на раму. Хомут каждой продольной рессоры связан с рамой кузова через продольную тягу, имеющую по своим концам резиновые сочленения, что обеспечивает удержание без трения хомута рессоры в одной и той же вертикальной плоскости, при всех колебаниях кузова.

Грующиеся части тележки и рамы кузова облицованы пластинами из марганцовистой стали, которые представляют большое сопротивление износу даже при отсутствии смазки.

Стремясь увеличить гибкость рессорного подвешивания и плавность движения на электровозах в Западной Германии, Франции и на моторных вагонах турецких железных дорог, применяют так называемые маятниковые и танцующие опоры.

На фиг. 11 показана схема маятниковой опоры электровоза однофазного тока. Маятниковая опора 3 удерживается в центральном положении направляющими тягами 4

маятниковая опора устанавливается под углом, что уменьшает боковые усилия, износ реборд и частоту боковой качки. В направлении движения маятниковая опора имеет игру порядка 0,3 мм.

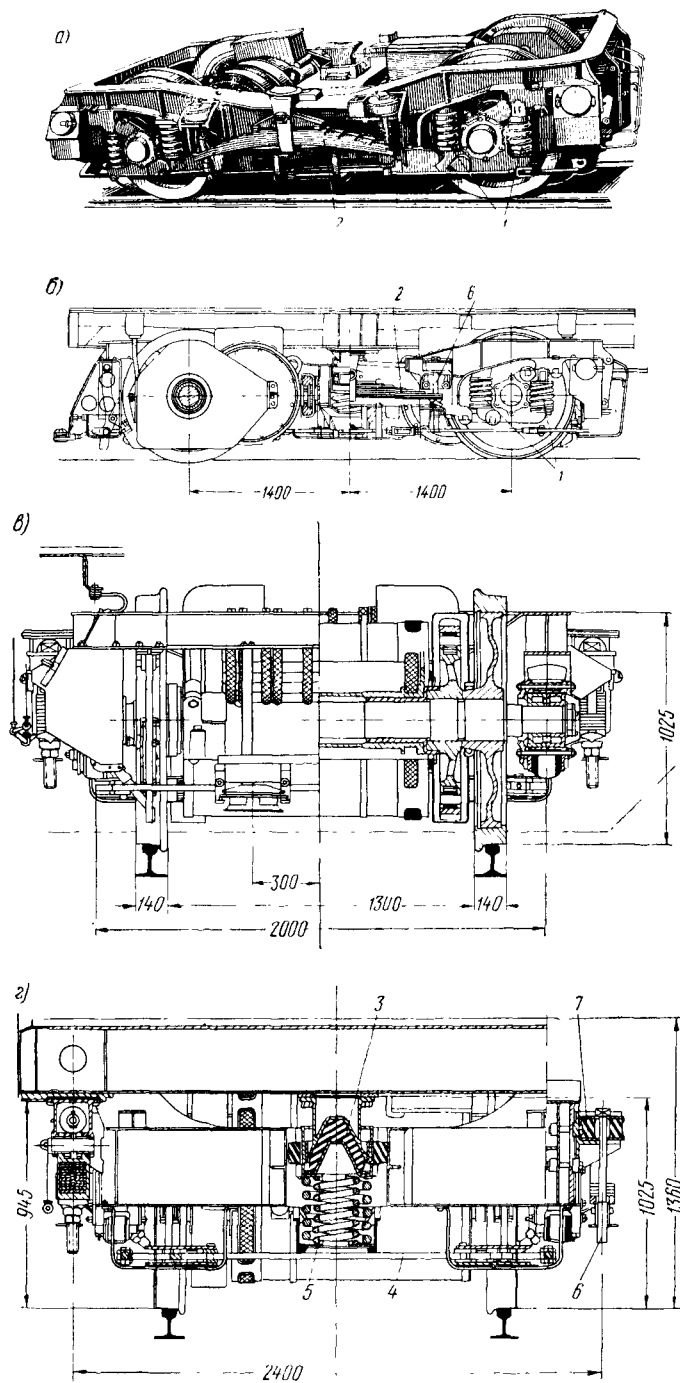


Фиг. 11. Схема маятниковой опоры электровоза однофазного тока Западной Германии

Маятниковые опоры передают только часть вертикальной нагрузки, остальная часть передается через четыре боковые опоры кузова, расположенные по две в поперечной плоскости.

Тележка с танцующей опорой моторного вагона турецких железных дорог показана на фиг. 12.

Первичное рессорное подвешивание тележки состоит из цилиндрических пружин 1, расположенных по обе стороны букс.



Фиг. 12. Тележка моторного вагона: а — общий вид; б — схема рессорного подвешивания; в и г — разрезы

Амортизация вертикальных вибраций осуществляется сайлентблоками соединительных тяг.

Вторичное рессорное подвешивание состоит из двух продольных боковых рессор 2 и эластичной центральной опоры с конусными резиновыми прокладками 3. Опора установлена на центральной поперечной балке 4 посредством двух цилиндрических пружин 5 и может перемещаться в поперечном направлении между двумя скользящими из марганцовистой стали. Смазка опоры не применяется.

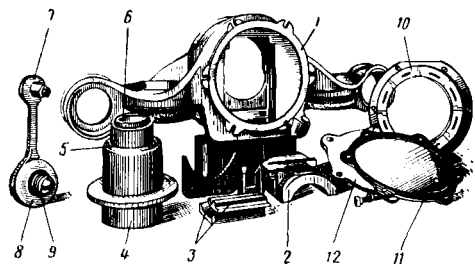
Продольные боковые рессоры подвешены к раме тележки при помощи регулируемых по длине тяг 6 на прокладках 7 из резины. Хомуты рессор соединены с рамой тележки продольной тягой, имеющей по обоим концам также прокладки из резины. Тяга без трения удерживает хомуты рессор в одной и той же вертикальной плоскости при всех колебаниях кузова. В момент поворота кузова по отношению к тележке имеет место скольжение-трение между верхней плоскостью хомута боковой рессоры и рамой кузова, что служит амортизацией виляний.

Все трущиеся поверхности снабжены накладками из марганцовистой стали, что исключает их смазку и ограничивает износ.

### Колёсные пары и буксы

На электроподвижном составе переменного тока, как и на электроподвижном составе постоянного тока, применяются колёсные пары со спицевыми и дисковыми центрами.

Стремясь уменьшить динамическое воздействие неподрессоренных масс на путь, на некоторых скоростных электровозах иногда применяют колёсные пары со сниженной против обычной толщиной бандажей.



Фиг. 13. Букса электровоза СС20001 французских железных дорог: 1—корпус; 2—подшипник; 3—опорный элемент, размещённый между корпусом и подшипником; 4—опора корпуса; 5—сайлент-блок; 6—бронзовая цилиндрическая буксовая направляющая; 7—тяга буксы; 8—фрикционный амортизационный элемент; 9—пружина для амортизации; 10—фланец; 11—прокладка; 12—крышка буксы

Конструкция и методы расчёта колёсных пар ничем не отличаются от конструкции и расчёта колёсных пар электроподвижного состава постоянного тока (см. раздел «Подвижной состав постоянного тока»).

Буксы на электроподвижном составе переменного тока применяются как с подшипниками трения скольжения, так и с под-

шипниками трения качения (роликовые). Конструкция букс такая же, как и букс электроподвижного состава постоянного тока. Однако можно отметить следующие особенности крыльчатых букс, получивших широкое применение на электроподвижном составе зарубежных железных дорог:

1) буксы с подшипниками скольжения, как правило, выполняются типа «Изотермос» с центробежной смазкой (фиг. 13);

2) для уменьшения зазоров между буксовыми направляющими и буксами последние выполняют с цилиндрическими направляющими;

3) для обеспечения некоторой амортизации при передаче боковых ударов буксы выполняют с сайлентблоками.

### Приводы

Приводы служат для передачи вращающего момента от тяговых двигателей к колёсным парам и разделяются на индивидуальные (когда на каждую движущую колёсную пару передаётся вращающий момент от своего отдельного тягового двигателя) и групповые (когда на локомотиве устаиваются один или два тяговых двигателя и их вращающий момент передаётся на группу движущих колёсных пар, связанных между собой и с двигателями при помощи спарников).

На электроподвижном составе переменного тока в настоящее время применяется исключительно индивидуальный привод. Групповой привод в силу крупных своих недостатков в настоящее время на электрических локомотивах не применяется.

Приводы должны обеспечивать следующие требования:

1) допускать такое расположение тяговых двигателей, при котором они были бы легко доступны для осмотра и ремонта и защищены от снега, сырости и пыли;

2) давать возможность использовать наиболее выгодные скорости вращения якорей тяговых двигателей и обеспечивать высокий к. п. д. локомотива;

3) допускать высокое расположение двигателя и центра тяжести электровоза с тем, чтобы ослабить вредное воздействие электровоза на верхнее строение пути;

4) обеспечивать минимальный вес неподрессоренных частей и не вызывать вредного воздействия на путь;

5) упруго связывать якорь тягового двигателя с колёсной парой.

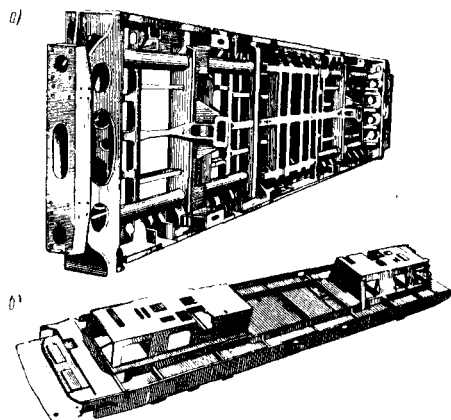
Кинематические схемы и конструкции передаточных механизмов при индивидуальном приводе в основном определяются способом подвешивания тяговых двигателей и описаны в разделе «Подвижной состав постоянного тока».

### КУЗОВЫ

Конструкция электровозного кузова зависит от передачи тягового усилия и от веса и размещения оборудования.

Внешний вид кузова в основном определяется размещением оборудования и кабины управления.

При расположении кабин управления по концам, а оборудования между кабинами кузов имеет форму, сходную с кузовом вагона (вагонного типа). Такие кузова применяются почти на всех электровозах. Исключением



Фиг. 14. Рамы кузовов электровозов однофазного тока: а — Западной Германии; б — Франции

являются электровозы (французских железных дорог и др.), где кузова имеют центральное расположение кабин управления (по середине), а оборудование располагается по концам в так называемых капотах.

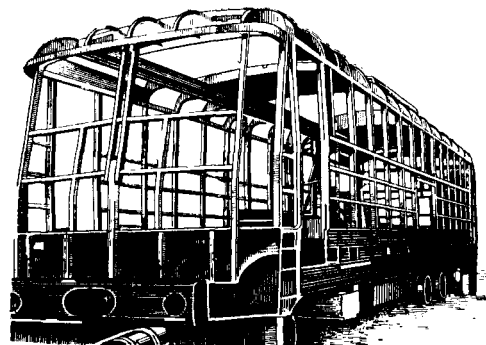
Центральное расположение кабин на французских электровозах применено для уменьшения веса и сохранения допустимой нагрузки на ось.

По принципу восприятия нагрузки кузова подразделяются на:

1) кузова со свободно несущей рамой, у которых основную нагрузку воспринимает рама;

Внешняя форма такого кузова показана на фиг. 1.

На электровозах переменного тока зарубежных железных дорог исключительно применяются цельнонесущие кузова, у которых рама, боковые стенки и крыша работают как одна балка коробчатого сечения. В этом случае цельнонесущий кузов состоит из рамы коробчатого сечения (фиг. 14), безраскосного

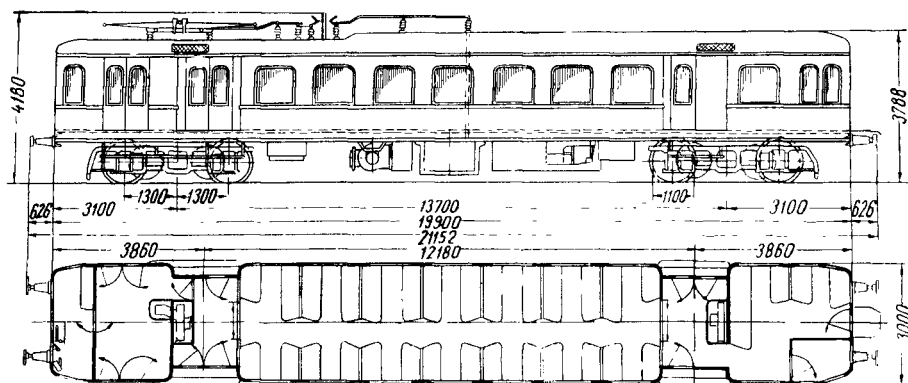


Фиг. 15. Каркас и рама кузова электровоза однофазного тока Западной Германии

каркаса (фиг. 15) и металлической сварной обшивки.

На вагонах электросекций применяются кузова с несущими боковыми стенками и рамой. Общий вид кузова вагона электросекции однофазного тока показан на фиг. 16.

Расчёт кузовов электроподвижного состава переменного тока не отличается от расчёта кузовов электроподвижного состава постоянного тока, который приведён в разделе «Подвижной состав постоянного тока».



Фиг. 16. Моторный вагон электросекции с коллекторными двигателями однофазного тока 50 гц французских железных дорог

2) кузова с несущими боковыми стенками и рамой;

3) цельнонесущие кузова.

На отечественных электровозах переменного тока серии НО применяются кузова со свободно несущей рамой.

Остальные узлы механической части электроподвижного состава переменного тока в основном не отличаются от таких же узлов механической части электроподвижного состава постоянного тока и поэтому в данном разделе не описываются.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ИОННЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Применение на электрических локомотивах с ионными преобразователями переменного однофазного тока промышленной частоты, наиболее экономичного по устройствам энергоснабжения, сочетается с установкой двигателей постоянного тока. В этом случае на электрических локомотивах используется хорошо известный принцип статического преобразования переменного тока, получаемого от контактного провода, в пульсирующий постоянный ток, которым питаются тяговые двигатели. Таким образом, на локомотивах одновременно используются преимущества системы питания переменным током и тяговых двигателей постоянного тока. Благодаря этому система электрических локомотивов с ионными преобразователями позволяет унифицировать тяговые двигатели не только с электроподвижным составом постоянного тока, но и с тепловозами.

Однако для развития локомотивов с ионными преобразователями еще не решены полностью такие вопросы, как введение рекуперативного торможения, выбор оптимального напряжения контактной сети и повышение коэффициента мощности. Удачное решение этих вопросов может существенно повысить эксплуатационные качества этих локомотивов.

Осуществление рекуперации связано с некоторыми трудностями, но которые могут быть преодолены. На зарубежных железных дорогах уже имеются первые образцы ионных электровозов с рекуперацией.

Повышение напряжения контактной сети (хотя бы до 35 кВ) по конструкции электровоза вполне возможно, но оно ограничивается изоляционными расстояниями в тоннелях и других искусственных сооружениях. Однако, эти сооружения можно проходить вставками пониженного напряжения.

Электрическое оборудование локомотивов с ионными преобразователями состоит из главных трансформаторов, ионных преобразователей тяговых двигателей постоянного тока, аппаратов силовой цепи и цепи управления и вспомогательных машин.

### ТРАНСФОРМАТОРЫ

Для электрических локомотивов трансформаторы строятся как стержневого, так и броневоего типа.

Характерная особенность современных электровозных трансформаторов заключается в высокой форсировке системы масляного охлаждения, уменьшении объема масла и обеспечении более интенсивного его движения вдоль обмоток.

Основные размеры и конструкция трансформатора определяются не только его мощностью, но и специфическими требованиями его установки на электровозе. Так, трансформаторы электровозов серии ВВ12000 для возможности установки их под кабиной машиниста выполнены весьма небольшими по высоте, но очень широкими. Высота транс-

форматоров электровозов НО, ВВ8051 и 2(С<sub>0</sub>-С<sub>0</sub>) почти равна высоте кузова. Установка трансформатора в кузове электровоза даёт проектировщику большую свободу в выборе таких размеров трансформатора, которые соответствуют максимальному снижению его веса. Тем не менее и в этом случае необходимость обеспечения изолирующих расстояний между изоляторами ввода и крышей электровоза накладывают дополнительные ограничивающие условия. В связи с этим заслуживает внимания решение, принятое на электровозе 2(ВВ) с однофазными коллекторными тяговыми двигателями Пенсильванской железной дороги. На этом электровозе применён трансформатор, высота которого равна высоте кузова. Вводные изоляторы трансформатора расположены над уровнем крыши кузова электровоза. Благодаря этому в кузов не вводится высокое напряжение, устраняются высоковольтные проходные изоляторы, уменьшается длина высоковольтных кабелей. Такое же решение может быть принято и для электровозов с ионными преобразователями.

Трансформаторы изготавливают с регулированием напряжения как на стороне высшего напряжения, так и на стороне низшего напряжения. В первом случае получается резкое уменьшение тока в регулируемой аппаратуре, что имеет большое значение для электровозов большой мощности, а во втором случае этот ток возрастает до нескольких тысяч ампер, особенно на электровозах с тяговыми двигателями низкого напряжения.

При регулировании напряжения на стороне высшего напряжения усложняется конструкция трансформатора и возникают затруднения в создании электрической аппаратуры на высокое напряжение (20—25 кВ) для переключения ступеней трансформатора. При регулировании напряжения на стороне низшего напряжения сильно увеличиваются габариты электрических аппаратов.

На электровозах применяют регулирование напряжения как на стороне высшего, так и на стороне низшего напряжения. На моторных вагонах наибольшее распространение получило регулирование напряжения на стороне низшего напряжения.

Регулирование напряжения применено: на стороне высшего напряжения на электровозах серии ВВ12000 и др.; на стороне низшего напряжения—на электровозах НО, ЕД451 и др.

Увеличение ступеней повышает плавность пуска локомотива, но в то же время дополнительные выводы трансформатора сильно усложняют его конструкцию. Поэтому при расчёте трансформатора стремятся к получению наибольшего числа ступеней регулирования при минимальном числе выводов.

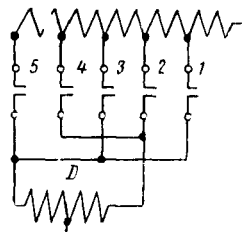
Ступени трансформатора переключают или индивидуальными электропневматическими контакторами (применяются на электровозах НО и др.) или переключателем ступеней высокого напряжения (применяется на электровозах ВВ12000 и др.).

Для перехода с одной ступени на другую под нагрузкой применяют схемы с переход-



ными катушками (реакторами), с переходным реостатом и др.

На фиг. 17 показана упрощенная схема мостового типа (подробно о схемах мостового типа и с нулевым выводом см. стр. 581) со ступенчатым регулированием напряжения на стороне низшего напряжения, в которой переход с одной ступени на другую,



Фиг. 17. Упрощенная схема перехода с переходной катушкой мостового типа

без размыкания цепи, достигается переходной катушкой *D*, концы которой посредством контакторов 1, 2, 3, 4, 5 можно присоединять к любой секции обмотки трансформатора. При такой схеме включения катушка *D* работает, как автотрансформатор, и делит напряжение соответствующей секции пополам, так что напряжение на вентиллях получается равным сумме напряжений секций, полностью включенных в цепь, плюс половина напряжения той секции, на которую включена катушка [42].

При переходе с одной ступени на другую один конец катушки *D* отключается от секции обмотки трансформатора и присоединяется к выводу следующей секции.

На каждой ступени всегда включены два контактора, и катушка *D* присоединена обоими концами к выводам трансформатора. При этом ток делится полуобмотками катушки на два тока равной величины, н. с. которых взаимно уравновешиваются и не создают магнитного потока в катушке. Поэтому катушка не вносит дополнительного реактивного сопротивления в цепь, исключая незначительное индуктивное сопротивление от токов рассеяния.

Помимо этих токов, в катушке протекает намагничивающий ток *i*, создающий в сердечнике катушки магнитный поток, который наводит противо-э. д. с., уравновешивающую напряжение концов обмотки трансформатора, приложенное к концам переходной катушки.

При одностороннем включении катушки весь ток вентилей протекает по одной полуобмотке и равен намагничивающему току катушки, поэтому  $\cos \varphi$  локомотива дополнительно ухудшается. Если намагничивающий ток *i* в *n* раз меньше тока *I*, то при одностороннем включении в полуобмотке катушки будет иметь место индуктивное падение напряжения

$$X_{\partial} I \approx n \frac{\Delta U}{2}.$$

При малом токе *i* и большом *n* индуктивное падение напряжения в катушке будет велико и может вызвать в момент перехода со ступени на ступень уменьшение напряжения и тока вентилей. Поэтому ток *i* не может быть выбран произвольно малой величины, несмотря на некоторое ухудшение  $\cos \varphi$  локомотива. Однако снижение  $\cos \varphi$  приостанавливается с увеличением числа пусковых ступеней, так как реактивная мощность переходной катушки в этом случае составляет

незначительный процент от мощности системы. Кроме того, целесообразно принимать достаточно высокую индукцию в сердечнике переходной катушки с тем, чтобы при одностороннем включении её магнитный поток был ограничен насыщением и не мог значительно возрасти.

Как видно из фиг. 17, при переходе с одной ступени на другую с помощью переходной катушки ток силовой цепи распределяется на два контактора. Это преимущество имеет существенное значение для мощных электрических локомотивов, у которых тяговые двигатели рассчитаны на низкое напряжение и большие токи. Кроме того, проще сам переход, который производится только выключением одного и включением другого контактора.

Однако по схеме фиг. 17 обмотка переходной катушки и контакторы должны быть рассчитаны с учетом намагничивающего тока, что вызовет соответствующее увеличение габаритных размеров и веса этих аппаратов.

Более совершенной будет схема, в которой к каждому выводу трансформатора присоединены два контактора. В этом случае ступени регулирования получаются путем присоединения переходной катушки к двум смежным выводам, как и в схеме фиг. 17, а также при двустороннем включении катушки на один общий вывод.

В первом случае катушка работает как делитель напряжения секции трансформатора, а во втором — как делитель тока. Прирост напряжения между ступенями будет равен  $\frac{\Delta U}{2}$ , т. е. в два раза меньше, чем по схеме фиг. 17.

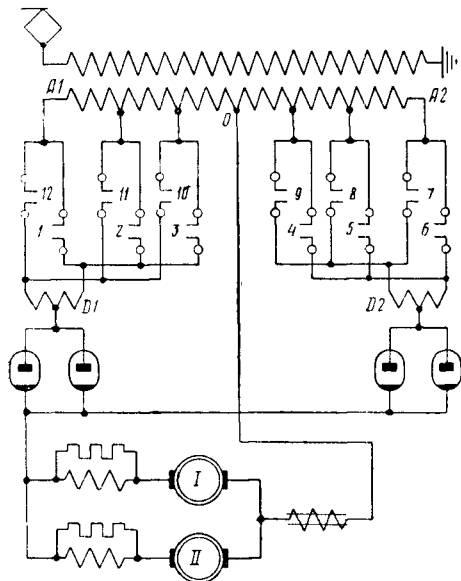
В качестве ходовых ступеней целесообразно использовать ступени с включением катушки на один общий вывод, а включение катушки на два вывода — в качестве пусковых. При таком порядке включения катушки можно рассчитывать ее обмотку и контакторы по нагреванию на меньший ток нагрузки, поскольку на ходовых позициях намагничивающий ток катушки отсутствует. Одновременно устраняется ухудшение коэффициента мощности локомотива намагничивающим током катушки на ходовых позициях. Некоторым недостатком такой схемы являются провалы напряжения при переходе с одной ступени на другую.

При схеме выпрямления с нулевым выводом переключение ступеней трансформатора производится в каждой фазе *OA1* и *OA2* (фиг. 18). По сравнению с мостовой схемой (при данном числе ступеней регулирования напряжения) число контакторов 1—12, переходных катушек *D1* и *D2* и секций трансформатора удваивается, тогда как расчетный ток, уменьшается только в  $\sqrt{2}$ . При большом числе ступеней, которое необходимо, например, для электровозов, можно при схеме фиг. 18 допустить неравенство напряжений фаз (несимметрию), что дает возможность удвоить число ступеней или соответственно сократить число контакторов путем поочередного переключения в фазах.

Схема с поочередным переключением ступеней в фазах применена, например, на опыт-

ных электровозов Пенсильванской железной дороги.

Схема фиг. 18 может быть улучшена путем подразделения каждой фазы на две части и применения встречного и согласованного переключения частей обмоток. Это позволяет



Фиг. 18. Упрощенная схема перехода с переходной катушкой и нулевым выводом

дважды использовать одни и те же контакторы в процессе регулирования. Такая схема, например, применена на отечественных опытных электровозах НО (см. фиг. 55 и 56).

Регулирование на стороне высшего напряжения не может быть осуществлено простым переключением ступеней первичной обмотки трансформатора, так как пуск в этом случае должен начинаться с максимального числа витков первичной обмотки с дальнейшим уменьшением числа включенных витков. По окончании пуска значительная часть витков первичной обмотки должна быть выключена из цепи. При этом на конце этой обмотки появится напряжение, которое будет в несколько раз превосходить напряжение контактной сети.

Чтобы избежать многократного повышения напряжения и неудовлетворительного использования первичной обмотки, применяют автотрансформатор, обмотка которого подключается к контактной сети и которым регулируется напряжение на обмотке основного трансформатора.

Регулировочный автотрансформатор может быть выполнен или на отдельном сердечнике, или в виде дополнительной обмотки на сердечнике основного трансформатора (фиг. 19).

Сердечник его имеет три стержня. На стержне 1 расположена обмотка 2, постоянно подключенная к контактной сети и имеющая ряд выводов для регулирования напряжения на обмотке 3.

Обмотка 3 расположена на среднем стержне 4, вместе с обмоткой 5 низшего напряжения, через которую получают энергию по схеме

мостовой или с нулевым выводом выпрямителя. Магнитный поток в стержне 1 на всех ступенях регулирования остается постоянным по величине, так как напряжение на обмотке 1 постоянно. В начале регулирования, когда скользящий контакт 6 находится на выводе 0 и напряжение на обмотке 3 равно нулю, весь магнитный поток стержня 1 замыкается через стержень 7. При этом напряжение на обмотке 5 также равно нулю.

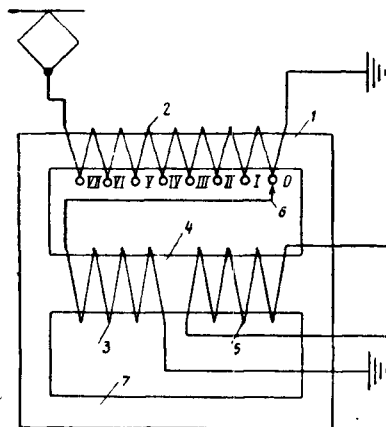
При перемещении контакта 6 на выводы I—VII напряжение на обмотке 3 повышается и увеличивается поток в стержне 4 и соответственно напряжение на обмотке 5.

Обмотка 2 обычно выполняется с числом витков вдвое большим, чем обмотка 3. При таком соотношении количества витков число вольт на один виток для этих обмоток становится равным в среднем положении контакта 6, и весь поток стержня 1 замыкается через стержень 4. При дальнейшем регулировании напряжения поток стержня 4 начинает превышать поток стержня 1 и избыток потока стержня 4 замыкается через стержень 7.

Трансформаторы с регулированием на стороне высшего напряжения иногда выполняются так, что напряжение на обмотке 3 не доводится до полного напряжения контактной сети.

Недостатком рассматриваемой системы регулирования является пониженный к. п. д. электровоза на промежуточных ступенях скорости.

При регулировании на стороне низшего напряжения во время движения электровоза с пониженной скоростью из цепи выключена часть вторичной обмотки трансформатора и потери в меди уменьшаются пропорционально вторичному напряжению. Одновременно



Фиг. 19. Схема расположения обмоток на стержнях трансформатора

пропорционально уменьшится ток в первичной обмотке, а потери в ней уменьшаются пропорционально квадрату напряжения. В рассматриваемой схеме потери в обмотках 3 и 5 при движении электровоза на пониженной скорости не уменьшаются, а общие потери в меди трансформатора возрастают за счет потерь в обмотке 2.

Аналогичное явление имеет место и в отношении коэффициента мощности электровоза.

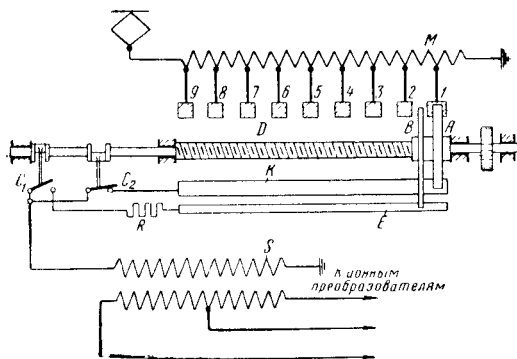
При выключении витков вторичной обмотки индуктивность ее и реактивная мощность уменьшаются пропорционально квадрату числа витков или вторичного напряжения, тогда как активная мощность уменьшается только в первой степени. Следовательно, коэффициент мощности электровоза повышается. Это справедливо, если выключение витков обмотки низшего напряжения не изменяет проводимости цепей для потоков рассеяния трансформатора. В действительности проводимость при выключении витков несколько увеличивается. Однако приведенная индуктивность трансформатора падает настолько, что коэффициент мощности на ступенях пониженного напряжения заметно повышается.

В рассматриваемой схеме индуктивность обмоток 3 и 5 остается неизменной, а реактивная мощность даже возрастает за счет рассеяния обмотки 2. Следовательно, коэффициент мощности электровоза при движении с пониженной скоростью резко падает.

Преимуществом регулирования на стороне высшего напряжения является простота схемы и аппаратов.

Упрощенная схема переключателя ступеней со скользящими контактами Броун-Бовери и схема, поясняющая способ перехода с переходным сопротивлением, приведены на фиг. 20.

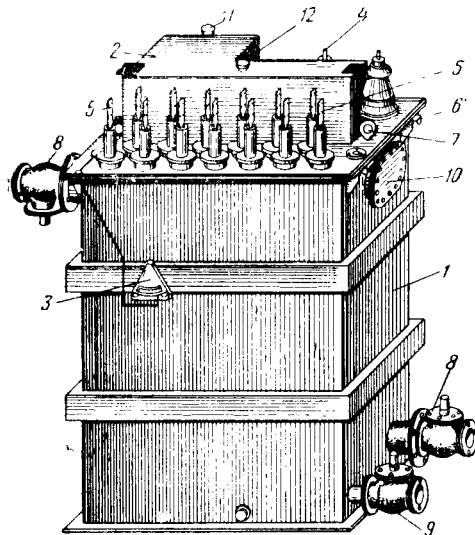
Переключатель состоит из ряда контактных пластин 1, 2, 3, ..., 9, соединенных с выводами первичной обмотки *М* трансформатора, и двух щеток: широкой главной щетки *А*, рассчитанной на длительное прохождение тока, и вспомогательной *В*. Щетки посредством винта *Д* могут перемещаться вдоль контактных пластин *К* и *Е*, соединяя обмотку *С* с различными выводами трансформатора. Набегание и сход щеток с контактных пластин происходит при отсутствии тока, а замыкание и выключение тока производятся двумя контакторами *С*<sub>1</sub> и *С*<sub>2</sub>, которые включены в цепь каждой щетки и действуют механически



Фиг. 20. Схемы переключателя ступеней Броун-Бовери и перехода с переходным сопротивлением

от кулачков, насаженных на один из концов винта подачи щеток. Кинематика аппарата рассчитана так, что цепь любой щетки замыкается соответствующим контактором после её входа на очередную контактную пластину, и наоборот, сходу с контактной пластины предшествует размыкание цепи контактором.

При переходе с одной ступени на другую следующей контактной пластины касается сначала вспомогательная щетка *В* и замыкается контактор *С*<sub>1</sub>, причём очередная секция трансформатора шунтируется сопротив-



Фиг. 21. Общий вид трансформатора типа ОЦР-2400/20 электровоза НО: 1—кожух; 2—расширитель; 3—термометрический сигнализатор; 4—выводы высокого напряжения; 5—выводы вторичной обмотки; 6—крюк для подъема трансформатора; 7—кольцо для подъема выемной части; 8—краны для присоединения маслоохладительной системы; 9—кран для спуска масла; 10—люк; 11—маслоуказатель; 12—пробка отверстия для доливки масла

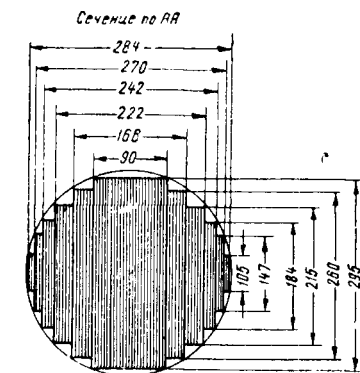
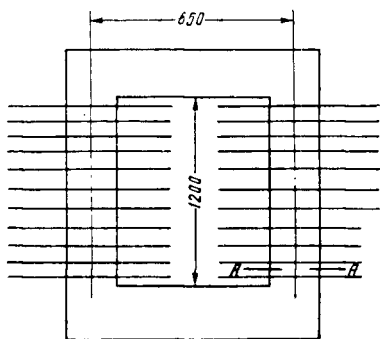
лением *Р*. Далее размыкается контактор *С*<sub>2</sub>, после чего главная щетка сходит с предыдущей контактной пластины. При этом обмотка *С* уже включена на следующую ступень трансформатора, но в цепи остаётся ещё переходное сопротивление *Р*.

Переход заканчивается входом главной щетки на контактную пластину, на которой находилась вспомогательная щетка, и замыканием контактора *С*<sub>2</sub>. При этом контактор *С*<sub>1</sub> размыкается.

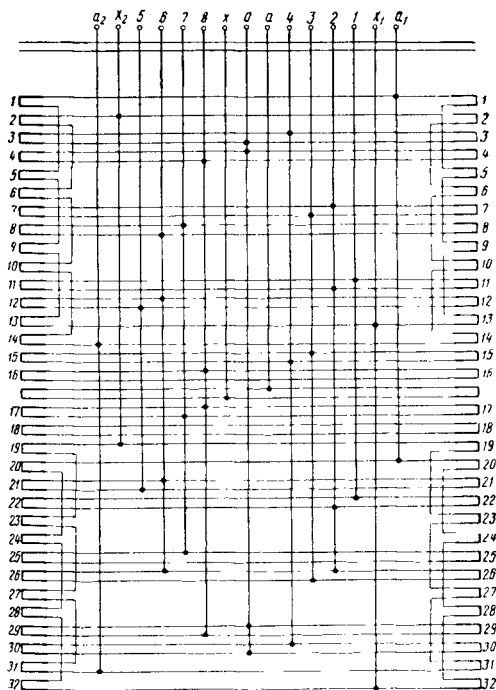
На фиг. 21 показан общий вид трансформатора типа ОЦР-2400/20 электровоза НО. Трансформатор имеет три обмотки: высоковольтную, главную (вторичную) для питания через выпрямители тяговых двигателей и вспомогательную, от которой питаются вспомогательные машины, электропечи и система зажигания и управления выпрямителей. Вторичная обмотка имеет три не соединённые внутри трансформатора части, средний вывод (нулевую точку) и ряд выводов для регулирования напряжения на зажимах тяговых двигателей.

Выводы от обмоток трансформатора сделаны через проходные изоляторы, укрепленные на крышке бака.

Обмотки трансформатора выполнены в виде отдельных катушек, размещённых на сердечнике (фиг. 22). На каждом вертикальном стержне размещено по 32 катушки главной вторичной обмотки и по одной катушке вспо-



Фиг. 22. Основные размеры сердечника трансформатора ОЦР-2400/20

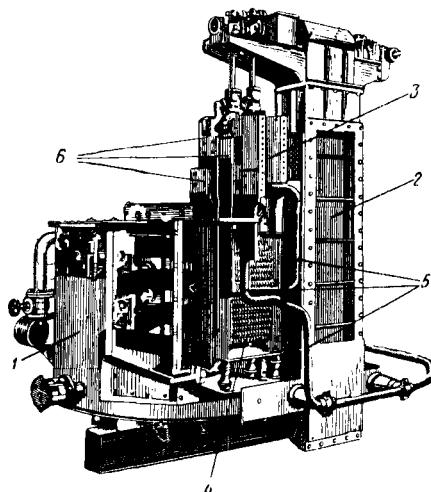


Фиг. 23. Схема соединения катушек вторичной обмотки трансформатора ОЦР-2400/20

могательной обмотки. Схема соединения катушек вторичных обмоток и выводов из них показана на фиг. 23.

Размещение катушек одной секции обмотки между катушками других секций сделано для уменьшения потерь в трансформаторе за счёт возникновения магнитных потоков рассеивания.

Общий вид трансформатора с переключателем ступеней электровоза ВВ12001 французских железных дорог показан на фиг. 24. Трансформатор броневого, с баком и съёмным кожухом колоколообразного типа. Он состоит из автотрансформатора, питаемого от контактной сети при напряжении 19—27,4 кВ с 20-ю регулируемыми ступенями в пределах напря-



Фиг. 24. Общий вид трансформатора с переключателем ступеней электровоза ВВ12001 французских железных дорог: 1—трансформатор; 2—переключатель ступеней; 3—дугогасительные камеры контакторов; 4—переходное сопротивление переключателя ступеней; 5 и 6—кабели высокого напряжения

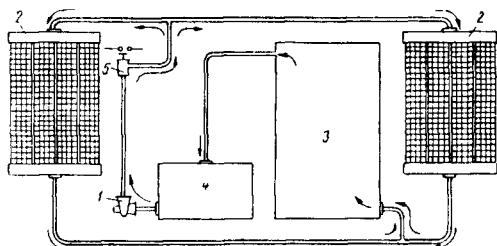
жений от 0,81 до 16,7 кВ при холостом ходе и 25 кВ сети, и трансформатора, питаемого напряжением от 0,81 до 16,7 кВ на выходе автотрансформатора посредством переключателя ступеней. Оба трансформатора помещаются в одном баке с общим раздвоенным магнитопроводом.

Трансформатор имеет шихтованный сердечник из стали, обладающий малыми потерями (0,93 Вт/кг).

В электрической тяге преимущественно применяются масляные трансформаторы, так как масло обеспечивает более надёжную изоляцию их обмоток. Кроме того, масляные трансформаторы обладают большой перегрузочной способностью благодаря высокой теплоёмкости масла.

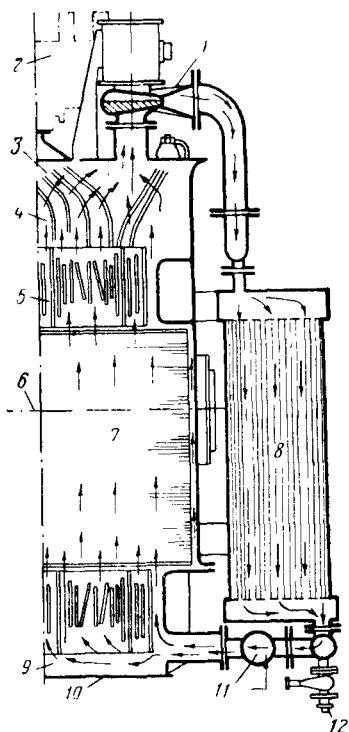
На фиг. 25 показана общая схема охлаждения трансформатора ОЦР-2400/20. Нагретое в трансформаторе 3 масло охлаждается в радиаторах 2, расположенных в форкамерах вентиляторов тяговых двигателей. Для создания циркуляции масла служит центробежный насос 1. Охлаждённое в радиаторах 2 масло поступает в нижнюю часть бака трансформатора 3, проходит через каналы между катушками обмоток и из верхней части бака

поступает в бак реактора 4. Дополнительно нагретое в реакторе масло засасывается насосом 1 и вновь подается в радиаторы. Включенное в маслопровод струйное реле 5 контролирует действие масляного охлаждения при работе электровоза.



Фиг. 25. Схема охлаждения трансформатора ОЦР-2400/20

Охлаждение трансформатора электровоза ВВ12001 показано на фиг. 26. Циркуляция масла осуществляется с помощью насоса производительностью 600 л/мин. Поток охлажденного масла посредством специальных пластин равномерно распределяется по всему баку, благодаря чему устраняется опасность возникновения местных перегревов обмоток трансформатора.



Фиг. 26. Схема охлаждения трансформатора: 1—циркуляционный насос; 2—переключатель ступеней; 3—расширитель; 4—нагретое масло; 5—пластины для регулирования потока охлаждающего масла; 6—ось подвески трансформатора; 7—магнитопровод (сердечник); 8—радиатор; 9—охлажденное масло; 10—бак трансформатора; 11—струйное (циркуляционное) реле; 12—спускной кран

номерно распределяется по всему баку, благодаря чему устраняется опасность возникновения местных перегревов обмоток трансформатора.

Таблица 7

Основные данные главных трансформаторов электровозов НО и ВВ12001

Показатели	Трансформатор ОЦР-2400/20 электровоза НО			Трансформатор электровоза ВВ12001
	Обмотка высшего напряжения	Обмотка низкого напряжения (тяговая)	Обмотка вспомогательная	
Мощность часовая в квт	—	—	—	4 590 на первичной ступени при 22,5 кв
Мощность длительная	2 400	2 300	100	3 840 при тех же данных
Напряжение в в	20 000	2 060 × 2	412	—
Ток длительный в а	120,5	75,2	243	—
Число витков	970	100 × 2	20	—
Вес общий в кг	6 500			12 300 (вместе с переключателем ступеней)
Вес выемной части в кг	3 650			—
Вес бака и арматуры в кг	1 175			—
Вес масла в кг	1 675			—

Для трансформаторов применяется нормальное трансформаторное масло. Нормы перегревов для трансформаторов локомотивов те же, что и для стационарных.

Основные данные главных трансформаторов электровозов НО и ВВ12001 советских и французских железных дорог приведены в табл. 7.

## ИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

### Общие сведения

Под ионными преобразователями локомотивов понимают ртутные вентили с ртутным катодом, у которых в проводящую часть периода горит электрическая дуга самостоятельного разряда, являющаяся проводником тока внутри прибора. Дуга горит в парах ртути, заполняющих внутренний объем вентили (в котором предварительно создается вакуум путем удаления из него и электродов до предельно возможной степени воздуха и других заключенных в них газов), до тех пор, пока главный анод положителен по отношению к катоду (т. е. пока напряжение между анодом и катодом не меньше, чем напряжение горения дуги  $\Delta U$ ). Когда положительный потенциал на аноде становится меньше напряжения горения дуги  $\Delta U$ , дуга гаснет и зажигается вновь лишь в следующую положительную часть периода. Для того чтобы дуга самостоятельного разряда могла зажигаться на главном аноде при напряжении, немного превышающем напряжение ее горения, к моменту зажигания главной дуги на катод должен уже существовать источник электронов в виде катодного пятна, создаваемого вспомогательной дугой.

В одних ртутных ventилях вспомогательная дуга поддерживается постоянно (при помощи так называемых анодов возбуждения), в других типах ventилей она создается в каждый период переменного напряжения накануне зажигания главной дуги. Первый тип ртутных ventилей называется экзитронами, второй тип — игнитронами.

В процессе работы ventиля ртуть, испаряющаяся с поверхности катода, конденсируется на охлаждаемых (водой, воздухом или водой и воздухом или специальными составами — антифризом, этилен-гликолем и др.) стенках корпуса и вновь возвращается к катоду. Ртуть не вступает в химические соединения со сталью, графитом и другими материалами, которые применяются при изготовлении ртутных ventилей. Поэтому при нормальных условиях работы ртутных ventилей их детали принципиально не подвергаются износу. Кроме того, ртутный катод допускает весьма высокую плотность эмиссионного тока, достигающую до  $10^6$  а/см<sup>2</sup> и более, в связи с чем при больших токах, эмиттирующих электроны, площадь катода получается небольшой.

Эмиссия электронов из ртутного катода концентрируется в зависимости от величины тока на одной или нескольких катодных пятнах и поддерживается (главным образом) сильным электрическим полем, создаваемым непосредственно у поверхности ртути ионами, направляющимися к катоду из ближайшего к нему участка дуги. Поэтому в ртутных ventилях не требуется нагрева катода внешним источником тока. Однако для обеспечения нормальной работы ventиля температура его деталей должна поддерживаться в определенных пределах.

Величина тока в цепи ртутного ventиля определяется количеством электронов, принимаемых анодом. Электрическое сопротивление ventиля в этом случае оказывается небольшим и определяется сопротивлением дуги. Величина падения напряжения в дуге ventиля определяет его к. п. д.

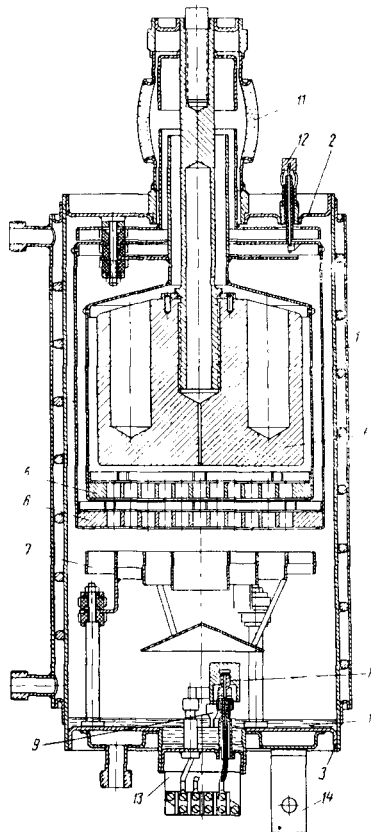
На современных локомотивах с ионными преобразователями в основном применяются однонодные, металлические, безнасосные (запаянные) ртутные ventили—игнитроны с поджигателями, выполненными из карборунда или карбида бора, обладающие нелинейным сопротивлением.

Импульсы тока повторяются перед каждым положительным полупериодом напряжения на главном аноде, следовательно, как только напряжение между анодом и катодом падает до величины, которая не может поддержать дугу, игнитрон потухает. Далее при следующей положительной полуволне напряжения процесс повторяется в течение положительного полупериода напряжения.

### Конструкция игнитронов

На фиг. 27 показан разрез игнитрона типа ИВС-200/5 электровоза НО [43]. Игнитрон состоит из запаянного металлического цилиндра 1, крышки 2 и дна 3, в котором помещены графитовый анод 4, сетки 5 и 6, фильтр 7, подхватывающий анод 8, два поджигателя 9 и ртуть 10. Анод 4 изолирован от корпуса ventиля изолятором 11, выполненным из специального

сплава стекла. Сетки 5 и 6 служат для управления игнитроном. При подаче отрицательного потенциала на сетку ventиль запирается и независимо от наличия дуги между поджигателем и катодом (ртутью 10) дуга между анодом 4 и катодом не возникает. Если же в момент, когда надо зажечь дугу (отпереть анод), сменить отрицательный запирающий потенциал на сетках положительным, то электроны смогут достигнуть анода и возникнет главная дуга. При наличии двух сеток на нижнюю сетку иногда подается больший по



Фиг. 27. Разрез игнитрона типа ИВС-200/5 электровоза НО

абсолютной величины отрицательный потенциал, что позволяет использовать эту сетку для повышения надежности запирания ventиля при больших токах (тока короткого замыкания и обратных зажиганиях).

Фильтр 7 состоит из ряда концентрических колец (цилиндров) различной высоты. Фильтр даёт возможность уменьшить величину отрицательного потенциала на сетках, необходимого для запирания ventиля. Подхватывающий (вспомогательный) анод 8 служит для подхвата вспомогательной дуги между поджигателем и катодом до зажигания главной дуги.

Вводы 12 к сеткам расположены на крышке 2, выводы к поджигателям 9 (рабочему и запасному) и подхватывающему аноду 8 укреплены на фланце, прикреплённом к катод-

ному дну 3. Концы выводов закреплены на клеммовой панели 13. Для отвода тока от катода к дну 3 приварена шина 14.

Катодное дно и корпус вентиля имеют рубашки, через которые прогоняется охлаждающая вода или антифриз.

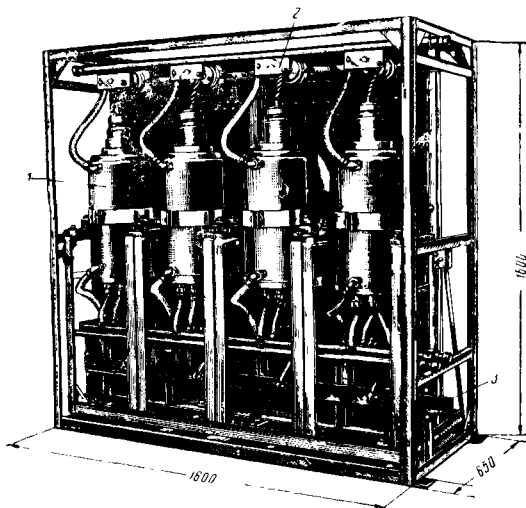
Для предотвращения конденсации ртути на анодном изоляторе 11 имеется специальный нагреватель из нихромовой спирали, через которую перед включением вентиля пропускается переменный ток (нагреватель анодных изоляторов четырёх вентиля включены последовательно и питаются от обмотки главного трансформатора напряжением 380 в).

Четыре вентиля 1 вместе с аппаратурой зажигания, возбуждения и сеточных цепей и системой трубопроводов для подачи и отвода охлаждающей жидкости смонтированы в одном агрегате (фиг. 28).

Вентиля крепятся на отдельной стойке, которая связана с основной рамой посредством амортизирующего устройства, состоящего из резиновых шайб и пружин. Крепление вентиля к стойке выполнено при помощи стяжных полухомутов и четырёх болтов. От стойки вентили изолированы гетинаксовыми плитками.

В верхней части рамы имеется четыре опорных изолятора для крепления шин 2, к которым присоединяется анодный кабель, и гибкий проводник анода вентиля.

В нижней части рамы закреплена катодная шина 3 выпрямителя. К ней гибкими медными проводами присоединены катоды вентиля.

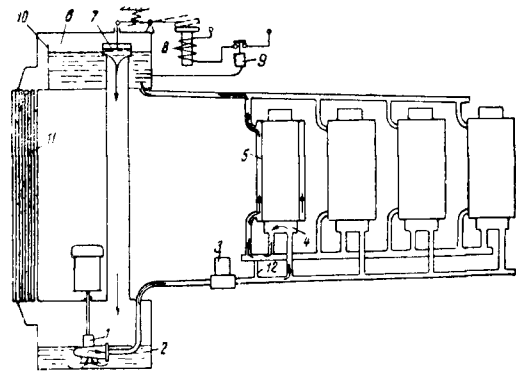


Фиг. 28. Агрегат вентиля электровоза ИО

Панели с аппаратурой собственных нужд укреплены на обратной стороне агрегата. Каждый агрегат имеет самостоятельную систему охлаждения.

Система охлаждения игнитронов на электровозе ИО состоит из двух баков: верхнего ёмкостью 160 л и нижнего ёмкостью 300 л, шести радиаторов, насоса, струйного реле, термосигнализатора, водозапорного клапана и трубопроводов.

Вода или антифриз подаётся вертикальным центробежным насосом 1 (фиг. 29) из нижнего бака 2 через струйное реле 3, в рубашки охлаждения катодов 4 и далее в рубашки корпусов 5 игнитронов. Из игнитронов вода поступает в верхний бак 6, откуда при открытом клапане 7 сливается по вертикальной трубе в нижний бак. По этому пути



Фиг. 29. Схема охлаждения вентиля на электровозе ИО

вода циркулирует пока её температура не достигнет  $35^{\circ}$ , после чего термореле 9 прерывает цепь катушки электромагнита 8, удерживающего клапан 7 в открытом положении, и клапан закрывается. Уровень воды в верхнем баке повышается, и она начинает переливаться через перегородку 10, поступая в нижний бак по трубкам радиатора 11. Последний, как и масляный радиатор, охлаждается потоком воздуха, который используется для охлаждения тяговых двигателей.

Циркуляция воды через радиаторы продолжается, пока температура её не понизится до  $30^{\circ}\text{C}$ . При этой температуре термореле вновь включает электромагнит 8, клапан 7 открывается и охлаждение воды в радиаторах прекращается.

Так как включение выпрямителей под нагрузку допускается при температуре их корпуса около  $20-25^{\circ}$ , то для первоначального подогрева жидкости в нижнем баке имеются трубчатые электронагреватели, которыми жидкость подогревается до необходимой температуры.

После остановки центробежного насоса вода из верхнего бака через рубашки игнитронов в обратном направлении стекает в нижний бак. Чтобы замедлить стекание жидкости и постепенно охладить игнитроны, в струйном реле сделано небольшое калиброванное отверстие.

Для избежания образования воздушных мешков при сливе жидкости подвод жидкости к вентилям осуществлён двумя трубами — основной и промежуточной, расположенной несколько выше основной и соединённой с основной трубой узкой трубкой 12. Наклон труб в сторону стока при длительной остановке насоса обеспечивает стекание всей жидкости в нижний бак.

Система водяного охлаждения позволяет поддерживать температуру корпусов игнит-

ронов в достаточно узких пределах и благодаря этому обеспечить их надежную работу. Система обеспечивает медленное охлаждение игнитронов после отключения электро-

нарушения уплотнений, образования ледяных пробок в трубопроводах, радиаторах и т. д. Эти недостатки устраняются при применении вентилей с воздушным охлаждением. Однако их габариты больше, чем вентилей с жидкостным охлаждением. Опасность перегрева вентилей, возникающая при исчезновении напряжения в контактной сети, может быть устранена благодаря переводу питания вентилей на аккумуляторную батарею.

В 1956 г. французская фирма «Альстон» разработала конструкцию ртутного вентиля мощностью около 600 кВт, с воздушным охлаждением, которую предполагает применить на выпускаемых в ближайшее время скоростных электровозах.

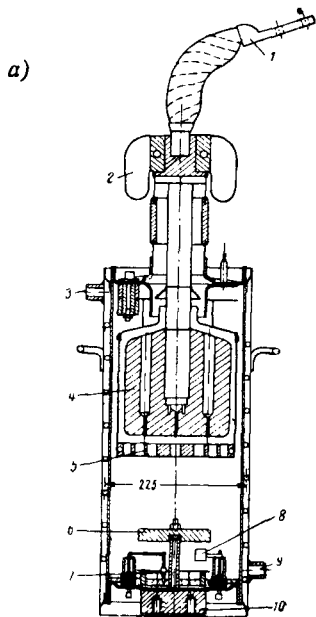
Область целесообразного применения жидкостной и воздушной системы охлаждения игнитрона может быть определена после обобщения опыта эксплуатации электровозов этой системы в различных климатических условиях.

Разрез игнитрона SW типа SET электровоза BB12001 французских железных дорог показан на фиг. 30, а. Игнитроны смонтированы в отдельные агрегаты. Общий вид игнитрона SW и стойки на два вентиля показан на фиг. 30, б. Схема охлаждения вентилей на электровозе BB12001 приведена на фиг. 31.

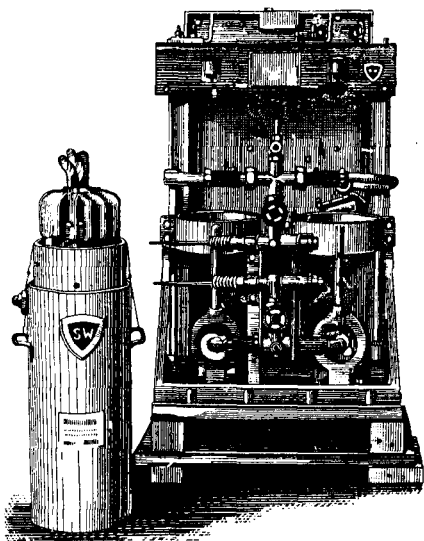
Таблица 8

Основные данные игнитронов типов ИВС-200/5 и SET электровозов НО и BB12001

Показатель	Тип игнитрона	
	ИВС-200/5	SET
Выпрямленное напряжение в в . . . . .	1 500—1 650	675—750
Мощность часовая в кВт . . . . .	300—330	351
Часовой ток в а . . . . .	200	—
Мощность длительная в кВт . . . . .	—	320
Длительный ток в а . . . . .	165	—
Максимальное обратное напряжение в в . . . . .	5 200	—
Ток поджигателя в а . . . . .	8—12	—
Средний ток подхватывающего анода в а . . . . .	1,5—2	—
Температура охлаждающей воды в °С . . . . .	25—45	45
Перепад температуры воды в °С . . . . .	5—7	7
Расход воды в л/мин . . . . .	8—10	—
Объем жидкости на электровоз в л . . . . .	600	100
Высота игнитрона в мм . . . . .	690	760
Наружный диаметр » . . . . .	260	225
Вес в кг . . . . .	40	36
Количество игнитронов на электровозе . . . . .	8	8



б)

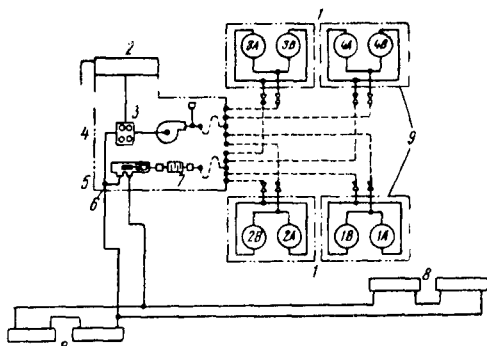


Фиг. 30. Игнитрон SW типа SET электровоза BB12001: а—разрез; б—общий вид игнитрона SW и стойки на два вентиля: 1—анодный ввод; 2—охлаждающие ребра анода; 3—выход воды; 4—анод; 5—сетка; 6—экран; 7—поджигатель; 8—вспомогательный анод; 9—вход воды; 10—катодный ввод

воза, благодаря чему устраняется опасность перегрева их корпусов теплоотдачей от анодных головок. Вместе с тем при низких температурах жидкостная система охлаждения вызывает ряд затруднений в эксплуатации: необходимость подогрева жидкости после длительных стоянок электровоза, возможность



Основные данные игнитронов типов ИВС-200/5 и SET электровозов НО и ВВ12001 приведены в табл. 8.



Фиг. 31. Схема охлаждения вентиля на электровозе ВВ12001: 1—игнитроны; 2—расширитель; 3—насос; 4—подогреватель; 5—термостатический вентиль; 6—блок водяного охлаждения; 7—фильтр; 8—охладитель

### Схемы соединения игнитронов

На современных электрических локомотивах с ионными преобразователями применяют двухполупериодное выпрямление однофазного тока по мостовой схеме (фиг. 32,а) или по схеме с нулевым выводом (фиг. 32,б).

В мостовой схеме (см. фиг. 32,а) ток каждый полупериод протекает через всю вторичную обмотку 1 трансформатора, поочередно в одном и другом направлениях. Цепь тока замыкается либо через игнитроны 2 и 3, тя-

говые двигатели 4 и 5 и далее также через тяговые двигатели к точке 0.

Для схемы с нулевым выводом типовая мощность трансформатора должна быть увеличена в связи с худшим использованием вторичной обмотки трансформатора, по фазам которой ток протекает поочередно. Коэффициент типовой мощности трансформатора для этой схемы  $k_{тм}=1,34$ , т. е. требуется выбирать трансформатор повышенной типовой мощности, соответственно больших габаритных размеров и веса. Вес меди обмоток трансформатора для схемы с нулевым выводом и потери в меди больше в отношении коэффициента типовой мощности.

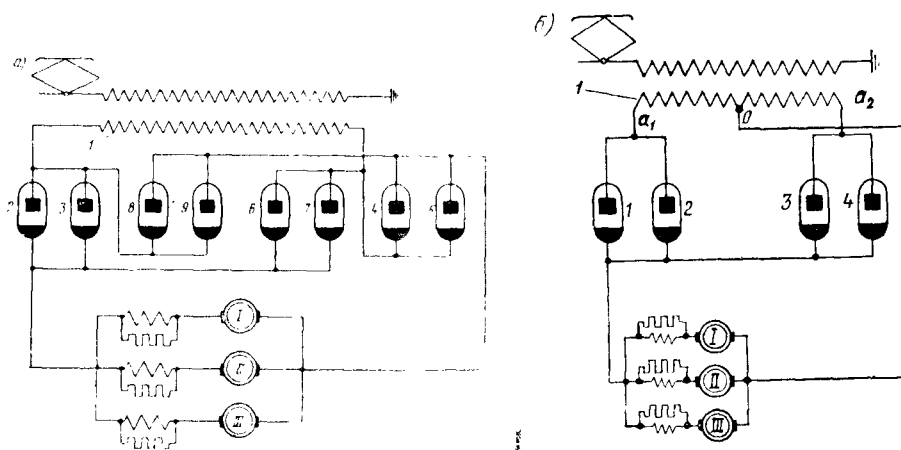
В схемах магистральных электровозов практически применяется параллельное соединение двух или нескольких вентилях. В этом случае средний ток вентиля

$$I_{cp} = \frac{1}{2n_g} I_g,$$

где  $n_g$  — число параллельных вентилях;  
 $I_g$  — ток выпрямленной цепи.

При этом общее число вентилях для мостовой схемы  $N_g=4n_g$  и схемы с нулевым выводом  $N_g=2n_g$ .

Мостовая схема, обеспечивающая хорошее использование вторичной обмотки силового трансформатора и снижающая величину обратного напряжения, лежащего на вентиль, требует, однако, применения большого количества игнитронов и вызывает ухудшение к. п. д. электровоза из-за увеличения потерь в вентильной группе.



Фиг. 32. Схемы соединений игнитронов: а—мостовая; б—с нулевым выводом

говые двигатели 1—III, игнитроны 4 и 5 и обмотку 1, либо через игнитроны 6 и 7, тяговые двигатели 1—III, игнитроны 8 и 9 и обмотку 1.

В схеме с нулевым выводом (см. фиг. 32,б) вторичная обмотка 1 разделяется на две фазы: 0— $a_1$  и 0— $a_2$ . При работе выпрямителя ток поочередно протекает через фазу 0— $a_1$ , игнитроны 2 и 3, тяговые двигатели 1—III, к средней точке 0 вторичной обмотки 1 трансформатора и через фазу 0— $a_2$ , игнитроны

Поэтому на электрических локомотивах с ионными преобразователями в основном применяется схема с нулевым выводом. Такая схема соединения игнитронов применена на электровозах НО, ВВ12001 и др.

### Схемы управления игнитронами

Импульсы тока между поджигателем (игнайтером) И и катодом К (фиг. 33) игнитрона на электровозе НО создаются зарядным транс-



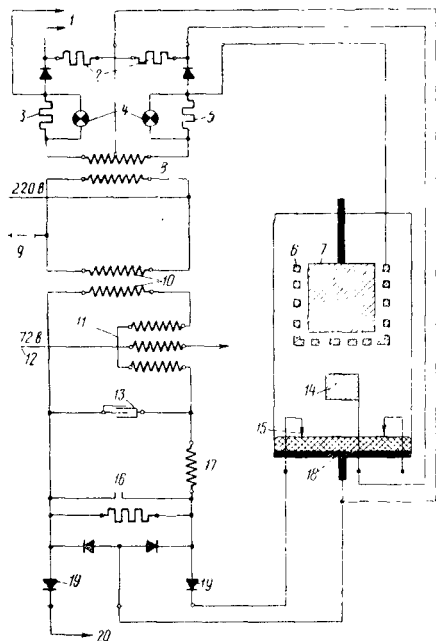
подхватывающего анода. Напряжение на вторичной обмотке сеточного трансформатора 200 в.

Момент зажигания дуги на сетке и продолжительность горения её примерно такие же, как и подхватывающего анода.

О нормальной работе вентилей можно судить по горению неоновых сигнальных ламп  $Нл$ , установленных в выпрямительной установке. Эти лампы включены через сопротивление  $R_4$  параллельно сеточным сопротивлениям  $R_c$ . Падения напряжения в сопротивлениях  $R_c$  при прохождении в течение полупериода сеточного тока достаточно для горения неоновых ламп.

На фиг. 34 показаны графики напряжения и тока игнитронов, напряжения и тока поджигателя, напряжения и тока подхватывающего анода и напряжения на сетках вентилей.

Схема щита возбуждения и соединений с игнитроном электровоза ВВ12001 французских железных дорог показана на фиг. 35.



Фиг. 35. Схема щита возбуждения и соединений с игнитроном: 1 — к сетке и вспомогательному аноду; 2 — сухие выпрямители; 3 — сопротивление вспомогательного анода; 4 — сигнальные лампы; 5 — сопротивление вспомогательного анода; 6 — сетка; 7 — главный анод; 8 — трансформатор сеток; 9 — рубильник для отключения игнитронов; 10 — трансформаторы поджигателей; 11 — реактивное сопротивление (реактанс) смещения фаз; 12 — постоянный ток 72 в; 13 — конденсаторы; 14 — вспомогательный анод; 15 — игнитер; 16 — контактор короткого замыкания поджигателей; 17 — насыщенное реактивное сопротивление; 18 — катод; 19 — сухие выпрямители; 20 — к поджигателю трубки А

## ТЯГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Тяговые двигатели постоянного тока электрических локомотивов с ионными преобразователями по конструкции почти ничем не от-

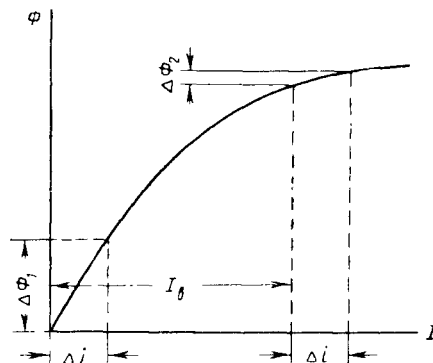
личаются от тяговых двигателей электрических локомотивов постоянного тока. Однако пульсации выпрямленного напряжения у тяговых двигателей локомотивов с ионными преобразователями вызывают:

1) некоторое увеличение потерь в меди обмоток, так как эффективное значение пульсирующего тока больше среднего значения; 2) увеличение потерь в стали из-за пульсации магнитного потока;

3) ухудшение коммутации, вызываемое пульсацией потока возбуждения, который наводит трансформаторную э. д. с. в коммутируемых витках обмотки якоря.

Для обеспечения удовлетворительной работы двигателей постоянного тока на локомотивах с ионными преобразователями применяют ряд мер (уменьшение величины пульсации выпрямленного тока, уменьшение пульсации тока в обмотке возбуждения и др.).

Для уменьшения величины пульсации выпрямленного тока применяют сглаживающие реакторы, включаемые последовательно с двигателями. Однако введением реактора практически не удаётся уменьшить пульсацию тока до такой величины, которая не оказывала бы ощутительного влияния на работу двигателей. Реактор с необходимой для этого само-



Фиг. 36. Характеристика  $\Phi = f(I)$

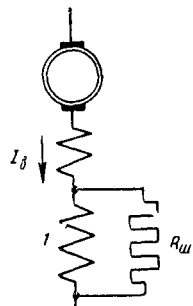
индукцией имел бы неприемлемые габаритные размеры и вес. Применение стального сердечника для увеличения самоиндукции реактора не дает нужного эффекта из-за намагничивания стали постоянной составляющей тока.

Если постоянная составляющая тока отсутствует, то изменение тока на величину  $\Delta i$  (фиг. 36) вызывает изменение потока  $\Delta \Phi_1$  во много раз большее, чем при наличии постоянной составляющей тока  $I_\delta$ , где при той же пульсации тока магнитный поток изменяется на  $\Delta \Phi_2$ . Кроме этого, невозможно подобрать такую величину индуктивности, которая полностью соответствовала бы всем режимам нагрузки. Пульсирующий поток возбуждения индуцирует в массивном остова двигателя вихревые токи, которые нагревают остов. Нагрев остова ухудшает теплоотдачу от обмотки возбуждения, непосредственно примыкающей к остову; в результате обмотка возбуждения перегревается значительно сильнее, чем обмотки якоря и дополнительных полю-

сов. Кроме этого, пульсирующий поток вызывает ухудшение коммутации.

Уменьшение пульсации тока в обмотке возбуждения достигается шунтированием её омическим сопротивлением.

При наличии параллельно подключённого к обмотке возбуждения  $I$  (фиг. 37) сопротивления  $R_{ш}$  постоянная составляющая  $I_{в}$  разветвляется обратно пропорционально омическим сопротивлениям параллельных цепей.



Фиг. 37. Схема подключения омического сопротивления к обмотке возбуждения тягового двигателя

Если сопротивление  $R_{ш}$  превосходит в несколько раз сопротивление обмотки  $I$ , то ослабление потока возбуждения получается незначительным. Переменная же составляющая тока протекает преимущественно по сопротивлению  $R_{ш}$ , так как обмотка возбуждения, обладающая большой самоиндукцией, представляет для переменного тока большое сопротивление. При этом в обмотке  $I$  ток почти не пульсирует,

что резко уменьшает дополнительные потери и нагрев двигателя и улучшает коммутацию.

На электровазах НО установлены тяговые двигатели типа ДПЭ-400П (двигатели электровозов ВЛ22М). Для улучшения их работы применяют шунтирование омическим сопротивлением девятикратной величины (по сравнению с омическим сопротивлением обмоток возбуждения) и установку сглаживающих реакторов.

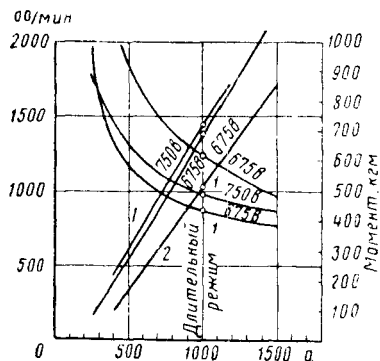
На электровазах ВВ12001 — ВВ12014 французских железных дорог применены специально сконструированные для этих электровозов двигатели типа SW-435, имеющие следующие данные:

Напряжение . . . . .	675–730 в
Мощность на валу при длительном режиме 675 в и пульсирующем токе при изоляции класса F . . . . .	840 л. с.
То же при часовом режиме 675 в и пульсирующем токе при изоляции класса F . . . . .	900 » »
Ток при длительном режиме . . . . .	1 000 а
Момент на валу при напряжении 675 в . . . . .	600 кгм
То же при напряжении 750 в . . . . .	720 »
Скорость вращения при 100%-ном поле, 1 000 а, 675 в . . . . .	870 об/мин
То же при 45%-ном ослаблении поля, 1 000 а, 675 в . . . . .	1 320 »
Максимальная скорость вращения . . . . .	2 740 »
Число главных полюсов . . . . .	6
Интенсивность вентиляции при давлении 120 мм вод. ст. . . . .	2 м <sup>3</sup> /сек
Остов двигателя . . . . .	Стальное литьё; наружный диаметр 980 мм
Вес . . . . .	3 030 кг
Удельный вес . . . . .	3,6 кг/л. с.
Подвеска двигателя . . . . .	Опорно-рамная

Двигатель SW-435 имеет кремнийорганическую изоляцию класса F и слабое насыщение благодаря шестиполосному исполнению. Для

уменьшения нагревания обмотки возбуждения катушки выполнены без внешней изоляции в средней части.

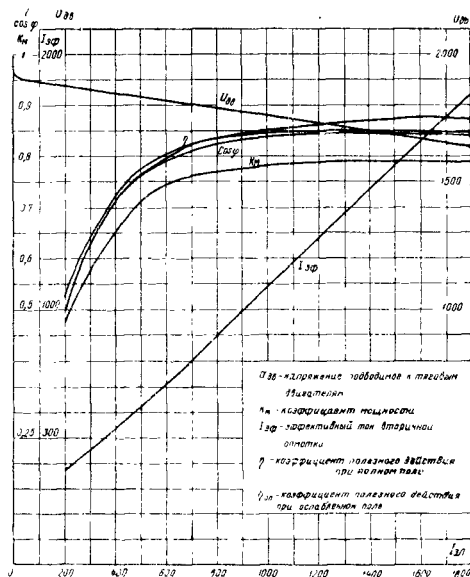
Улучшение работы двигателей типа SW-435 при пульсирующем напряжении достигается



Фиг. 38. Характеристики Двигателя SW-435 электровоза ВВ12001: 1 — полном поле; 2 — при ослаблении поля на 50%

применением только одних сглаживающих реакторов с двойной обмоткой.

Характеристики двигателей ДПЭ-400П и SW-435 показаны на фиг. 38 и 39.



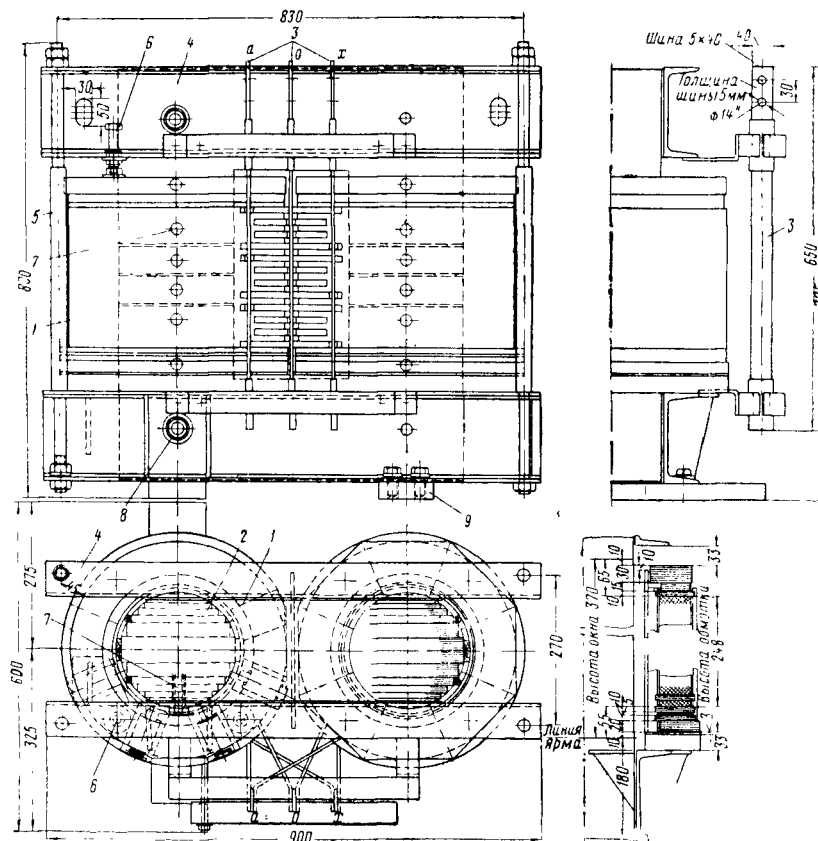
Фиг. 39. Характеристики (расчётные) двигателя ДПЭ-400П электровоза НО

## РЕАКТОРЫ И АНОДНЫЕ ДЕЛИТЕЛИ

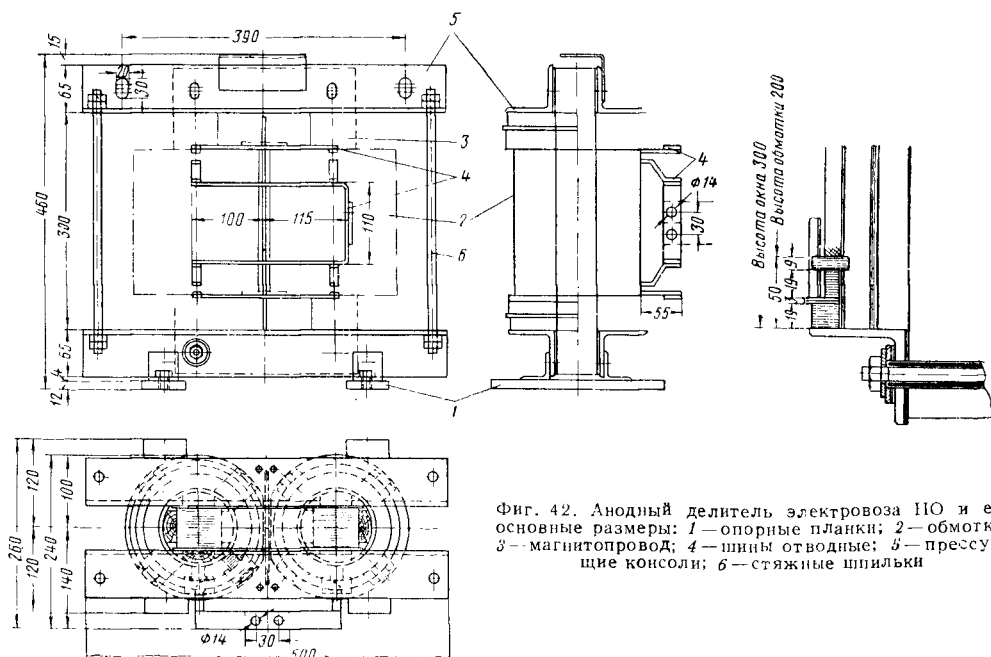
Сглаживающие реакторы на электрических локомотивах применяют для уменьшения величины пульсации выпрямленного тока.

Реакторы выполняют с масляным и воздушным охлаждением.





Фиг. 41. Переходной реактор и его основные размеры: 1—обмотка; 2—магнитопровод; 3—шины отводные (а, о, х); 4—прессующие консоли; 5—стяжные шпильки; 6—болт для прессовки обмотки; 7—шпилька для стягивания магнитопровода; 8—шпилька для стягивания ярма; 9—опорные планки



Фиг. 42. Анодный делитель электровоза ПО и его основные размеры: 1—опорные планки; 2—обмотка; 3—магнитопровод; 4—шины отводные; 5—прессующие консоли; 6—стяжные шпильки

# АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ

К числу аппаратов защиты на электрических локомотивах с ионными преобразователями относятся главные выключатели, быстродействующие анодные выключатели, реле перегрузки, плавкие предохранители высокого напряжения и аппараты для защиты от перенапряжений, боксования и заземления.

Главные выключатели применяются для защиты от коротких замыканий на высокой и низкой сторонах трансформатора. В качестве главных выключателей на электрических локомотивах с ионными преобразователями применяются выключатели масляные и безмасляные с воздушным дутьём и расширительные. Воздушные выключатели получили наибольшее распространение и применяются на электровозах ПО, ВВ12001—ВВ12014 и др.

В главных выключателях с воздушным дутьём для гашения электрической дуги используется струя сжатого воздуха. Гашение происходит за счёт удлинения дуги струёй воздуха и деионизации (следствие охлаждения и выдувания ионов). Сжатый воздух, кроме того, используется для размыкания контактов выключателя.

Для стационарных установок воздушные выключатели не всегда целесообразны, так как требуют специальной компрессорной установки для питания сжатым воздухом. На электрических локомотивах этот недостаток отсутствует.

Общий вид главного выключателя ВЭП-20 первых электровозов ПО показан на фиг. 43.

Выключатель состоит из дугогасительной камеры 1, бака для сжатого воздуха 2, блоков управления и сигнализации, расположенных на крышке бака, и соединительных трубопровода и штанг.

Дугогасительная камера 1 расположена внутри проходного фарфорового изолятора 3, внутри которого помещены контакты — неподвижный 4 и подвижный 5.

Неподвижный контакт крепится к силовой литой головке 6, служащей для приёма и охлаждения раскалённых газов, выбрасываемых из дугогасительной камеры при отключении выключателя.

На головке 6 имеется прилив 7, к которому крепится контактная плита с кабелем от пантографа. Изолятор 3 фланцем 8 закрепляется на крыше электровоза.

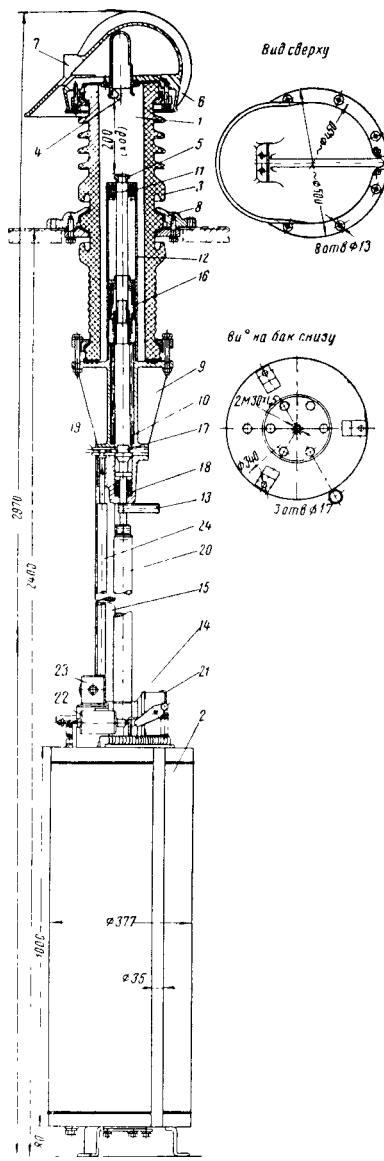
На нижнем конце изолятора укреплены силовая литая головка 9, на которой укрепляется механизм подвижного контакта выключателя.

Во включённом положении выключателя подвижный контакт 5 прижат пружиной 10 к неподвижному контакту 4.

Ток от пантографа через головку 6, неподвижный контакт 4, подвижный контакт 5 и скользящий контакт 11 передаётся на латунную направляющую трубу 12 и далее через головку 9 и обмотку электромагнитного реле 13 к выводу силового трансформатора.

Для отключения выключателя открывается клапан отключения 14. Сжатый воздух из бака 2 через клапан отключения 14 и изоляционную трубу 15 поступает в полость дуго-

гасительной камеры 1. Через отверстия в верхней части латунной трубы 12 сжатый воздух заполняет внутреннюю полость трубы 12 и заставляет поршень 16, жёстко связанный с подвижным контактом 5, двигаться вниз.



Фиг. 43. Главный выключатель типа ВЭП-20

При размыкании контактов 4 и 5 между ними образуется дуга, которая гасится потоком сжатого воздуха, вытекающим через отверстие в контакте 4.

Гашение дуги происходит при расстоянии между контактами 10—20 мм.

Движение подвижного контакта 5 вниз продолжается под действием сжатого воздуха и после гашения дуги.

При расстоянии между контактами 4 и 5 около 200 мм наконечник 17, жёстко связан-

ный с подвижным контактом, упирается в демпфер 18 и движение контакта вниз приостанавливается. Одновременно наконечник 17 захватывается специальными защёлками 19, удерживающими контакт 5 в отключённом положении.

За несколько сантиметров до полностью отключённого положения контакта 5 наконечник 17 упирается в верхний конец изоляционной штанги 20 и начинает перемещать её вниз.

Нижний конец изоляционной штанги 20 связан с блоком контрольно-сигнальных контактов 21 и механизмом «отсечки» клапана отключения 14. Перемещаясь вниз, конец изоляционной штанги 20 переводит блок контрольно-сигнальных контактов в отключённое положение и одновременно снимает «подхват импульса» с клапана отключения. Клапан закрывается и прекращает впуск сжатого воздуха в дугогасительную камеру.

Открывание клапана отключения для операции отключения может происходить или от воздействия электромагнита 22 постоянного тока напряжением 50 в или от автоматического импульса от первичного электромагнитного реле 13. При увеличении тока, проходящего через выключатель, до 300—400 а первичное электромагнитное реле срабатывает и притягивает свой якорь. Якорь воздействует на изоляционную штангу 20, поворачивая её на некоторый угол вокруг оси. Нижний конец штанги 20 при этом повороте открывает клапан отключения 14 и производит отключение.

Отключающий электромагнит постоянного тока 50 в может быть возбуждён или ручным нажатием кнопки или автоматически контактами реле.

Клапан, отключения снабжён механизмом «подхвата импульса» в виде защёлки, удерживающей клапан в открытом положении, даже если командный импульс был кратковременным или почему-либо исчез. «Подхват импульса» снимается штангой 20 лишь при полном завершении операции отключения выключателя.

Для включения выключателя необходимо освободить наконечник 17 от удерживающих его защёлок 19. После открывания защёлок 19 включение выключателя производится за счёт энергии сжатой в процессе отключения пружины 10.

Открывание защёлок 19 можно производить дистанционно с помощью включающего электромагнита 23 на 50 в, действующего на изоляционную штангу 24, или непосредственно с помощью шальтштанги. При включении выключателя наконечник 17 уходит вверх. Штанга 20 освобождается и под действием специальной пружины тоже передвигается вверх; при этом контрольно-сигнальный блок переводится во включённое положение.

Со штангой 20 связан также указатель положения, указывающий включённое или отключённое положение контактов выключателя.

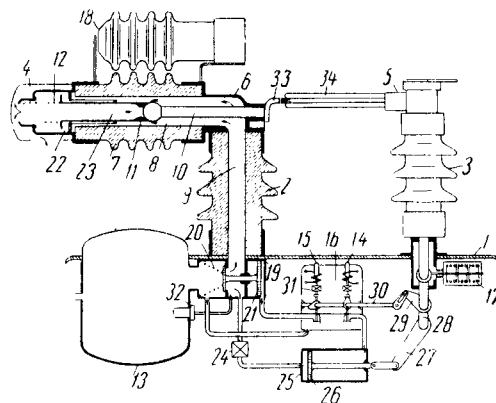
Бак 2 выключателя состоит из бесшовной стальной трубы, к которой привариваются днища и ножки для крепления бака ко дну кузова.

Все изоляционные штанги и изоляцион-

ная труба, сочленяющиеся с баком и дугогасительной камерой, выполняются из винипласта и имеют упругое крепление через толстые резиновые прокладки.

Заполнение бака сжатым воздухом происходит через обратный клапан, вмонтированный в бак. Запас воздуха в баке достаточен для двух отключений без пополнения из пневматической системы электровоза.

Контрольно-сигнальный блок представляет собой сигнальные контакты типа КСА завода «Электроаппарат» на шесть направлений. По желанию из шести направлений пять контактов могут быть установлены нормально закрытыми или нормально открытыми или в любой другой комбинации. Катушка отключающего электромагнита питается через нормально открытый контакт КСА и потребляет около 7 а. Катушка включающего электромагнита потребляет около 10 а.



Фиг. 44. Схема главного выключателя типа ДВТФ Брун-Бовери

Изоляцию выключателя выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ на испытательные и разрядные напряжения для аппаратуры высокого напряжения на напряжение 20 кВ переменного тока.

Остальные расчётные параметры выключателя (ток уставки, предельный ток отключения, собственное время выключателя и т. п.) выбирают в соответствии с требованиями технического задания.

На электровозах французских железных дорог в качестве главного выключателя применяются пневматические выключатели с воздушным дутьём типов ДВТФ Брун-Бовери.

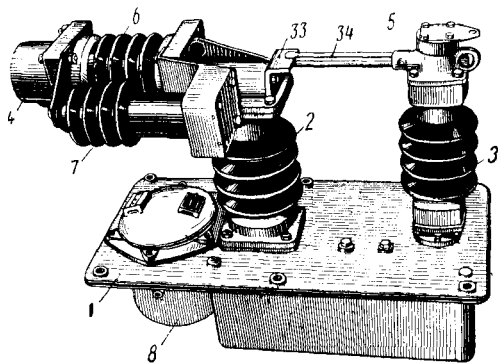
Главный выключатель типа ДВТФ Брун-Бовери состоит из основания 1 (фиг. 44), на котором установлены два опорных изолятора 2 и 3 для дугогасительной камеры 4 и разъединителя 5. Опорный изолятор 2 соединён металлической оправой 6 с изолятором 7. Изолятор 7 и опорный изолятор 2 имеют внутренние полости 8 и 9, которые служат каналами для прохода сжатого воздуха к главным контактам — неподвижному 10 и подвижному 11 патрубкового типа. При включённом состоянии главный подвижный контакт 11 прижат цилиндрической пружинной 12 к неподвижному контакту 10. Для гашения дуги, размыкания и включения главных контактов выключатель снабжён: воздушным



резервуаром 13 для запаса сжатого воздуха; специальными электромагнитными вентилями для включения 14 и выключения 15, размещёнными в приборе управления 16; блокировочным устройством 17. Параллельно главным контактам включено разрядное сопротивление 18, величина которого изменяется в зависимости от приложенного напряжения, что эффективно снижает перенапряжения при размыкании главных контактов.

Нижняя часть воздушного резервуара 13, которая входит внутрь кабины управления электровоза или пассажирского помещения вагона, покрыта теплоизоляционным материалом. Верхняя часть резервуара 13 изоляцией не покрыта, соприкасается с атмосферой и охлаждает находящийся внутри воздух. Это предохраняет дугогасительную камеру 4 и опорный изолятор 2 от образования в них влаги. Кроме этого, для выравнивания температуры в резервуаре 13 предусмотрен специальный патрон 32, который непрерывно подаёт небольшое количество воздуха в полость 9 изолятора.

При срабатывании реле перегрузки главной цепи на катушку электромагнитного вентиля 15 подаётся импульс напряжения. Вентиль 15 срабатывает и впускает сжатый воздух в цилиндр главного клапана 19 из воздушного резервуара 13. Поршень клапана 19 при этом перемещается влево, преодолевая усилие спиральной пружины 20 и через клапан 21, полости 9 и 8 подаёт сжатый воздух в цилиндр 22 дугогасительной камеры. Поршень цилиндра 22, преодолевая усилие пружины 12, перемещается влево вместе с главным контактом 11, который размыкает главную цепь. При этом открывается полость 23, через которую возникшая электрическая дуга выдувается и гасится струёй воздуха.



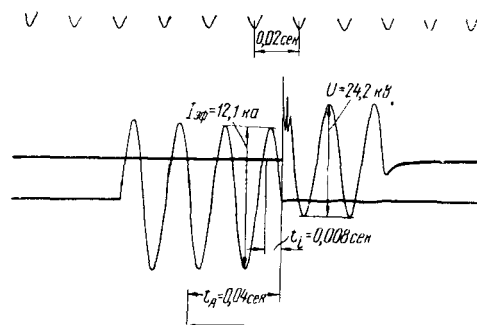
Фиг. 45. Общий вид главного выключателя типа ДВТФ Броун-Бовери

Одновременно с размыканием главной цепи сжатый воздух через редуктор 24 с некоторой выдержкой времени (пока не погаснет дуга) поступает в цилиндр 25 разъединителя. Поршень 26 перемещается вправо и закрывает клапан выключения 31 через рычаг 27, вал 28 разъединителя, рычаг 29 и вал 30 прибора управления, чем прекращается подача сжатого воздуха в цилиндр 22. После этого усилием пружины 12 снова замыкаются главные контакты. Однако цепь не будет зам-

кнута, так как блокировочные контакты 17 и силовые контакты 33 и 34 разъединителя остаются разомкнутыми. Чтобы замкнуть эти контакты, необходимо подать импульс напряжения на катушку электромагнитного вентиля 14.

Основные данные главных воздушных выключателей типов ВЭП-20 и ДВТФ приведены в табл. 9.

Общий вид выключателя ДВТФ Броун-Бовери показан на фиг. 45, а осциллограмма размыкания цепи главным выключателем при разрывной мощности 292 000 кВА и 24,2 кВ — на фиг. 46.



Фиг. 46. Осциллограмма размыкания цепи главным выключателем типа ДВТФ Броун-Бовери

Анодные выключатели предназначены для защиты инверторов при обратных зажиганиях.

На электровозах НО установлены анодные выключатели типа ВАБ-15, имеющие следующие технические данные:

Номинальное напряжение в в . . . . .	1500
Длительный ток в а . . . . .	2 000
Напряжение на зажимах удерживающей катушки в в . . . . .	50
Вес выключателя в кг . . . . .	145

Конструкция анодных выключателей аналогична конструкции быстродействующих выключателей электровозов постоянного тока.

Таблица 9

Основные данные главных выключателей

Показатель	Тип выключателя	
	ВЭП-20	ДВТФ (№ 301250)
Номинальное напряжение в кВ . . . . .	20±10%	25
Номинальный ток в а . . . . .	150	400
Ток уставки в а . . . . .	300—400	—
Разрывная мощность в кВА . . . . .	100	200
Полное время срабатывания в сек. . . . .	0,1	0,0035
Напряжение катушки привода в в . . . . .	50	72
Вес в кг . . . . .	260	150
Расход воздуха на одно срабатывание в л . . . . .	—	35
Объём бака в л . . . . .	100	(при 7 атм)
Привод . . . . .	Электропневматический и ручной	

На электровозах ВВ12001—ВВ12014 для упрощения схемы силовой цепи применено непосредственное электрическое соединение между трансформатором, игнитронами и тяговыми двигателями и анодные выключатели отсутствуют. На этих электровозах роль выключателей обратного тока выполняют игнитроны, которые устраняют возможность самовозбуждения двигателей, когда электровоз передвигается в недействующем состоянии.

Реле перегрузки и боксования, плавкие высоковольтные предохранители и разрядники. Конструкция и назначение этих аппаратов принципиально не отличаются от подобных аппаратов электрических локомотивов постоянного тока.

Реле заземления. При пробое изоляции или возникновении кругового огня по коллектору тягового двигателя, сопровождающегося перебросом дуги на корпус или заземления, по неисправности силовой цепи со стороны средней точки трансформатора срабатывает реле заземления. Реле заземления вызывает выключение главного выключателя.

## АППАРАТЫ СИЛОВОЙ ЦЕПИ И ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ

### Контакты

Контакты с индивидуальным электропневматическим приводом на электровозах ПО применяют для: перехода с одной ступени трансформатора на другую (для регулирования напряжения на зажимах двигателей); замыкания накоротко групп тяговых двигателей во время предварительного нагрева анодов игнитронов после длительной стоянки электровоза в зимнее время (дополнительные контакты); замыкания части сопротивлений, подключённых параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей (контакты ослабления поля).

Устройство электропневматического контактора, осуществляющего включение и выключение отдельных секций вторичной обмотки трансформатора, показано на фиг. 47. Этот контактор построен на базе контактора ПК-301, применяемого на электровозах постоянного тока, и имеет следующие данные:

Напряжение номинальное в в . . . . .	2 000
» максимальное » » . . . . .	2 200
Ток длительный в а . . . . .	500

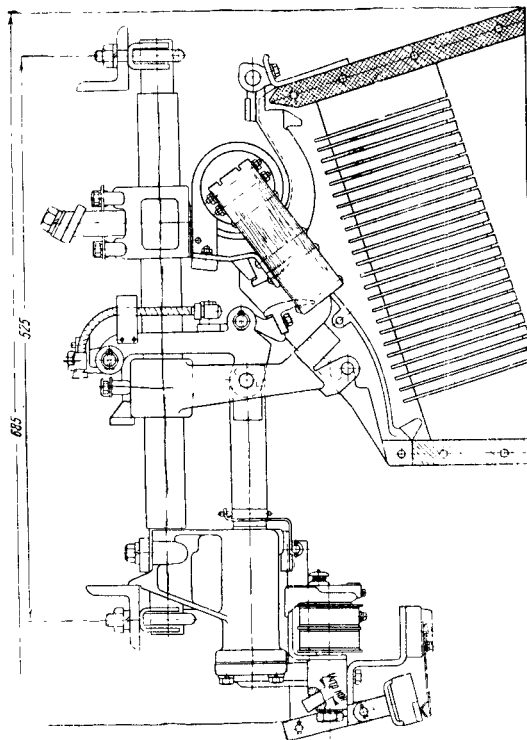
В качестве дополнительных контакторов применяют контакторы типа ПК-141 и для ослабления поля — контакторы ПК-302Г и ПК-303Б электровозов постоянного тока.

Контакты с групповым приводом применяют на электровозах ПО—для переключения полуфаз вторичной обмотки трансформатора, это даёт возможность иметь большее число ступеней регулирования скорости при данном количестве выводов вторичной обмотки трансформатора; на электровозах ВВ12001 — ВВ12014 — для регулирования скорости путём ослабления поля.

Эти групповые контакты имеют электропневматический привод и кулачковые контактные элементы (контакты). По конструкции у них много общего с групповыми контакторами электровозов постоянного тока.

### Групповые автоматические контроллеры

На электровозах ПО групповой автоматический контроллер служит для управления индивидуальными контакторами ступеней трансформатора. Автоматический контроллер должен обеспечить строгую последовательность работы индивидуальных контакторов, так как неправильная очерёдность их действия может привести к короткому замыканию секций трансформатора или к разрыву цепи питания тяговых двигателей.

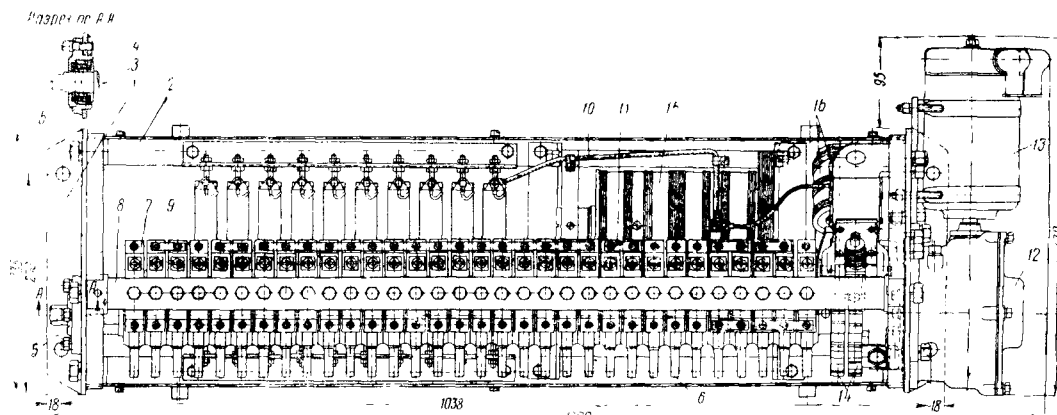


Фиг. 47. Индивидуальный электропневматический контактор переменного тока

Устройство группового контроллера показано на фиг. 48. Групповой контроллер имеет 17 основных позиций. Кулачковый вал контроллера вращается небольшим электродвигателем СМ (фиг. 49), питаемым от цепи управления напряжением 50 в.

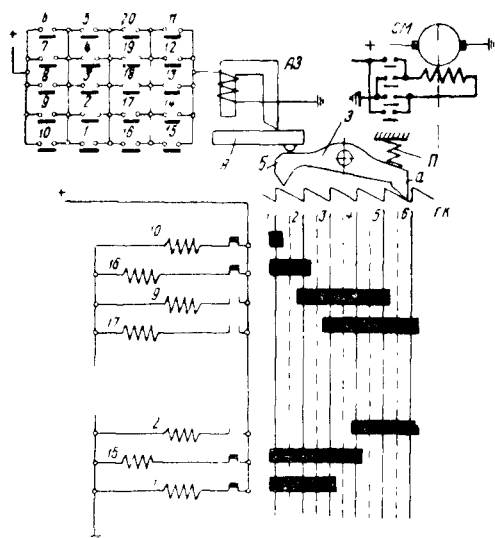
Этот электродвигатель на всех рабочих позициях реверсивной рукоятки контроллера машиниста оказывается включённым, и его якорь создаёт момент, действующий на вал группового контроллера.

Электродвигатель СМ имеет параллельную обмотку возбуждения. При прямом включении обмотки возбуждения электродвигатель вращается в одном направлении, поворачивая кулачковый вал контроллера от 1-й позиции к 17-й при встречном включении обмоток трансформатора; при обратном включении обмотки возбуждения электродвигатель вращается в обратном направлении и проходит



Фиг. 48. Групповой контроллер автоматического пуска: 1—каркас; 2—угольник; 3—главный кулачковый вал; 4—шариковый подшипник; 5—корпус подшипника; 6—кулачковые шайбы; 7—кулачковые контакторы; 8—стойка; 9—сопротивление; 10—щиток; 11—шина; 12—редуктор; 13—электродвигатель; 14—храповики анкерного механизма; 15—дроссель; 16—катушки анкерного механизма

от 17-й позиции до 33-й, которые отличаются от соответствующих позиций прямого хода только тем, что относятся к согласованному включению обмоток трансформатора.



Фиг. 49. Схема группового автоматического контроллера электровоза ПО

На 1-й позиции группового контроллера замкнуты цепи катушек Вентилей контакторов 1, 10, 15 и 16. После включения этих контакторов их блокировкой замыкается цепь питания электромагнита анкерной защёлки АЗ, удерживающей кулачковый вал группового контроллера на 1-й позиции. К электромагниту АЗ притягивается якорь А, правый конец которого отжимает вниз левое плечо защёлки и её зуб а выходит на впадины храповика, а зуб б опускается во впадину. При этом двигатель СМ переводит кулачковый вал группового контроллера ГК в промежуточное положение между позициями 1 и 2.

В промежуточном положении защёлка 3 удерживает вал до тех пор, пока не выключ-

нется контактор 10, цепь вентилей которого в промежуточном положении прерывается кулачковым контактором контроллера. После включения контактора 10 его блокировка прерывает цепь катушки АЗ, якорь А отпадает от электромагнита, а защёлка 3 под действием пружины П поворачивается по часовой стрелке так, что зуб б защёлки позволяет вращаться валу контроллера. Остановка вала на 2-й позиции фиксируется зубом а защёлки. На 2-й позиции замыкается цепь вентилей контактора 9, после включения которого возможно дальнейшее движение вала на промежуточную позицию между 2-й и 3-й позициями. При этом катушка электромагнита АЗ будет уже питаться через блокировку контакторов 9, 1, 16 и 15. Далее процессы переходов повторяются тем же порядком.

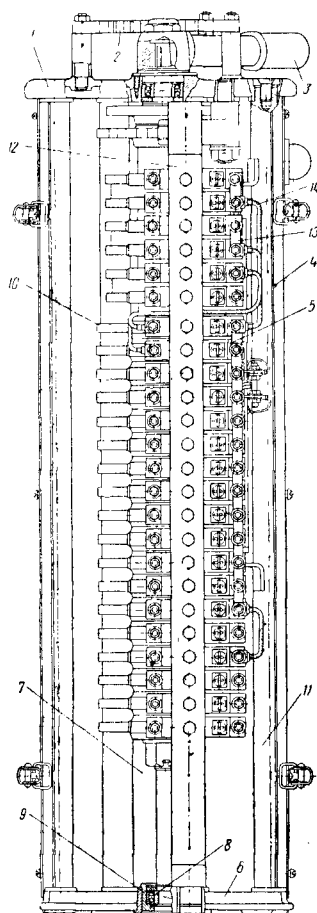
Описанное устройство ставит в зависимость перемещение кулачкового вала контроллера на каждую следующую (промежуточную или основную) позицию от выключения и включения очередных индивидуальных контакторов.

Групповой контроллер имеет два храповика и две анкерные защёлки АЗ. При прямом вращении движением кулачкового вала управляет одна анкерная защёлка, при обратном вращении — другая защёлка.

### Контроллеры машиниста

Контроллер машиниста (фиг. 50) электровоза ПО имеет две рукоятки: реверсивную и главную. Реверсивная рукоятка имеет четыре положения, кроме нулевого: «Вперёд, полное поле», «Вперёд, ослабленное поле» и два таких же положения для хода назад. Главная рукоятка имеет 7 положений, кроме нулевого. Положения «Фиксация» и «Ручной пуск» служат для ручного (неавтоматического) пуска электровоза: при каждом переводе рукоятки из положения «Фиксация» в положение «Ручной пуск» и обратно происходит переключение на одну ступень. На положениях «Пуск 5 мин.», «Пуск 3,5 мин.», «Пуск 2 мин.» и «Пуск 0,3 мин.» происходит автоматический (хронометриче-

ский) пуск с общим временем переключения всех ступеней, до 33-й включительно, соответственно за 5; 3,5; 2 или 0,3 мин. На положении «Выключение 0,3 мин.» осуществляется обратный процесс переключения ступеней с временем полного выключения 0,3 мин. При постановке рукоятки в положение 0 происходит выключение без выдержки времени.



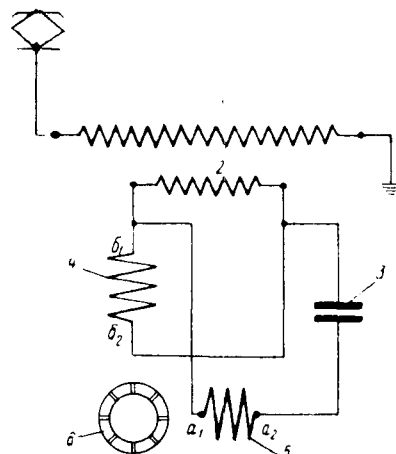
Фиг. 50. Контроллер машиниста электровоза НО: 1—крышка; 2—сектор зубчатый; 3—главная рукоятка; 4—кожух; 5—кулачковый контактор; 6—рама; 7—главный вал; 8—шариковый подшипник главного вала; 9—корпус подшипника; 10—кулачковая шайба; 11—стержень; 12—стойка; 13—шина соединительная; 14—провод.

На электровозах ВВ12001—ВВ12014 управление ручное, осуществляемое с поста управления. В агрегате управления весом 130 кг сгруппированы все органы управления и блокировки переключателя ступеней, кулачковых контакторов вспомогательных устройств и реверсоров. Агрегат управления имеет по концам маховики управления со съёмной рукояткой (см. фиг. 54), реверсивную рукоятку и педаль управления со съёмным упором. Агрегат управления через зубчатую и карданную передачу соединён непосредственно с переключателем ступеней и контакторами вспомогательных цепей.

## ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Для привода компрессоров, вентиляторов, масляных насосов, генераторов управления на локомотивах с нонными преобразователями применяются асинхронные конденсаторные электродвигатели, питаемые от главного трансформатора, или асинхронные электродвигатели трёхфазного тока, питаемые от специального преобразователя фаз.

Магнитное поле у асинхронного конденсатора двигателя создаётся обмоткой статора, которая питается переменным током. Для создания вращающегося магнитного поля в одну из фазных обмоток статора включают конденсатор (фиг. 51). При включении двигателя по схеме фиг. 51 переменный ток в фазных



Фиг. 51. Схема подсоединения к однофазной сети конденсаторного асинхронного двигателя с двухфазной обмоткой статора: 1—первичная обмотка трансформатора; 2—вторичная обмотка трансформатора; 3—конденсатор; 4—главная фаза обмотки статора; 5—конденсаторная фаза обмотки статора; 6—ротор

обмотках статора создаёт н. с., смещённые в пространстве, в результате чего образуется вращающееся магнитное поле. Симметрия н. с. фазных обмоток, при которой получается круговое вращающееся поле, возможна лишь при определённых режимах работы двигателя, отклонение от которых вызывает образование эллиптического вращающегося поля или инверсных полей, приводящих к увеличению потерь, снижению к. п. д. и ухудшению электрохимических характеристик. Для устранения или уменьшения несимметрии фазных нагрузок в конденсаторном двигателе прибегают к переключению числа витков, введению регулируемого автотрансформатора, ступенчатому изменению ёмкости конденсаторов или включению регулируемых реактивных сопротивлений в одну из фазных цепей (по предложению академика В. С. Кулебакина) [44].

На опытных электровозах НО для привода вспомогательных машин применены конденсаторные асинхронные двигатели с двухфазной обмоткой статора и короткозамкнутым ротором типов: АС-72-4 (для привода вентиляторов), АС-81-6 (для привода компрессоров), А-52-4 (для привода генератора управления), А-42-2 (для привода масляного насоса) и АОС-42-2 (для привода водяных насосов).

Т а б л и ц а 10

Основные данные конденсаторных асинхронных двигателей электровоза НО

Показатель	Тип двигателя				
	АС-72-4	АС-81-6	А-52-4	А-42-2	АОС-42-2
Мощность на валу в кет . . . . .	21,65*	15,2*	3,1*	1,99*	1,99*
Скорость вращения в об/мин	1450	960	1440	2970	2900
Коэффициент мощности . . . . .	0,82	0,77	0,906	—	—
Напряжение фазы прямого включения в а	380	380	380	380	380
Рабочий ток фазы прямого включения в а . . . . .	27,3	17	6,65	7,23	7,3
Рабочий ток в линии в а . . . . .	38,2	62	10	4,23	5,2
Напряжение конденсаторной фазы в а . . . . .	226	240	224	240	224
Рабочий ток конденсаторной фазы в а . . . . .	61,8	80	11,6	7,95	8,2
Рабочая ёмкость (при напряжении 380 в) в р. F	420	520	80	55	55
Пусковая ёмкость в р. F . . . . .	260	600	300	215	215
Пусковой момент в кгм . . . . .	—	24	—	0,72	—
Пусковой ток в фазе прямого включения в а	224,3	—	70,3	—	—
Пусковой ток в конденсаторной фазе в а . . . . .	112	—	84,5	—	—
Пусковой ток в линии в а . . . . .	147	—	26	—	—

\* Основные данные двигателя даны по результатам испытаний института МЭИ.

\*\* Основные данные двигателя даны по формулам завода НЭВЗ.

Основные данные этих двигателей приведены в табл. 10.

На одном опытном электровозе НО и на электровозах ВВ12001—ВВ12014 для привода вспомогательных машин установлены асинхронные трёхфазные короткозамкнутые двигатели с питанием от однофазно-трёхфазного вращающегося преобразователя.

Преобразователь пускается как асинхронный однофазный двигатель, третья фаза которого питается через омическое сопротивление от дополнительного вывода вспомогательной обмотки. При приближении к нормальной скорости третья фаза преобразователя от вспомогательной обмотки трансформатора отключается, но в ней уже возникает э. д. с., индуцированная вращающимся полем ротора, которая вместе с напряжением других фаз образует систему симметричного трёхфазного напряжения.

### РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Основными требованиями, предъявляемыми к расположению оборудования на электрических локомотивах с ионными преобразователями, являются:

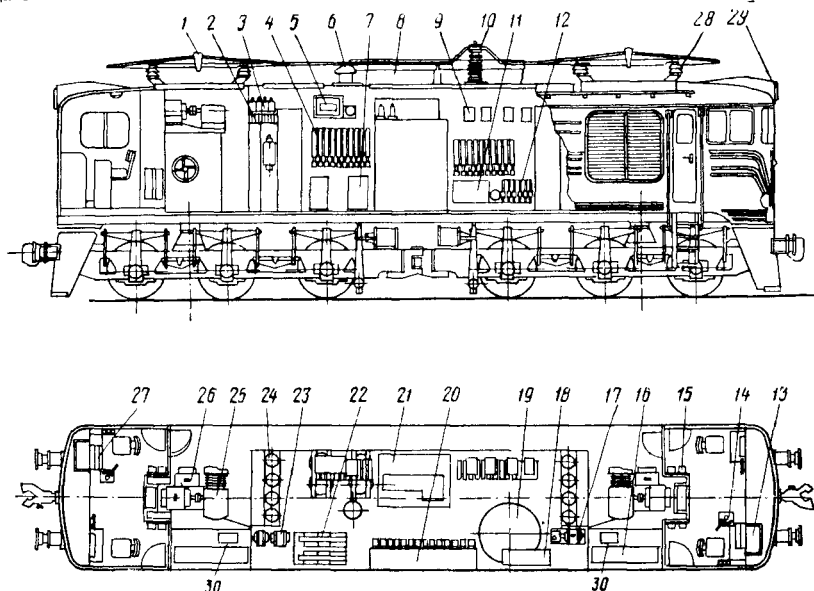
1) обеспечение удобного доступа к машинам и аппаратам;

2) удобство монтажа и демонтажа;

3) минимальная длина трубопроводов системы охлаждения игнитронов и трансформатора;

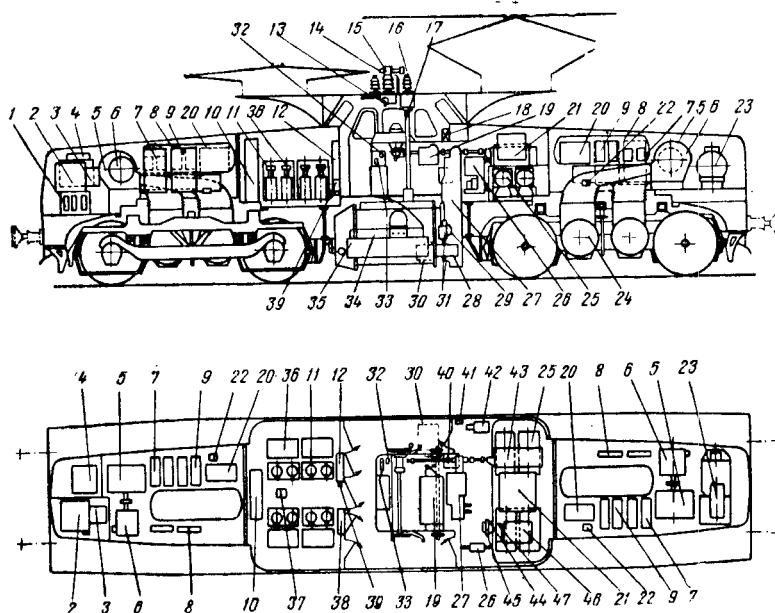
4) равномерное распределение веса оборудования вдоль продольной и поперечной осей электровоза.

Примеры расположения оборудования на электровозах с ионными преобразователями показаны на фиг. 52 [45] и 53.

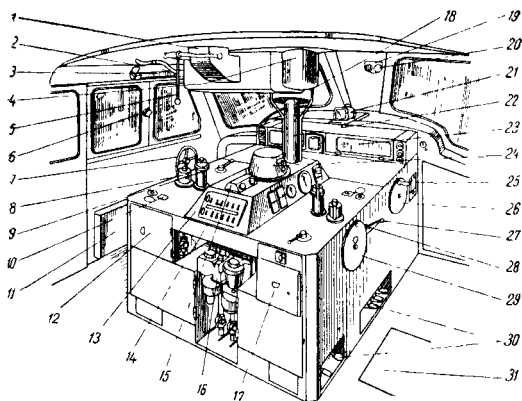


Фиг. 52. Расположение оборудования на электровозе НО:

1—пантограф; 2—аварийный переключатель; 3—конденсаторы силовые; 4—контакты; 5—переключатель обмоток трансформатора; 6—главный выключатель; 7—дрессель переходной; 8—главные резервуары; 9—анодные делители; 10—разрядник; 11—реверсор; 12—отключатель двигателей; 13—пулт управления; 14—контроллер машиниста; 15—электронес; 16—радиаторы охлаждения; 17—масляный насос; 18—контроллер групповой; 19—реактор сглаживающий; 20—панель реле и контакторов; 21—трансформатор силовой; 22—выключатели анодные; 23—мотор-генератор управления; 24—шкаф игнитронов; 25—мотор-компрессор; 26—мотор-вентилятор; 27—кнопочный выключатель; 28—высоковольтный изолятор; 29—прожектор; 30—насосы водяного охлаждения



Фиг. 53. Расположение оборудования на электровозе ВВ12001: 1—аккумуляторная батарея; 2—однофазно-трёхфазный вращающийся преобразователь (агрегат Арно); 3—генератор; 4—вспомогательный трансформатор; 5—вентиляторы тяговых двигателей; 6—двигатели вентиляторов; 7—индуктивные шунты; 8—охлаждающие радиаторы игнитронов; 9—сопротивления шунтировки; 10—блок водяного охлаждения игнитронов; 11—агрегат игнитронов; 12—распределительный щит батарей и сборных шин; 13—переключатель заземления; 14—главный выключатель; 15—разъединитель пантографов; 16—ввод через крышу; 17—трансформатор тока для общего реле перегрузки; 18—блок с реле на пульте управления; 19—переключатель шунтировки; 20—реверсор; 21—сопротивления переключателя ступеней; 22—реле вентиляций; 23—группа мотор-компрессора; 24—тяговый двигатель; 25—сглаживающий реактор; 26—контактор для включения поездного отопления; 27—переключатель ступеней; 28—масляный насос; 29—трансформатор тока к счётчику электроэнергии; 30—расширитель главного трансформатора; 31—трансформатор напряжения к счётчику электроэнергии; 32—контактор подогрева воды; 33—контактор компрессора; 34—главный трансформатор; 35—охладитель главного трансформатора; 36—панель с аппаратурой возбуждения игнитронов; 37—трансформатор для тепловой защиты (игнитронов); 38—блок реле игнитронов; 39—шина и сопротивление цепи заземления; 40—ящик разъединителя поездного отопления; 41—регулятор давления компрессора; 42—вспомогательный компрессор; 43—групповые кулачковые контакторы вспомогательных машин; 44—трансформатор тока для контроля цепей отопления; 45—разъединитель поездного отопления; 46—пусковое сопротивление агрегата Арно; 47—вспомогательные сопротивления



Фиг. 54. Общий вид кабины управления электровоза ВВ12001: 1—разъединитель заземления; 2—указатель положения главного выключателя; 3—сигнальный факел; 4—главный выключатель с резервуаром сжатого воздуха; 5—рычаг звукового сигнала; 6—выдвижное окно; 7—маховик ручного тормоза; 8—кран автоматического тормоза; 9—кран прямодействующего тормоза; 10—кнопка непосредственного отключения главного выключателя; 11—обогреватель кабины; 12—вспомогательные контакты; 13—корпус щита управления; 14—пульт с выключателями; 15—сигнальные лампы; 16—агрегат воздушного тормоза; 17—подогрев пищи; 18—трансформатор тока на 25 кВ; 19—сигнальный гудок (сирена); 20—сигнальный звонок; 21—содометер; 22—конденсаторный вывод 25 кВ; 23—отверстие для доступа к реле; 24—указатель положений переключателей ступеней и ослабления поля; 25—выключатель вспомогательного воздушного насоса; 26—маховик переключателя ослабления поля; 27—рычаг управления реверсом; 28—съёмная рукоятка маховика; 29—маховик главного переключателя ступеней; 30—педаль песочницы, блокировка устройства против скольжения колёс и отпуска тормозов; 31—электропечь для ног

Общий вид кабины с центральным расположением электровоза ВВ12001 показан на фиг. 54.

Центральное расположение кабин управления сокращает количество оборудования,

кабельной проводки, снижает вес локомотива и удобно при маневровой работе.

Однако на электровозах с центральной кабиной управления условия обслуживания вспомогательных машин ухудшаются.

## СХЕМЫ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ

### Общие сведения

Схема силовой цепи локомотива с ионными преобразователями в основном определяется типом схемы выпрямления (мостовая или с нулевым выводом), схемой регулирования напряжения выпрямителя, количеством вентиляей, способом обеспечения их параллельной работы и способом отключения тяговых двигателей и вентиляей при аварийных режимах.

Тяговые двигатели на локомотивах с ионными преобразователями обычно строят на полное напряжение выпрямителя и соединяют параллельно; перегруппировка их для регулирования скорости при нормальном режиме не предусматривается. Исключение могут иметь локомотивы, предназначенные для питания от контактной сети как переменного, так и постоянного тока.

По способу соединения вентиляей с тяговыми двигателями схемы подразделяются на индивидуальные и групповые. В индивидуальных схемах каждый тяговый двигатель подключается к двум вентилям и образует с ними самостоятельную единицу. При таком разделении питания каждого двигателя наиболее просто решается схема аварийного режима. При неисправности одного из двигателей он может быть выключен путем выключения управления его вентиляей. Также может быть выключена неисправная группа вентиляей совместно со своим двигателем. При этом электровоз теряет усилие тяги одной оси. Такая схема, например, применяется на электровозах ВВ12000 французских железных дорог. В групповых схемах тяговые двигатели объединяют в группы, подключаемые к группам вентиляей. Первые из указанных схем требуют большого количества вентиляей, но благодаря возможности отключения тяговых двигателей с помощью вентиляей позволяют уменьшить количество коммутационной аппаратуры; вторые — позволяют сократить число вентиляей, но требуют большого количества контакторов и разъединителей.

В групповых схемах в случае неисправности части вентиляей группы тяговых двигателей можно соединять последовательно и питать от одной половины выпрямительной установки локомотива. В этом случае локомотив полностью сохраняет тяговое усилие за счет понижения скорости движения в два раза.

В построении схем силовых цепей должны учитываться особенности, вызываемые шунтированием обмоток возбуждения тяговых двигателей омическим сопротивлением. При коротком замыкании на «землю» в одном из двигателей группы возникает короткое замыкание всех двигателей. При отсутствии шунтирования обмоток возбуждения такое короткое замыкание не представляло бы опасности для двигателей последовательного возбуждения, так как оно вызывало только кратковременный и относительно небольшой толчок генераторного тока, который быстро бы исчезал благодаря размагничиванию двигателей. Однако при шунтированных обмотках возбуждения генераторный ток протекает через шунт и размагничивание двигателей происходит замедленно, что вызывает резкое

увеличение толчка тока. Этот недостаток устраняется выполнением схемы силовой цепи без заземления или с заземлением через большое сопротивление и реле заземления, которое используется для защиты тяговых двигателей и всей силовой цепи от перебросов и коротких замыканий на землю.

Защита от обратных зажигания может осуществляться быстродействующими выключателями обратного тока или «запиранием вентиляей». При этом в анодные цепи выпрямителей включаются реле обратного тока, которые срабатывают при обратном зажигании вентиляей.

### Схема силовой цепи электровоза НО

Цепь тока высокого напряжения (20 000 в) проходит от пантографов 21 и 22 (фиг. 55) через главный выключатель 34, первичную обмотку трансформатора 32 и трансформатор тока 33 к рельсам. К трансформатору тока 33 подключен счётчик электроэнергии 84.

Для защиты трансформатора от перенапряжений в контактной сети между пантографом и землёй включён разрядник 31.

От средней части вторичной обмотки Б—Ж сделаны выводы для регулирования напряжения на зажимах тяговых двигателей; средняя точка этой части обмотки («нулевая» точка) соединена через разъединители 55 и 56, катушки сглаживающего реактора 41, отключатели тяговых двигателей ОМ1—ОМ6 и реле перегрузки 42—47 с тяговыми двигателями I—VI.

Выводы Б, В, Г, Д, Е, Л, К, И и Ж средней части вторичной обмотки через индивидуальные контакторы 1—20, переходные реакторы 39 и 40 и кулачковые контакторы переключателя обмоток трансформатора 85 соединены с крайними частями (полуфазами) А1—Х1 и Х2—А2. Выводы А1 и А2 через анодные выключатели 70 и 71, разъединители 55 и 56 и анодные делители 35—38 соединены с двумя выпрямительными агрегатами с игнитронами 23—26 в одном и 27—30 в другом. От первого агрегата получают питание через разъединитель 55 параллельно соединённые тяговые двигатели I—III, от второго — через разъединитель 56 двигатели IV—VI.

Регулирование напряжения на зажимах выпрямителей (двигателей) осуществляется контакторами 1—20 и контакторами переключателя 85, которые соединяют часть вторичной обмотки трансформатора Б—Ж или согласованно с частями обмотки А1—Х1 и Х2—А2 (фиг. 56, а) или встречно (фиг. 56, б). В первом случае напряжения частей обмоток А1—Х1 и Х2—А2 складываются с напряжением части обмотки Б—Ж; во втором — к выпрямительным агрегатам подводится разность напряжений частей обмоток А1—Х1, Х2—А2 и части Б—Ж.

1-я позиция с наименьшим напряжением на зажимах тяговых двигателей получается замыканием контакторов 1, 10, 15 и 16 в положении переключателя контакторов 85, соответствующем встречному соединению частей вторичных обмоток трансформатора (см. фиг. 55). При таком включении на выпрямители подаётся небольшое напряжение

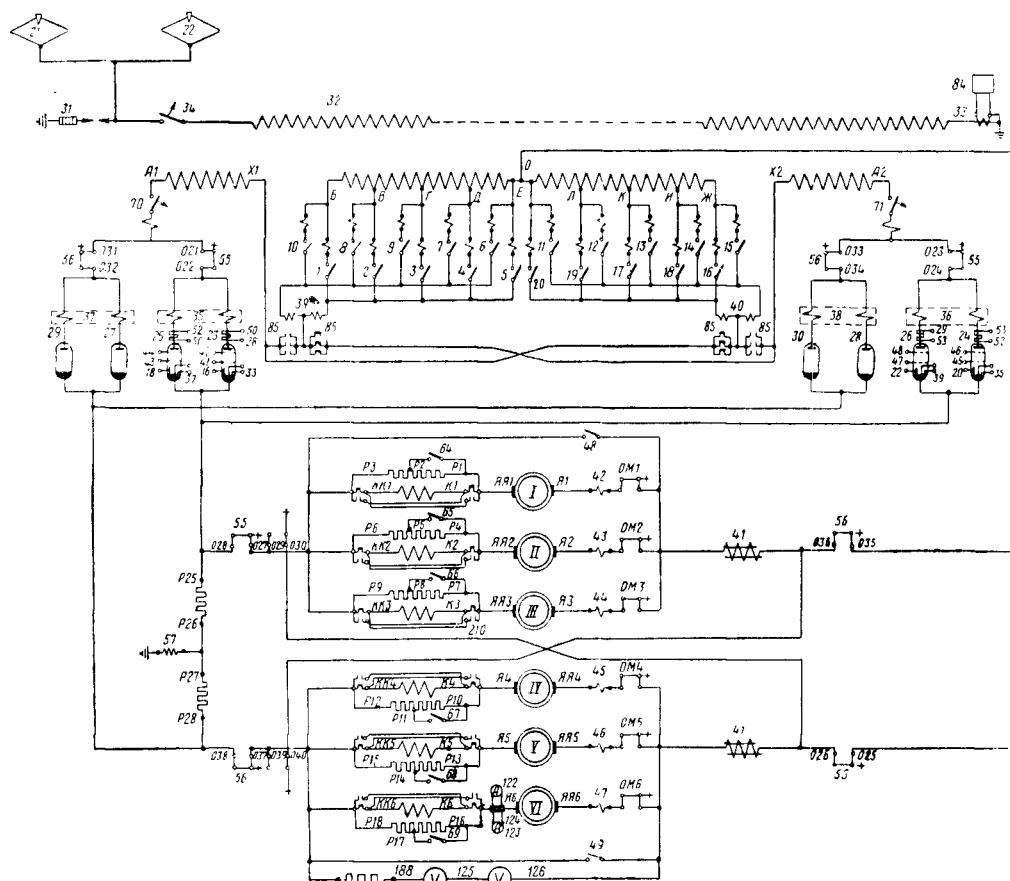
за счёт того, что напряжение на частях вторичной обмотки  $X1 — A1$  и  $X2 — A2$  несколько больше, чем напряжение на частях обмотки  $0 — B$  и  $0 — Ж$ .

При переходе на 2-ю позицию размыкается контактор 10 и замыкается контактор 8. При этом напряжение действующей части обмотки  $0 — B$  уменьшается на половину напряжения секции  $B — В$ , так как часть обмотки  $A2 — X2$  присоединена к средней точке переходного реактора 39, делящего напряжение секции

т. е. увеличение напряжения на тяговых двигателях.

При переходе на 5-ю позицию размыкается контактор 15 и замыкается контактор 14. Дальнейшее переключенное ступеней не отличается от описанного и может быть рассмотрено по табл. 11.

Как видно из табл. 11, на 17-й позиции пуска замкнуты контакторы 5, 6, 11 и 20, что будет соответствовать полному выключению средней части обмотки. К выпрямитель-



Фиг. 55. Принципиальная схема силовой цепи электровоза НО

пополам. Так как вычитаемое напряжение уменьшается, общее напряжение между выводами  $0$  и  $A2$  соответственно увеличивается. Напряжение на тяговых двигателях, которое определяется средним напряжением между выводами  $0$  и  $A1$  и выводами  $0$  и  $A2$  также увеличивается.

При переходе на 3-ю позицию размыкается контактор 16 и замыкается контактор 18. При этом напряжение между выводами  $0$  и  $A1$  повышается и сравнивается с напряжением между выводами  $0$  и  $A2$ .

На 4-й позиции размыкается контактор 1 и замыкается контактор 2, что соответствует полному выключению одной секции части обмотки  $0 — B$  из цепи и даёт дальнейшее уменьшение вычитаемой части напряжения,

ным агрегатам на этой ступени подведено полное напряжение частей обмоток  $A1 — X1$  и  $X2 — A2$ .

Для дальнейшего регулирования переключатель обмоток трансформатора 85 переводится в положение, соответствующее согласованному соединению частей обмоток  $A1 — X1$ ,  $B — Ж$  и  $X2 — A2$ , а контакторы включаются и выключаются в обратном порядке. При этом напряжение полуфаз  $0 — B$  и  $0 — Ж$  ступенями добавляется к напряжению частей обмоток  $A1 — X1$  и  $X2 — A2$ . На 33-й позиции к выпрямительным агрегатам подведено наибольшее напряжение, равное сумме напряжений частей обмоток. При холостом ходе это напряжение равно около 2 060 в. При этом выпрямленное напряжение на зажимах тяго-



Таблица 11

Последовательность замыкания контакторов

Позиции (ступени)		Контакторы																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	33	1	—	—	—	—	—	—	8	—	10	—	—	—	—	15	16	—	—	—	—
2	32	1	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	15	16	—	—	—	—
3	31	1	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	15	16	—	18	—	—
4	30	—	2	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—
5	29	—	2	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	14	—	—	—	18	—	—
6	28	—	2	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	14	—	—	—	18	—	—
7	27	—	2	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	14	—	—	17	—	—	—
8	26	—	—	3	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	14	—	—	17	—	—	—
9	25	—	—	3	—	—	—	—	—	9	—	—	—	13	—	—	—	17	—	—	—
10	24	—	—	3	—	—	—	7	—	—	—	—	—	13	—	—	—	17	—	—	—
11	23	—	—	3	—	—	—	7	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	19	—	—
12	22	—	—	3	—	—	—	7	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	19	—	—
13	21	—	—	—	4	—	—	7	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	19	—	—
14	20	—	—	—	4	—	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	19	—	—
15	19	—	—	—	4	—	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	20	—
16	18	—	—	—	—	5	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	20	—
17	—	—	—	—	—	5	6	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	20	—

вых двигателей составляет 1850 в. При нагрузке оно соответственно уменьшается.

Все ступени регулирования, с 1-й по 33-ю, могут быть использованы для пуска электро-воза.

Для длительной работы электровоза предназначены только те позиции, на которых напряжение между выводами 0 и X1 равно напряжению между выводами 0 и X2 и переходные реакторы 39 и 40 присоединены крайними своими зажимами на один и тот же

члены омические сопротивления ( $P1—P3$ ,  $P4—P6$ ,  $P7—P9$ ,  $P10—P12$ ,  $P13—P15$ ,  $P16—P18$ ) девятикратной величины по сравнению с сопротивлением обмотки.

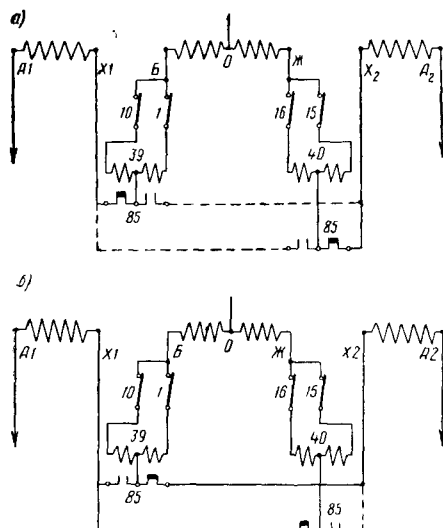
На 33-й позиции возможно дальнейшее повышение скорости электровоза ослаблением поля тяговых двигателей. Чтобы уменьшить толчок тока при ослаблении поля до 50% одной ступенью, предварительно автоматически производится возврат на 29-ю позицию, после чего замыканием контакторов 64—69 ослабляется поле тяговых двигателей и вновь с ослабленным полем повторяется ступенчатый пуск до 33-й позиции.

При неисправности одного из выпрямительных агрегатов возможно движение электро-воза с питанием всех шести тяговых двигателей от одного исправного выпрямительного агрегата. Неисправный агрегат выключается ножевым переключателем 55 или 56, а группы тяговых двигателей соединяются последовательно. Такое переключение позволяет сохранить полное тяговое усилие и, не уменьшая веса состава, следовать с пониженной скоростью.

Для выключения неисправных тяговых двигателей служат ножи отключателей двигателей OM1—OM6.

При коротких замыканиях в цепи вторичной обмотки трансформатора последний отключается от токоприемников главным выключателем 34. Выключатель срабатывает под воздействием электромагнита, имеющегося в выключателе, питаемого от трансформатора тока. При обратных зажиганиях в инверторах, приводящих к короткому замыканию вторичной обмотки трансформатора, срабатывают быстродействующие выключатели обратного тока 70 и 71, которые отключают выпрямители от трансформатора.

В случае возникновения кругового огня по коллектору тягового двигателя, сопровождающегося перебросом дуги на корпус, или пробоя изоляции и заземления силовой цепи со стороны средней точки трансформатора («минуса» выпрямленного напряжения) срабатывает реле заземления 57, соединенное через добавочные сопротивления P25—P26 и P27—P28 с катодами выпрямителей. Это реле вызывает выключение главного выключателя.



Фиг. 56. Схемы соединения частей вторичной обмотки трансформатора: а — согласованное включение; б — встречное включение

вывод трансформатора. На этих позициях не создается дополнительных потерь, которые возникают при включении реакторов к отдельным секциям вторичной обмотки. Ходовыми позициями являются 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29 и 33.

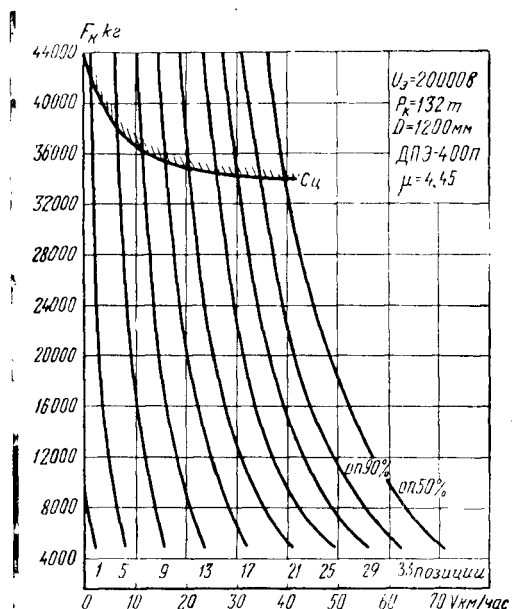
Обмотки возбуждения тяговых двигателей имеют значительную индуктивность, представляющую большое сопротивление переменному току, поэтому для пропуска пульсирующей составляющей выпрямленного тока параллельно этим обмоткам постоянно вклю-

чателя 34. При перегрузках тяговых двигателей срабатывают реле перегрузки 42—47, блокировочные контакты которых выключают цепи питания сеток игнитронов, т. е. снимают напряжение с тяговых двигателей. Одновременно контакты реле перегрузки выключают контакторы регулирования 1—20.

В цепи тягового двигателя VI включён шунт амперметра 124, к которому присоединены амперметры 122 и 123, установленные в кабинах машиниста.

Параллельно группе тяговых двигателей IV—VI через добавочные сопротивления 188 включены вольтметры 125 и 126, показывающие величину выпрямленного напряжения. При аварийном режиме, когда группы двигателей включаются последовательно, вольтметры показывают половину выпрямленного напряжения, т. е. показывают действительное напряжение на зажимах тяговых двигателей.

Для предварительного нагрева анодов вентиля после длительной стоянки в зимнее время на нулевой позиции контроллера возможно включение 1-й ступени напряжения помимо тяговых двигателей. Последнее в этом случае замыкается накоротко контактами 48 и 49.



Фиг. 57. Тяговые характеристики электролозоза НО

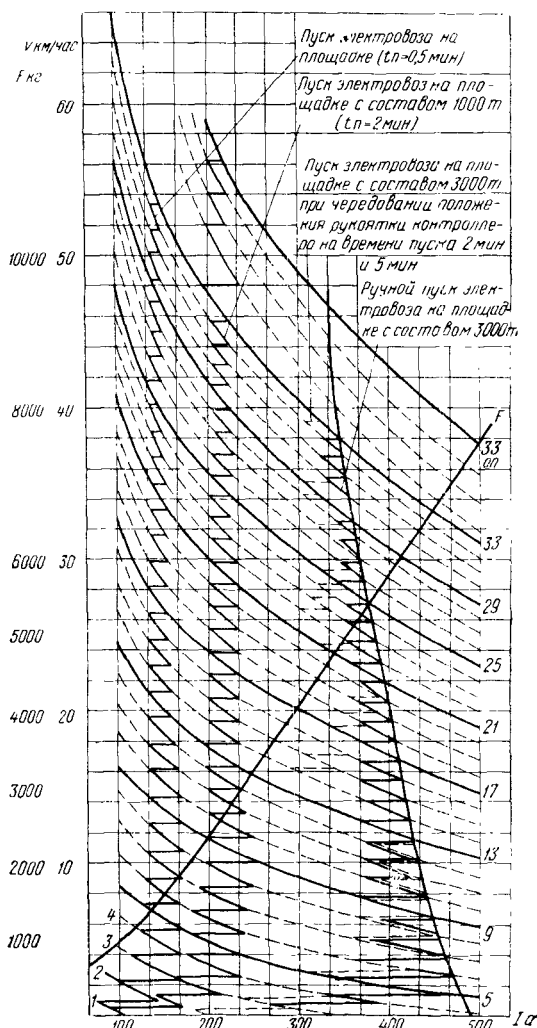
Тяговые характеристики и пусковая диаграмма электровоза НО показаны на фиг. 57 и 58.

#### Схема силовой цепи электровоза ВВ12001

Цепь тока высокого напряжения (25 000 в) от пантографов 1 и 2 (фиг. 59) через разъединители 3 и 4, главный выключатель 5 проходит первичную обмотку 6 автотрансформатора к рельсам.

Первичная обмотка 6 имеет выводы 1—20 для регулирования напряжения от 810 до 16 700 в при холостом ходе и 25 кВ контак-

ной сети. Переход с одной ступени на другую осуществляется переключателем ступеней 7 Броун-Бовери, который соединён с первичной обмоткой 8 главного трансформатора. Вторичная обмотка 9 главного трансформатора вы-



Фиг. 58. Пусковая диаграмма электровоза НО

полнена с нулём в средней точке и через сглаживающие реакторы 10 соединена с якорями тяговых двигателей I — IV. Реверсирование двигателей производят реверсом 11.

Выводы E и K вторичной обмотки 9 соединены непосредственно с анодами игнитронов 12—19.

Катоды игнитронов соединены с обмотками возбуждения тяговых двигателей.

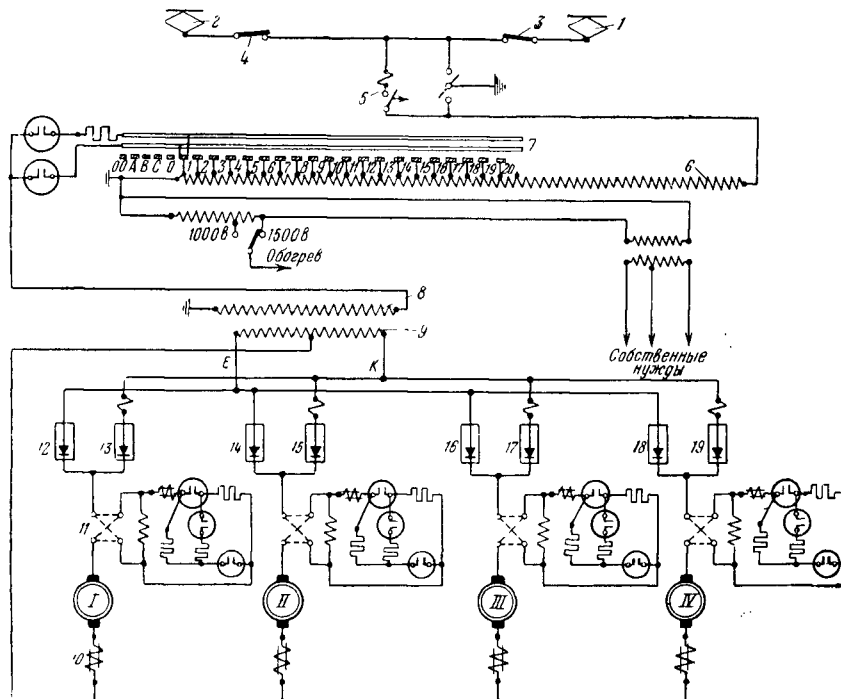
Регулирование напряжения на зажимах тяговых двигателей осуществляется переключателем ступеней, который зубчатой передачей связан с маховиком агрегата управления. Переключатель ступеней имеет 24 позиции, в том числе 20 ходовых и 4 подготовительных. Первые подготовительные ступени (один поворот маховика соответствует одной ступени) позволяют осуществить включение вспомогательных цепей и вспомогательных машин.

При повороте из нейтральной позиции 00 на позицию А замыкается главный выключатель; на позиции В включается однофазно-трёхфазный преобразователь Арно для питания вспомогательных машин; на позиции С замыкается цепь компрессоров и на позиции 0 — цепи вентиляторов.

Управление этими операциями производится механическим приводом, связанным с контроллером, в который входит 6 кулачковых контакторов типа JH для вспомогательных цепей и 10 кулачковых контакторов типа SW для цепей управления.

Рукоятка реверсора, полный ход которой соответствует полуобороту вала, связана с механическими блокировками, препятствующими реверсированию на ходовых положениях главного вала; с другой стороны, защёлка препятствует повороту маховика, если реверсивная рукоятка не переведена в рабочее положение.

Для увеличения скорости движения на электровозе предусмотрено четыре ступени ослабления поля тяговых двигателей (24; 36; 48 и 55%). Ослабление поля осуществляется шунтированием обмоток возбуждения тяговых



Фиг. 59. Принципиальная схема силовой цепи электровоза ВВ12001

На подготовительных четырёх позициях переключатель ступеней работает вхолостую, переключая ступени, не соединённые с трансформатором.

При дальнейшем перемещении рукоятки с позиции 0 на позицию 1 и далее до 20-й позиции переключаются рабочие ступени, в то время как кулачковые контакторы вспомогательных цепей остаются в неизменном положении. На электровозе с игнитронами допускается задержка в среднем положении между любыми из 20 соседних ступеней, на половине полного поворота маховика после фиксированной позиции при временном включении сопротивлений. Фиксация крайних позиций 00 и 20 обеспечивается кулачковыми упорами, которые перемещаются под действием кулачковых шайб, приводимых в движение передачей. При обратном ходе на ступени 0 включается пружинящий упор, препятствующий выключению вспомогательных цепей. Для возвращения на ступень 00, т. е. для полной остановки электровоза, этот упор должен быть освобождён при помощи педали.

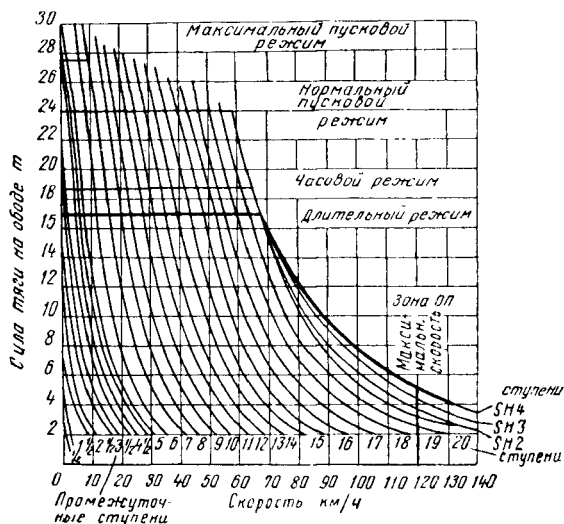
двигателей сопротивлением. Включение и отключение сопротивлений ослабления поля производят кулачковыми контакторами переключателя. В цепь ослабления поля каждого двигателя включен индуктивный шунт.

Управление переключателем ослабления поля осуществляется маховиком агрегата управления.

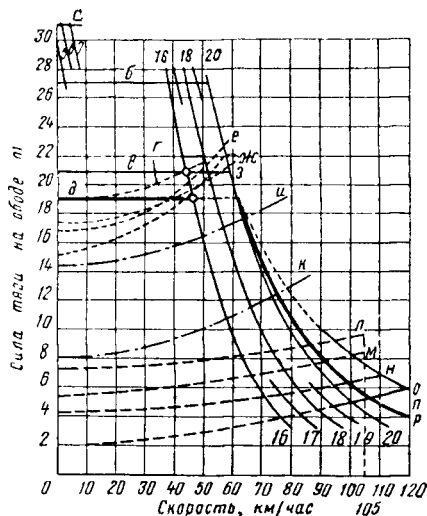
Переключение каждой из четырёх ступеней ослабления поля осуществляется при полном повороте маховика аналогично управлению переключателем ступеней.

Переключатель ослабления поля не блокируется механически с переключателем ступеней. Позиции главного переключателя и переключателя ослабления поля отмечаются на индикаторе, имеющем вид барабана с окнами и с двусторонними показаниями любой позиции рукоятки контроллера (см. фиг. 54).

Тяговые характеристики электровозов ВВ12001—ВВ12005 и электровозов ВВ12006—ВВ12014 приведены на фиг. 60 и 61.



Фиг. 60. Тяговые характеристики электровозов BB12001—BB12005



Фиг. 61. Тяговые характеристики электровозов BB12006—BB12014 с различными поездами на подъёмах 5 и 10‰: а—максимальный пусковой режим; б—нормальный пусковой режим; в—часовой режим; д—длительный режим; е—специальные грузовые поезда весом 1 600 т на подъёме 10‰; ж—обычные грузовые поезда весом 2 400 т на подъёме 5‰; з—специальные грузовые поезда весом 2 400 т на подъёме 10‰; и—обычные грузовые поезда весом 1 400 т на подъёме 10‰; к—почтовые поезда весом 1 200 т на подъёме 5‰; л—почтовые поезда весом 1 200 т на подъёме 10‰; м—пассажирские поезда весом 600 т на подъёме 10‰; н—пассажирские поезда весом 800 т на подъёме 5‰; о—пассажирские поезда весом 600 т на подъёме 5‰; п—пассажирские поезда весом 1 000 т; р—ослабление поля на 20-й позиции; р—ослабление поля на 18-й позиции

## СХЕМЫ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

### Схема цепи управления электровоза НО\*

Принципиальная схема цепи управления показана на фиг. 62.

Включение 1-й ступени. После включения выключателя управления 172

\* Написана применительно к опытным электровазам НО-003 и НО-006.

(173) напряжение подаётся на верхний контакт реверсивного кулачкового вала контроллера машиниста 159 (160). При постановке реверсивной рукоятки в одно из рабочих положений («Вперёд» или «Назад») напряжение через контактор главного вала контроллера машиниста, замкнутый в нулевом положении главного вала, провод 37 и блокировку промежуточного реле 153 подаётся к катушке вентиля привода переключателя обмоток трансформатора 85 и переключатель трансформатора переходит в положение встречного включения частей вторичной обмотки трансформатора.

При переводе главной рукоятки контроллера в положение «Фиксация» напряжение через контактор провода 31 главного вала контроллера машиниста, контактор реверсивного вала и один из проводов 313 или 314, в зависимости от положения реверсивной рукоятки «Вперёд» или «Назад», подаётся к катушке одного из электромагнитных вентилях реверсора. После поворота последнего в соответствующее положение через блокировку реверсора «Вперёд» или «Назад» по проводу Н16, через последовательную цепь ряда блокировок, служащих для выключения тока в цепи тяговых двигателей при всяких отклонениях от нормальной работы, получит питание катушка реле 153, которая соединена с «Землёй» через провод Н83, контактор группового контроллера управления (ГК), замкнутый только на 1-й позиции (в первоначальном положении) и блокировку 85-Д. Реле 153 срабатывает и своими блокировками замыкает цепи питания сеток игнитронов обоих выпрямительных агрегатов (см. фиг. 64) и цепи вентилях контакторов 1, 15, 10 и 16 от провода 312, через контакторы ГК, замкнутые на 1-й позиции кулачкового вала, и блокировку 244 промежуточного реле. Контактными 1, 15, 10 и 16 включается первая ступень пуска.

Такая система блокировок обеспечивает включение тяговых двигателей только при положении реверсора, соответствующем положению реверсивной рукоятки контроллера, встречном включении обмоток трансформатора и 1-й позиции ГК.

После включения контакторов 1, 15, 10 и 16 замыкается цепь: провод 31, блокировки контакторов 10, 1, 16 и 15, блокировка реле 144, катушка реле 156. Реле 156 срабатывает.

В положении «Фиксация» через контакторы главного вала напряжение также подаётся на провод 35 и 39. От провода 39 возбуждается катушка промежуточного реле 130.

Неавтоматический (ручной) пуск. При переводе главной рукоятки в положение «Ручной пуск» размыкается цепь питания провода 39 и блокировкой реле 130 в проводах Н31-Н32 подаётся напряжение на катушку контактора 154. Контакт 154 замыкается и двигатель СМ группового контроллера управления ГК вызывает поворот вала последнего с 1-й позиции на промежуточную позицию. В положении «Ручной пуск» через контакторы главного вала напряжение подаётся на провода 38, 310 и 34. От провода 34 через блокировку реле 156 возбуждается катушка промежуточного реле 144. При этом реле 144 срабатывает и размыкается его блокировка в цепи катушки реле 156, но питание последней сохраняется через блокировку

156, включенную параллельно блокировке 144. Одновременно блокировками 144 замыкаются цепи и провода 38 и катушки электромагнита защёлки АЗ-1 через блокировки контакторов 10, 1, 16 и 15, блокировки реле 156, 144 и 148 и блокировку контактора 154.

На промежуточной позиции ГК размыкается цепь вентиля контактора 10 и его блокировкой в цепи провода 31 прерывается питание катушек реле 156 и электромагнита защёлки АЗ-1 контроллера управления ГК. Последняя позволяет ГК перейти на 2-ю позицию, на которой замыкается контактор 8. Дальнейшее вращение вала группового контроллера управления прекращается, так как остаётся разомкнутой цепь катушки АЗ-1 (блокировка в проводах Э16-Н410 реле 144, катушка которого получает питание от провода 38 через собственную блокировку, остаётся при этом разомкнутой). В этом состоянии защёлка удерживает вал контроллера на 2-й позиции. Чтобы осуществить переход на следующую ступень, главная рукоятка контроллера машиниста возвращается в положение «Фиксация». При этом положении контактор контроллера машиниста выключает цепь провода 38 и катушка реле 144 обесточивается. Затем главная рукоятка ставится в положение «Ручной пуск», но цепь питания реле 144 не восстанавливается, так как разомкнута собственная блокировка этого реле в проводах Э8-Н412. В то же время замкнутый контактор контроллера в цепи провода 31 позволяет включиться реле 156 через блокировки контакторов 8, 1, 16, 15 и блокировку реле 144. Далее процесс перехода на следующие ступени повторяется в том же порядке. Отличие имеется только на ходовых ступенях 5, 9, 13 и т. д., на которых по проводу Э10 через блокировки реле 156 и 144 и контактор группового контроллера, замкнутый на этих позициях, получает питание катушка реле 130. При переводе главной рукоятки контроллера машиниста в положение «Фиксация» катушка реле 130 питается от провода 39 через замкнутую блокировку реле 144, так как цепь катушки 144 прерывается. При срабатывании реле 130 его блокировка размыкает цепь катушки контактора 154, что приводит к выключению электродвигателя СМ. Это исключает его нагревание при длительном движении электровоза на ходовых ступенях. На ходовых позициях контактором группового переключателя замыкаются провода Э12-Н20 и загораются сигнальные лампы.

На 17-й позиции группового контроллера управления, после перевода рукоятки контроллера машиниста в положение «Ручной пуск», по проводу 35, через блокировку контактора 11, замкнутого на 17-й ступени, подаётся питание к катушке вентиля С переключателя обмоток трансформатора 85; переключатель переходит в положение согласованного включения обмоток. Блокировка контактора 11 в цепи катушки вентиля С обеспечивает поворот переключателя трансформатора при включённых контакторах 6, 5, 20 и 11, т. е. когда отсутствует напряжение между средними выводами переходных катушек 39 и 40, замыкающихся между собой коротко во время перехода переключателя.

После перехода переключателя 85 в поло-

жение согласованного включения обмоток замыкаются блокировки 85-С и от провода Э5 через блокировки разомкнутого контактора 10 и блокировки реле 148 и 130 получает питание катушка контактора 155. Контактор 155 включается и электродвигатель СМ начинает вращать вал группового контроллера в обратном направлении.

**Автоматический пуск.** Если главная рукоятка контроллера машиниста из нулевого положения поставлена в положение «Пуск 5 мин.», то включение 1-й позиции происходит так же, как и при ручном пуске. После включения контакторов 10, 1, 16 и 15 их блокировками замыкается цепь катушки реле 156, которое замыкает цепь электромагнитных реле выдержки времени 157 и 158, питаемых по проводам Э2 и Э3. Блокировками реле времени 157 и 158, включёнными в провода Э11 и Н412 замыкается цепь катушки реле 144, которое замыкает цепь катушки электромагнита защёлки АЗ-1. При этом групповой контроллер переходит на промежуточную позицию, так как катушка реле 130 не возбуждена, а цепь катушки контактора 154 замкнута. На промежуточной позиции, как и при ручном пуске, выключается контактор 10, размыкается его блокировка и прерывается цепь катушки АЗ-1 и катушки реле 156. Это позволяет групповому контроллеру перейти на 2-ю позицию, на которой включается контактор 8. При этом цепь катушки электромагнита защёлки АЗ-1 остаётся прерванной блокировками реле 156 и 144, так как питание катушки реле 144 сохраняется до отпадания якорей реле времени 157 и 158 и сначала отпадает якорь реле 158, цепь катушки которого прерывается блокировкой реле 156 в проводах Э3-Н414. Реле времени 158 размыкает цепь катушки реле времени 157, которое с дополнительной выдержкой времени размыкает цепь реле 144. Последнее своей блокировкой в проводах Э16-Н410 замыкает цепь катушки реле 156. Далее процесс перехода на следующие позиции повторяется, причём каждый переход сопровождается дополнительной задержкой группового контроллера на время последовательного действия реле 158 и 157. Время перехода на каждую последующую позицию составляет около 10 сек., а общее время пуска до 33-й ступени — около 5 мин.

При нахождении главной рукоятки контроллера машиниста в положении «Пуск 3,5 мин.» разрывается цепь провода Э2 и выключается реле времени 157, имеющее выдержку времени 1,5 мин. В результате общее время пуска уменьшается до 3,5 мин. В положении «Пуск 2 мин.» размыкается цепь провода Э3 и выключается реле времени 158, имеющее выдержку времени 3,5 мин., а реле 157 вновь включается, так как возбуждается провод Э2. В положении «Пуск 0,3 мин.» разрываются цепи проводов Э2 и Э3 и выключаются оба реле времени. Поэтому время на каждую позицию определяется только собственным временем действия группового контроллера и реле 144 и 156.

Порядок переключений при прохождении 17-й позиции для автоматического пуска ничем не отличается от порядка при ручном пуске.

Если во время пуска главную рукоятку контроллера поставить в положение «Фиксация», то автоматический пуск прекращается на любой достигнутой позиции.

Режим ослабленного поля. После окончания пуска, т. е. после выхода на 33-ю позицию, возможен переход на режим ослабленного поля тяговых двигателей. Переход происходит при постановке реверсивной рукоятки в положение ослабленного поля *ОП*, на котором по проводу *Э15*, через блокировку *85-С* переключателя обмоток трансформатора, контактор группового переключателя, замкнутого на 33-й позиции, и блокировку контактора ослабления поля *64* получает питание катушка реле *244*. Блокировками этого реле в проводах *Н73-Н53*, *Н73-Н52* и *Н73-Н56* размыкается цепь вентилей контакторов *10* и *16* и замыкаются цепи вентилей контакторов *8* и *18*. Контактторы *10* и *16* выключаются, а контакторы *8* и *18* включаются. Блокировками контакторов *10* и *16* в цепях вентилей контакторов *8* и *18* обеспечивают включение последних только после размыкания контакторов *10* и *16*.

При включении контакторов *8* и *18* их блокировками в проводах *Н73-Н74* размыкается цепь питания вентилей контакторов *1* и *15* и эти контакторы выключаются. Такое включение соответствует 29-й позиции с той разницей, что в цепь ignитронов включены только полуобмотки переходных катушек *39* и *40*, а следовательно, увеличивается индуктивное сопротивление цепи.

Теперь, когда выпрямленное напряжение понижено, производится ослабление поля тяговых двигателей: блокировками контакторов *1* и *15* в проводах *Н78-Н79* и *Н79-Н80* замыкается цепь вентиля контактора *64*, через который подаётся сжатый воздух также в цилиндры контакторов *64—69*.

Эти переключения происходят на 33-й позиции группового контроллера. Однако после ослабления поля групповой контроллер возвращается на 29-ю позицию. Для этого при переводе реверсивной рукоятки в положение *ОП* и срабатывании реле *244* его блокировкой в проводах *Э5-Н41* замыкается цепь питания катушки реле *148*. После включения контактора *64* образуется цепь: провод *Э5*, блокировка *85-С*, провод *Н35*, блокировка *64*, провод *Н36*, блокировка реле *148*, катушка контактора *154*. Контактор *154* включается и электродвигатель *СМ* начинает поворачивать вал группового контроллера с 33-й позиции в направлении 29-й. Катушка электромагнита защёлки *А3-1* при этом получает питание от провода *Э5*, через блокировку реле *244*, провод *Н41*, контакторы группового переключателя, замыкающие цепь на основных позициях *33*, *32*, *31*, *30*, *29*, провод *Н26*, блокировку реле *148* и провод *Н25*. Это обеспечивает действие электромагнита и защёлки, необходимое для вращения вала группового переключателя без фиксации на позициях. На 29-й позиции вал группового контроллера останавливается, так как его контактором в проводах *Н77-Н82* размыкается цепь катушки реле *244*, получавшей питание после включения контактора *64* и размыкания его блокировкой проводов *Н81* и *Н80* через собст-

венную блокировку. Реле *244* выключается и выключает реле *148*, что восстанавливает нормальную схему пуска. На 30-й и 29-й позициях группового контроллера включаются контакторы *2* и *14* и получается нормальная 29-я позиция напряжения. Далее вновь происходит автоматический пуск до 33-й позиции со скоростью, соответствующей положению главной рукоятки контроллера машиниста.

Выключение. Для выключения ослабленного поля необходимо перевести реверсивную рукоятку из положения *ОП* в положение *ПП*. При этом отключается от питания провод *Э15*, а следовательно вентиль контактора *64*, т. е. размыкаются контакторы *64—69*. Выключение ослабленного поля происходит также при переводе главной рукоятки контроллера на любое из положений «Ручной пуск», «Фиксация» и «Выключение 0,3 мин.».

Для перехода позиций более высокого напряжения на зажимах тяговых двигателей на позиции более низкого напряжения главная рукоятка контроллера ставится в положение «Выключение 0,3 мин.».

Это положение отличается от положения «Пуск 0,3 мин.» только тем, что напряжение вместо провода *Э5* подаётся на провод *Э6* и через блокировки *85-С*, *130* и *148* получает питание катушка контактора *154*. Поэтому групповой контроллер начинает быстро переходить с позиции на позицию в направлении от 33-й позиции к 17-й, что для согласованного включения обмоток трансформатора соответствует понижению напряжения на зажимах тяговых двигателей. На 17-й позиции образуется цепь: провод *Э6*, блокировка контактора *11*, провод *Н45*, вентиль *Д* переключателя обмоток трансформатора *85* и переключатель трансформатора переходит в положение встречного включения обмоток. После этого от провода *Э6* через блокировки *85-Д*, *10*, *148*, *130* получает питание катушка контактора *155* и групповой контроллер начинает переходить с позиции на позицию в обратном направлении, т. е. напряжение на зажимах тяговых двигателей продолжает понижаться.

Понижение напряжения может быть прекращено на любой достигнутой ступени постановкой главной рукоятки контроллера в положение «Фиксация».

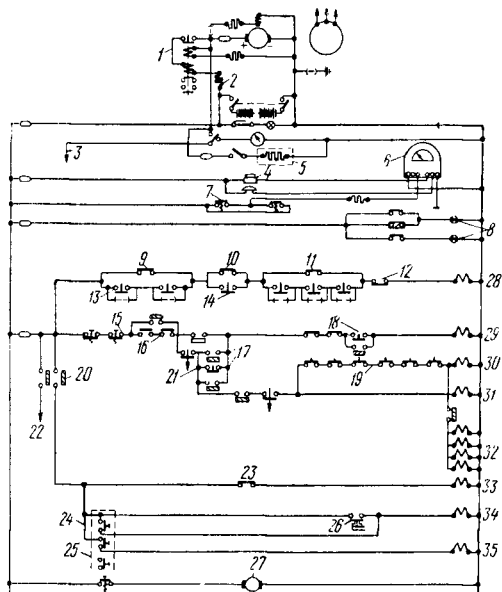
Быстрое выключение тяговых двигателей производится постановкой главной рукоятки контроллера машиниста в нулевое положение. При этом разрывается цепь реле *153* и запираются сетки ignитронов. Кроме того, блокировкой *153* в проводах *Э12-Н73* прерывается цепь питания вентилей контакторов ступеней трансформатора. На нулевом положении главной рукоятки контроллера от провода *Э7* напряжение подаётся через блокировку *244* и замкнутый на 2-й — 32-й позициях контактор *ГК* к катушке реле *148*.

Реле *148* срабатывает и своими блокировками образует цепь: провода *Э7*, блокировки *148* и *130*, катушка контактора *155*. Групповой контроллер начинает переходить к 1-й позиции. При этом катушка электромагнита защёлки *А3-2* получает питание через периодически замыкающиеся контакторы *ГК*

в проводах *H42—H26*. На 1-й позиции цепь катушки реле 148 прерывается контактором *IK* в проводах *H42—H41*.

### Схема цепи управления электровоза ВВ12001

Принципиальная схема цепи управления показана на фиг. 63.



Фиг. 63. Принципиальная схема цепи управления электровоза ВВ12001: 1 — переключатель батарей; 2 — нагрузочное сопротивление; 3 — цепи освещения; 4 — сигналы; 5 — отопление; 6 — скорость; 7 — кнопки наблюдения; 8 — сигнальные лампы; 9 — блокировка кулачкового вала; 10 — блокировка контактора мотор-компрессора; 11 — блокировка реле напряжения; 12 — блокировка переключателя ступеней; 13 — вентиляционные реле; 14 — реле вспомогательных цепей; 15 — кнопка главного выключателя; 16 — блокировка кулачкового вала; 17 — кнопки главного выключателя; 18 и 19 — реле защиты; 20 — блокировка кулачкового вала; 21 — блокировка реле напряжения; 22 — цепи зажигания инверторов; 23 — термостат водоподогревателя; 24 — кнопки прямого включения мотор-компрессора; 25 — кнопки отопления поезда; 26 — регулятор давления; 27 — вспомогательный компрессор; 28 — реле времени для защиты вспомогательного оборудования; 29 — вспомогательное реле времени; 30 — удерживающая катушка главного выключателя; 31 — включающая катушка главного выключателя; 32 — катушки контакторов в цепи короткого замыкания инверторов; 33 — катушка контактора водоподогревателя; 34 — катушка контактора мотор-компрессора; 35 — катушка контактора отопления.

### СХЕМА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ

#### Схема вспомогательных цепей электровоза НО

Принципиальная схема вспомогательных цепей показана на фиг. 64 (см. стр. 604). Конденсаторные электродвигатели вспомогательных машин (вентиляторов *МВ1* и *МВ2*, компрессоров *МК1* и *МК2*, генератора управления *МГ* и насосов *МН1*, *МН2* и *МН3*), электропечи 108—119, нагреватели 120 и 121 и шкафы инверторов 200 и 201 питаются от вспомогательной обмотки *X3 — A3* трансформатора напряжением 380 в. Выводы этой обмотки присоединены к двухполюсному автомату 53 с ручным включением и двумя электромаг-

нитными реле перегрузки, воздействующими на механизм свободного расцепления автомата при коротких замыканиях в цепи.

Один из выводов вспомогательной обмотки за автоматом заземлен, ко второму через переключатель пожевого типа 252 присоединена нагрузка. В нижнем положении ножа переключателя 252 вспомогательные цепи подключаются к шине 254, расположенной под кузовом электровоза, к которой может быть подведено питание гибким кабелем.

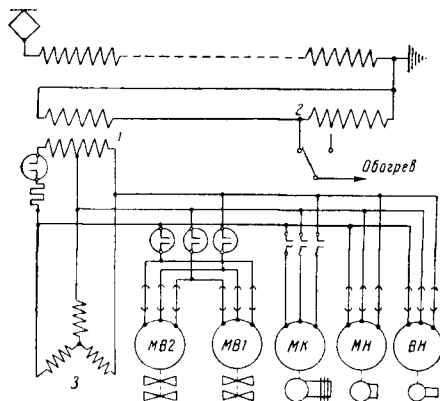
Электродвигатели вспомогательных машин защищаются тепловыми реле 220—235, включенными в главную и конденсаторную фазы, и подключаются к цепи электромагнитными контакторами 72—79.

В цепи конденсаторных фаз включены рабочие ёмкости 94, 96, 97, 99, 100, 102, 104 и 106. Пусковые ёмкости 95, 98, 101, 103, 105 и 107 включаются электромагнитными контакторами 309—316. Параллельно пусковым ёмкостям подключены разрядные сопротивления *P29—P31*, *P47—P49*, *P32—P34*, *P41—P43*, *P35—P37*, *P44—P46*.

Для мотор-вентиляторов, которые пускаются поочередно, используется общая пусковая ёмкость 95. Общую пусковую ёмкость 98 имеют и мотор-компрессоры *МК1* и *МК2*. Включение и выключение пусковых ёмкостей производится токовыми реле 237—243.

Электропечи в кабинах управления включаются пакетными выключателями 86 и 87 и защищаются плавкими предохранителями, установленными на предохранительном щитке 245. Нагреватели воды 120 и 121 включаются электромагнитными контакторами 80 и 84 и защищаются плавкими предохранителями.

Аппараты возбуждения и управления выпрямителями (шкафы инверторов 200 и 201) включаются электромагнитным контактором 82. Пакетными выключателями 195 и 196 включаются трансформаторы, от которых питаются нагреватели анодных вводов инверторов. Шкафы инверторов защищаются плавкими предохранителями, установленными на щитке 245.



Фиг. 65. Принципиальная схема вспомогательных цепей электровоза ВВ12001

При выключении неисправного выпрямительного агрегата цепь питания шкафа инверторов прерывается блокировкой 55 или 56 разъединителей вентилей.





К вспомогательной обмотке ХЗ — АЗ подключены также трансформатор напряжения 253, от вторичной обмотки которого питаются обмотка счётчика электроэнергии 84, вольтметры 186 и 187 и реле минимального напряжения 54. Токовая обмотка счётчика присоединена к трансформатору тока 33, включённому со стороны «Земли» первичной обмотки трансформатора. Вольтметры 186 и 187 имеют шкалы, градуированные на напряжение первичной обмотки трансформатора.

#### Схема вспомогательных цепей электровоза ВВ12001

Принципиальная схема вспомогательных цепей показана на фиг. 65.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА С КОЛЛЕКТОРНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ОДНОФАЗНОГО ТОКА 50 Гц

### КОЛЛЕКТОРНЫЕ ТЯГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ОДНОФАЗНОГО ТОКА 50 Гц

#### Общие сведения

Проблема электрической тяги на однофазном токе промышленной частоты сводится в основном к созданию надежного в работе локомотива, а если рассматривать коллекторные двигатели, то к созданию надежного тягового двигателя.

Преимущества электрификации железных дорог на однофазном токе промышленной частоты давно известны. Однако, несмотря на это, примерно 32,9% электрифицированных железных дорог работают на однофазном токе пониженной частоты. Это обстоятельство, в частности, обусловлено тем, что до сих пор ещё не найдено достаточно удовлетворительного технического решения по созданию однофазного коллекторного двигателя на частоте 50 Гц.

Конструктивные особенности коллекторных двигателей переменного тока 50 Гц связаны с ограничением величины магнитного потока полюса, напряжения на зажимах и мощности на пару полюсов, что обусловлено ограничением величины трансформаторной э. д. с.

Трансформаторная э. д. с., возникающая в коммутируемой секции якоря, замыкаемой накоротко щётками, вследствие пересечения её контура пульсирующим потоком возбуждения создаёт ток, который вызывает искрение или даже накаливание щётки в месте её контакта с коллектором [46].

Так как трансформаторную э. д. с. при всех скоростях и нагрузках двигателей не удаётся скомпенсировать действием дополнительных полюсов, то приходится считаться с её полным значением.

Трансформаторная э. д. с., которая по расчёту не должна превосходить 3 в, при номинальном режиме вызывает искрение под щёткой порядка двух баллов. Поскольку всякий тяговый двигатель должен быть рассчитан на перегрузку по моменту, то максимальная величина трансформаторной э. д. с. может достигать приблизительно 3,75 в,

Асинхронные электродвигатели трехфазного тока вентиляторов МВ1 и МВ2, компрессора МК, масляного насоса МН и насоса водяного охлаждения ВН получают энергию от обмотки 3 статора преобразователя фаз Арно.

Обмотка 3 подключена к понижающему трансформатору 1. Трансформатор 1 подключен к выводу отопления 1500 в и выполняет роль амортизатора между главным трансформатором и вспомогательными машинами.

При такой схеме соединения по данным [5] общий вес главного трансформатора получается меньшим, чем если бы преобразователь фаз получал энергию непосредственно от обмотки главного трансформатора.

что соответствует возрастанию потока на 25%, т. е. соответствует приблизительно двукратному моменту. При этом степень искрения под щёткой достигает предельно допустимой величины.

Величина трансформаторной э. д. с.  $e_{mp}$  пропорциональна частоте  $f$  тока и потоку  $\Phi$  и может быть выражена формулой (при числе витков секции  $w=1$ )

$$e_{mp} = 4,44 \Phi f \cdot 10^{-8} \text{ в,}$$

тогда магнитный поток при номинальном режиме двигателя

$$\Phi = \frac{e_{mp} \cdot 10^8}{4,44 f} = \frac{3 \cdot 10^8}{4,44 f} \text{ мкс.}$$

При частоте 50 Гц максимально допустимое значение потока получается

$$1,35 \cdot 10^6 \text{ мкс.}$$

Э. д. с. якоря

$$E = \frac{e_{mp} v_k}{\pi f \beta_k},$$

где  $v_k$  — окружная скорость коллектора;  
 $\beta_k$  — коллекторное деление.

При оптимальных значениях для  $v_k$  и  $\beta_k$  э. д. с. якоря для частоты 50 Гц получается примерно 160 в, а напряжение на зажимах машины будет около 200 в. Такая низкая величина напряжения предопределяет большой ток при относительно значительной мощности двигателя.

Мощность, приходящаяся на пару полюсов,

$$\frac{P_n}{p} = \frac{A e_{mp} v_k}{\pi f} \cdot \frac{D_a}{D_k} 10^{-3},$$

где  $A$  — линейная нагрузка;

$D_k$  — диаметр коллектора;

$D_a$  — диаметр якоря.

Отношение  $\frac{D_a}{D_k}$  для различных двигателей колеблется в очень узких пределах и обычно равно 1,25, тогда

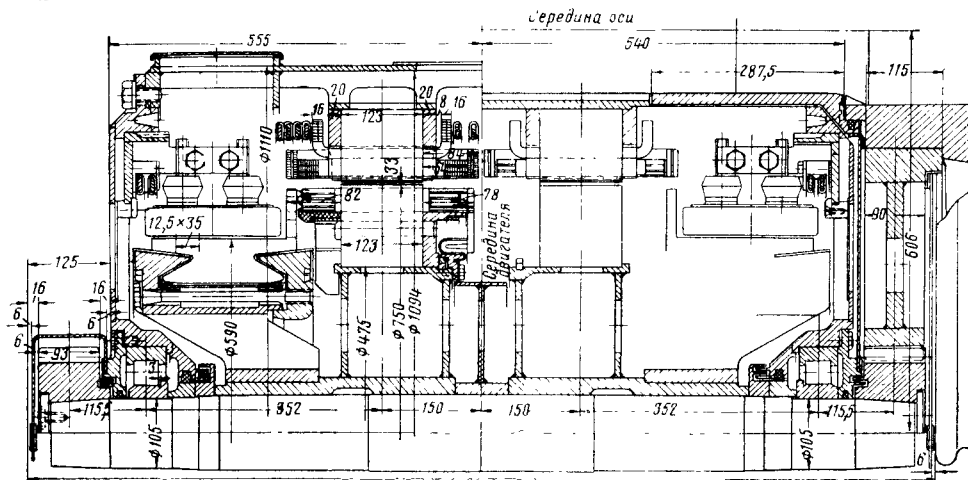
$$\frac{P_n}{p} = 1,25 \frac{A e_{mp} v_k}{\pi f} 10^{-3}.$$

Из этой формулы видно, что чем больше будут взяты значения  $A$  и  $v_k$ , тем большая



отношении двоянный двигатель (фиг. 67) имеет ряд недостатков (очень тесное размещение в аксиальном направлении, два коллектора, трудность устройства вентиляции, большая длина двигателя, небольшой коэффициент мощности, сложность конструкции, высокая стоимость и др.), но по своим параметрам он близок к требуемым эксплуатационным показателям.

имеют эквипотенциальные соединения и между собой уравнивательные соединения второго рода, проходящие под сердечником якоря. Такой тип обмотки позволяет увеличить поток на полюс вдвое по сравнению с обычным двигателем. Кроме того, он даёт возможность построить двигатель для большого тока при относительно умеренной линейной нагрузке якоря, что позволяет уменьшить количество



Фиг. 67. Продольный разрез двоянного коллекторного двигателя однофазного тока 50 гц

Третьим решением этой задачи является применение для коллекторных двигателей однофазного тока частотой 50 гц двойной параллельной обмотки, при которой можно взять расчётное значение трансформаторной э. д. с.  $e_{тр}$  вдвое больше, чем при простой петлевой (параллельной) обмотке.

В этом случае формула для мощности на пару полюсов примет вид:

$$\frac{P_n}{P} = 1,25 \frac{A \gamma e_{тр} v_k}{\pi f \gamma \frac{P}{a}} 10^{-3},$$

где  $\gamma$  — перекрытие щёткой коллекторных пластин:

$$\gamma = 2,5 \div 2,8;$$

$a$  — число параллельных ветвей якоря.

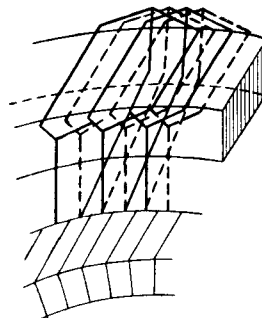
При двойной параллельной обмотке  $a=2p$ , тогда э. д. с. якоря можно выразить

$$E = \frac{\gamma e_{тр} v_k}{\pi f \beta_k \gamma} = \frac{e_{тр} v_k}{\pi f \beta_k}.$$

При переходе на двойную параллельную обмотку не удаётся поддержать высокое значение  $A$ , так как для этого потребовалось бы увеличить числа проводников и коллекторных пластин вдвое. Последнее трудно выполнить ввиду малого значения коллекторного деления  $\beta_k$  в этих двигателях. В пределах реальных возможностей удаётся довести значение  $A$  до 350 и мощность на пару полюсов около 60÷62 кВт. Такие тяговые двигатели типа 16WB-880 построены для электровоза СС20001 французских железных дорог.

Схема такой обмотки показана на фиг. 68. Она имеет две параллельные ветви, из которых одна присоединена к чётным коллекторным пластинам, а другая к нечётным; ветви

меди и диаметр якоря. В этих двигателях трансформаторная э. д. с. при часовом режиме равна 4,3 в, а линейная нагрузка якоря составляет всего 300 а/см, благодаря чему достигается очень низкая э. д. с. реакции якоря. Двигатель с 16-ю полюсами имеет часовую мощность 530 кВт при скорости 65% от максимальной и вес — 2960 кг.



Фиг. 68. Схема двойной параллельной обмотки

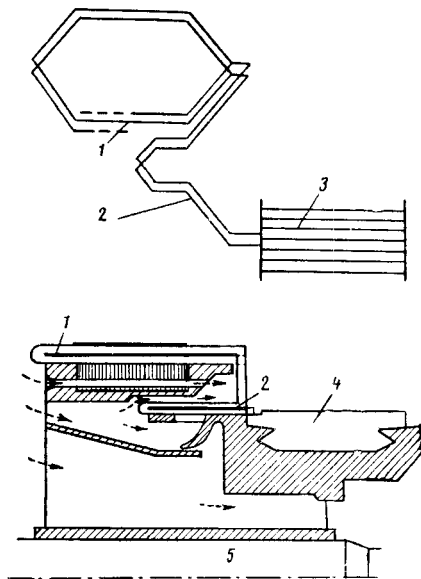
Четвёртым решением этой задачи является постройка коллекторных двигателей однофазного тока частотой 50 гц с соединительными сопротивлениями между обмоткой якоря и коллектором для снижения тока короткого замыкания в коммутационной секции.

Эта конструкция была известна в самом начале развития тягового электромашиностроения, но она оказалась неработоспособной. В настоящее время в изменённом виде эта конструкция снова появилась.

Первые такие двигатели (двигатели типа MS-92) были построены для 24 электровозов

ВВ13000 линии Валансьенн—Тионвиль французских железных дорог. Они имеют обычную простую параллельную обмотку, 18 полюсов и часовую мощность 500 *квт* при скорости 50% от максимальной (700 *квт* при скорости 70% от максимальной) при весе 4 350 кг.

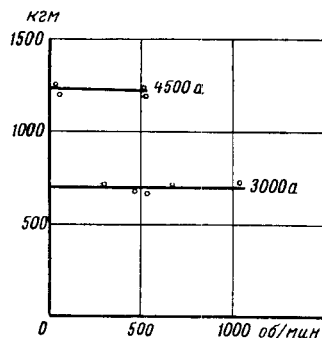
При наличии сопротивлений в соединениях обмотки якоря с коллектором допускается более высокая трансформаторная э. д. с., т. е. большие потоки на пару полюсов, что поз-



Фиг. 69. Соединительное сопротивление: 1—секция обмотки; 2—соединительное сопротивление; 3—коллектор; 4—коллекторная пластина; 5—вал двигателя

воляет получить и большую мощность на пару полюсов. В двигателе MS-92 трансформаторная э. д. с. при часовом режиме равна 4,65 в; однако напряжение между пластинами при трогании вследствие падения напряжения в соединительных сопротивлениях значительно ниже и при часовом режиме составляет 1,9 в.

Схема, принятая для соединительных сопротивлений в двигателях MS-92, показана на фиг. 69. Соединительные сопротивления из медно-никелевого сплава изолированы стеклянным шёлком, пропитанным кремнистым лаком; они хорошо охлаждаются воздухом, циркулирующим через якорь под пакетом стали. Соединение с коллектором осуществ-



Фиг. 70. Зависимость момента от числа оборотов при постоянном токе для двигателя MS-92

ляется припоем, имеющим высокую температуру плавления (сплав свинца с оловом и серебром, температура плавления 296°C). При соединении к секциям якоря производится обычной пайкой медью или латунью.

Соединительные сопротивления, ограничивая токи в короткозамкнутых секциях, уменьшая искрение под щетками, позволяют реализовать большие вращающие моменты двигателя при трогании локомотива. Сопротивления также хорошо влияют на сдвиг фазы токов и, кроме того, препятствуют уменьшению момента при трогании, как это показано на фиг. 70.

Основные технические данные существующих коллекторных двигателей однофазного тока 50 *гц* приведены в табл. 12. Сравнение этих двигателей, а также двигателей 50 *гц*, которые в настоящее время проектируются или строятся, с двигателями 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> *гц* приведено в табл. 13.

Таблица 12

Основные технические данные коллекторных двигателей однофазного тока 50 *гц*

Показатель	Тип двигателя			
	С двойной параллельной обмоткой ТАМ-639	С двойной параллельной обмоткой 16WB-880	Сдвоенный двигатель ЕКВ 750	С сопротивлением в соединениях обмотки якоря с коллектором MS-92
Число полюсов . . . . .	—	16	2×12	18
Часовая мощность в <i>квт</i> . . . . .	294	530	550	500
Напряжение в в . . . . .	240	250	2×235=470	260
Ток часовой в а . . . . .	1 400	2 780	1 490	3 000
Скорость вращения в об/мин . . . . .	—	1 060	1 160	680
$n/n_{\max}$ . . . . .	—	0,65	0,70	0,50
$\cos \varphi$ . . . . .	0,92	0,89 (при 0,65 $n_{\max}$ )	—	0,80 (при 0,50 $n_{\max}$ ) 0,865 (при 0,70 $n_{\max}$ )
К. п. д. на валу . . . . .	0,854	0,86 (при 0,65 $n_{\max}$ )	—	0,81 (при 0,50 $n_{\max}$ ) 0,87 (при 0,70 $n_{\max}$ )
Трансформаторная э. д. с. в в . . . . .	—	4,3	3,35	4,65
Линейная нагрузка в а/см . . . . .	—	300	480	560
Максимальная окружная скорость коллектора в м/сек . . . . .	—	47	51,5	47,2
Число щёток . . . . .	—	16×5=80	2(5×12)=120	18×5=90

Таблица 13

Сравнительные данные однофазных двигателей

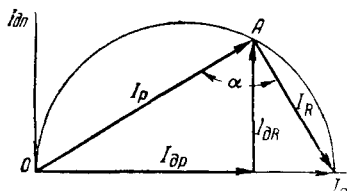
Показатель	Тип двигателя					
	ЕКВ-895 электро- воза Е100-01	WB-358 электро- воза Е10003	Проект 1948 г.	MS-92 1954 г.	Двигатель MS-93 (опытный)	Двигатель 20WB1140 электровоза на две частоты 1956 г.
Частота тока в <i>Гц</i> . . . . .	16 $\frac{2}{3}$	16 $\frac{2}{3}$	50	50	50	50
Сила тяги при часовом режиме в <i>т</i> . . . . .	15,6	16,6	12,7	11,8	15,2	18,6
Часовая мощность Двигателя в <i>квт</i> . . . . .	895	950	750	500	810	840
Соответствующая скорость в % от максимальной . . . . .	70	70	70	50	64	53
Число полюсов . . . . .	14	12	28	18	18	20
Наружный диаметр двигателя в <i>мм</i> . . . . .	—	—	1 550	1 250	1 250	1 250
Вес Двигателя в <i>кг</i> . . . . .	4 200	3 580	5 500	4 350	4 350	4 000
Диаметр колёс электровоза в <i>мм</i> . . . . .	—	—	1 600	1 250	1 250	1 250

### Регулирование коммутации

В коллекторных двигателях трансформаторная э. д. с. не зависит от скорости вращения якоря и не может быть при всех режимах скомпенсирована дополнительными полюсами. При пуске коллекторного двигателя в результате малой окружной скорости якоря влияние дополнительных полюсов незначительно. При неподвижном якоре дополнительные полюсы вообще не в состоянии скомпенсировать трансформаторную э. д. с., так как никакой э. д. с. от поля полюсов в короткозамкнутых секциях не наводится. При этом трансформаторная э. д. с. имеет наивысшее значение.

Поэтому в целях лучшего использования коллекторных двигателей 50 *Гц* на локомотивах, предназначенных для обслуживания грузовых и пассажирских поездов, применяют регулирование коммутации в зависимости от скорости движения.

Регулирование коммутации коллекторных двигателей широкое применение получило на электровозах ВВ13001—ВВ13024, ВВ4001—ВВ4003 французских и турецких железных дорог.



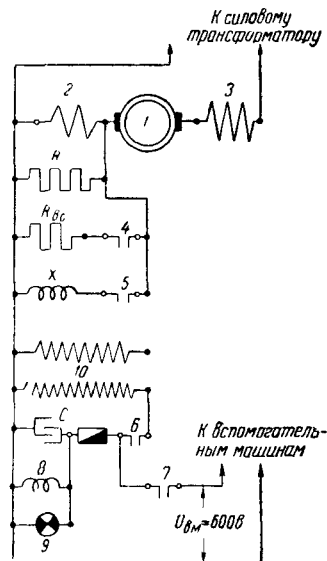
Фиг. 71. Векторная диаграмма токов при шунтировке дополнительных полюсов омическим сопротивлением

В начале развития коллекторных двигателей для улучшения коммутации применяли шунтировку дополнительных полюсов омическим сопротивлением. В этом случае по закону сложения токов в разветвленных цепях переменного тока ток  $I_R$  в шунтирующем активном сопротивлении опережает ток  $I_{\sin}$  в обмотке дополнительных полюсов на угол  $\alpha$  (фиг. 71), представляющих собой реактивное (главным образом) и активное сопротивление.

Ток  $I_{\sin}$  разделяется на две составляющие:  $I_{\delta R}$  и  $I_{\delta R}$ . Составляющая  $I_{\delta R}$  совпадает в

фазе с током  $I_{\delta}$ , протекающим через якорь, а составляющая  $I_{\delta R}$  перпендикулярна к нему.

Составляющая тока  $I_{\delta R}$  обеспечивает создание в воздушном зазоре под дополнительным полюсом магнитного потока, под влиянием которого в короткозамкнутой секции наводится э. д. с., компенсирующая реактивную э. д. с.



Фиг. 72. Схема регулирования коммутации на электровозе ВВ13001 французских железных дорог: 1 — якорь коллекторного двигателя; 2 — обмотка дополнительных полюсов; 3 — обмотка главных полюсов; 4, 5, 6 и 7 — контакторы кулачкового переключателя; 8 — реактор для разряда батарей конденсаторов; 9 — сигнальная лампа «Конденсаторы отключены»; 10 — повышающий трансформатор; R — омическое сопротивление; X — индуктивное сопротивление; C — конденсаторы мощностью 150 *квар*

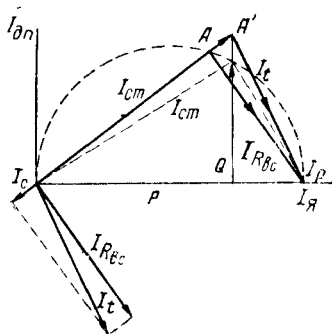
Составляющая тока  $I_{\delta R}$  создаёт под дополнительным полюсом поле, обеспечивающее, при определенной скорости вращения якоря, наведение в короткозамкнутых витках его э. д. с., компенсирующую трансформаторную э. д. с.

Чтобы обеспечить компенсацию трансформаторной э. д. с. при различных скоростях, и в особенности при пуске, на электровозах

ВВ13001—ВВ13024 применено три вида регулирования коммутации (фиг. 72):

Степень шунтировки	Способ шунтировки дополнительных полюсов	Скорость движения в км/час
1-я	Омическим сопротивлением $R+R_{ac}$ и ёмкостью $C$ . . .	0—30
2-я	Омическим сопротивлением $R$ . . .	30—64
3-я	Омическим сопротивлением $R$ и индуктивным сопротивлением $X$ . . . . .	64—105

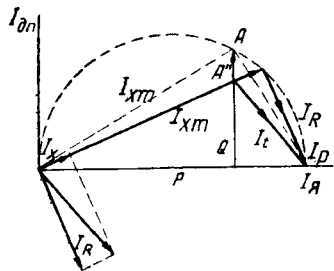
Для уменьшения габарита и веса батарей конденсаторов она питается через повышающий трансформатор. При скоростях свыше 30 км/час конденсаторы подключаются контактором к выводам 600 в, от которых питаются вспомогательные машины, что способствует улучшению среднего коэффициента



Фиг. 73. Векторные диаграммы токов при шунтировке дополнительных полюсов омическим сопротивлением и ёмкостью

мощности электроваза. Необходимые переключения схемы регулирования коммутации осуществляются кулачковым переключателем, который связан с указателем скорости.

При подключении ёмкости  $C$  и дополнительного омического сопротивления  $R_{ac}$  по-

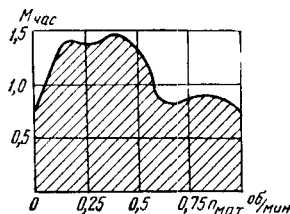


Фиг. 74. Векторная диаграмма токов при шунтировке дополнительных полюсов омическим и индуктивным сопротивлением

лучаем две составляющие  $I_c$  (фиг. 73) и  $I_{R_{ac}}$  и результирующую  $I_t$ . В результате этого составляющая  $Q$  смещается в точку  $A'$ ,

которой можно сообщить любое требуемое положение, чтобы создать поле, необходимое для компенсации трансформаторной э. д. с. при заданной скорости.

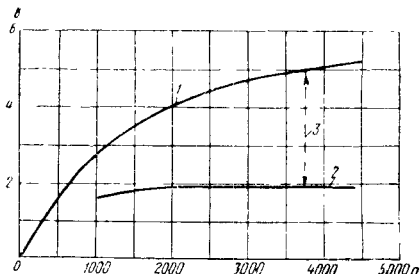
При подключении индуктивности  $X$  составляющая  $Q$  (фиг. 74) уменьшается (точка  $A''$ ), благодаря этому уменьшается и соответствующее поле в воздушном пространстве между дополнительным полюсом и сердечником якоря.



Фиг. 75. Ограничение работы коллекторного двигателя MS-92 по коммутации

Регулирование коммутации на электровазах ВВ4001—ВВ4003 с коллекторными двигателями типа MS-72 турецких железных дорог применяется: в диапазоне скоростей от 0 до 36 км/час — омическим сопротивлением и ёмкостью и от 36 до 90 км/час — одним омическим сопротивлением.

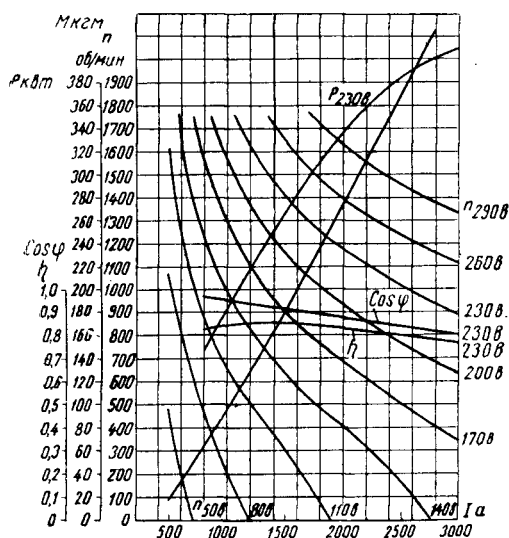
Благодаря применению схемы регулирования коммутации пределы работы двигателя значительно расширяются (фиг. 75), а наличие соединительных сопротивлений ограничивает эффективное напряжение между пластинами коллектора (фиг. 76) при неподвижном якоре (благодаря возрастанию падения напряжения в соединительных сопротивлениях).



Фиг. 76. Кривые  $e = f(I)$  двигателя MS-92: 1 — трансформаторная э. д. с.; 2 — эффективное напряжение между пластинами коллектора; 3 — падение напряжения в соединительных сопротивлениях

Иногда для улучшения коммутации (особенно при пуске и разгоне) применяют уменьшение силы тяги. Такие меры предусмотрены на электросекции Z9052 + 2S19052 с тяговыми коллекторными двигателями типа ELM-670 французских железных дорог. Характеристики двигателя типа ELM-670 показаны на фиг. 77.

Однако, несмотря на улучшение конструкции, коллекторные двигатели 50 гц имеют к. п. д. примерно на 4% меньше, чем двигатели постоянного тока.



Фиг. 77. Характеристики тягового коллекторного двигателя ELM-670 моторного вагона Z9052

### Конструкция коллекторных двигателей однофазного тока 50 гц

В первые годы развития электрической тяги были испытаны все известные в то время коллекторные двигатели однофазного тока. При этом наилучшие свойства показали коллекторные двигатели последовательного возбуждения. По принципу действия коллекторный двигатель однофазного тока ничем не отличается от обычного двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.

Коллекторный двигатель однофазного тока частотой 50 гц состоит из статора, якоря, щеточного устройства и подшипниковых щитов.

**Статор.** В отличие от тяговых двигателей постоянного тока статор коллекторного двигателя состоит из корпуса и сердечника.

Вследствие наличия пульсирующего магнитного потока и больших потерь на вихревые токи сердечники статоров выполняются наборными из отдельных штампованных листов электротехнической стали, изолированных между собой плёнкой лака.

Выполнение таких сердечников вызывает также и тем, что однофазные двигатели являются многополюсными машинами. Сердечник однофазного двигателя не несёт механических нагрузок и укрепляется в стальном корпусе, который служит одновременно для крепления всех деталей двигателя и восприятия механических нагрузок.

Корпуса отливаются из стали или свариваются из стального проката.

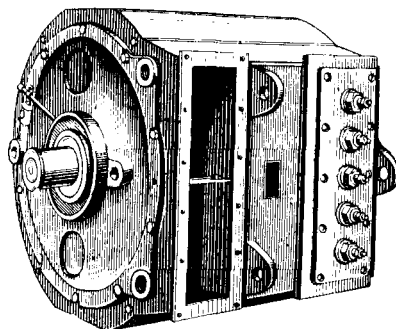
На фиг. 78 показан общий вид коллекторного двигателя MS-92 со сварным корпусом из стальных листов, а на фиг. 79 — статор коллекторного двигателя 16WB-880 с литым корпусом.

Обмотки статора состоят из ряда катушек, закладываемых в пазы сердечника через уширенные пазовые прорези. По своей форме и характеру эти катушки напоминают катуш-

ки машин переменного тока общего электромашиностроения.

В сердечнике статора между главными и дополнительными полюсами предусматриваются вентиляционные каналы.

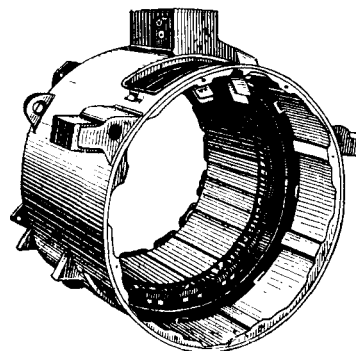
Изоляция катушек главных полюсов статора современных двигателей (MS-92, MS-93 и др.) обычно изготавливается на стеклянной основе.



Фиг. 78. Общий вид коллекторного двигателя MS-92 со сварным корпусом

Катушки дополнительных полюсов подвергаются особой пропитке в запекающихся лаках, обеспечивающей их однородность и жёсткость.

**Якорь.** Также как у двигателей постоянного тока, якорь коллекторных двигателей однофазного тока частотой 50 гц со-



Фиг. 79. Статор с литым корпусом коллекторного двигателя 16WB-880

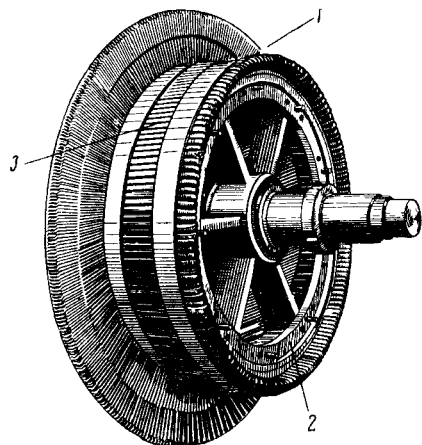
стоит из вала, сердечника, нажимных шайб, обмотки и коллектора. Конструкция этих узлов, за исключением обмотки (так как двигатели выполняются на сравнительно небольшое напряжение) и коллектора (у двигателей с соединительными сопротивлениями), ничем не отличается от двигателей постоянного тока.

У современных коллекторных двигателей 50 гц напряжение на коллекторе редко превышает 260—300 в. Это даёт возможность выполнять сравнительно тонкую покровную изоляцию катушек обмотки якоря.

Катушки якорной обмотки не имеют общей опрессованной изоляции. Покровная изоляция катушки предварительно укладывается

В виде изоляционной гильзы. Затем в паз закладываются изолированные проводники и края гильзы отгибаются под пазовый клин, создавая замкнутую покровную изоляцию катушки.

Коллекторы у двигателей с соединительными сопротивлениями из медно-никелевых

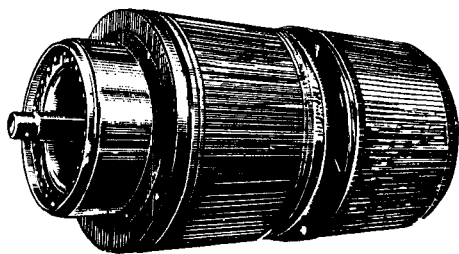


Фиг. 80. Соединительные сопротивления, смонтированные на втулке якоря: 1—сопротивление; 2—втулка; 3—отверстие для пропуска потока воздуха

сплавов монтируют на валу машины с учётом следующих основных условий:

1) удаления соединительных сопротивлений от всех магнитных цепей с целью сведения к минимуму э. д. с. самондукции и обеспечения правильного распределения реактивных напряжений различных витков обмотки, благодаря чему достигается правильная коммутация на всех пластинах;

2) обеспечения непосредственного контакта соединительных сопротивлений с охлаждающим воздухом, чтобы не допускать излишней тепловой перегрузки якорей;

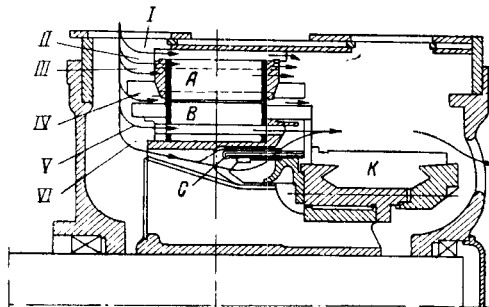


Фиг. 81. Якорь двигателя MS-92

3) объединения коллектора и соединительных сопротивлений в общий блок для удобства монтажа. Такая конструкция была достигнута благодаря расположению соединительных сопротивлений внутри сердечника якоря на специальной втулке (фиг. 80). Из-за большой величины тока (3 000 а при часовом режиме) рабочая длина коллекторных пластин двигателя MS-92 получается значительной (фиг. 81). Наличие соединительных сопротивлений и большого выделения тепла

обусловили расположение вентиляционных каналов и вентиляцию двигателя MS-92.

Воздух, поступающий в двигатель MS-92, проходит: по внешней поверхности сердечника статора А (фиг. 82), активная поверхность



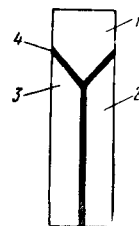
Фиг. 82. Распределение потоков воздуха в двигателе MS-92

которого увеличена соответствующими рёбрами (поток I); по каналам между катушками возбуждения и катушками дополнительных полюсов статора (потоки II и III); по воздушному пространству между статором А и сердечником якоря В (поток IV); через вентиляционные каналы сердечника якоря (поток V) и через втулку якоря, где поток VI подразделяется на два потока: один проходит между соединительными сопротивлениями С и втулкой якоря; второй поток — через соединительные сопротивления. Потоки воздуха V и VI обтекают поверхность коллектора К, для чего петушки коллекторных пластин имеют специальную форму для получения общего сечения, достаточного для пропуска нужного количества воздуха и отвода части тепла, выделяемого в обмотке якоря.

Щётч о ч н о е у с т р о й с т в о. Для увеличения сопротивления коммутационной секции, а следовательно, для уменьшения тока короткого замыкания под щётками применяют расслоённые щётки и щёткодержатели с изолированными гнездами. Щётки обычно состоят из трёх частей: 1, 2 и 3 (фиг. 83), склеенных изолирующими прослойками 4. Соединение отдельных частей щётки осуществляется через переходные контакты и нажимные пальцы. Такое устройство увеличивает сопротивление щётки для коммутационных токов. Щёткодержатели оборудованы устройствами, обеспечивающими выравнивание усилий, действующих на отдельные щётки одного ряда. На фиг. 84 показаны щёткодержатели различных типов коллекторных двигателей 50 гц.

В связи с тем что щёткодержатели имеют большой вес и доступ к ним затруднён, применяют для удержания их специальную traversу 1, не употребляемую обычно у тяговых двигателей постоянного тока.

В большинстве случаев traversa делается поворотной на 360° с тем, чтобы имела воз-

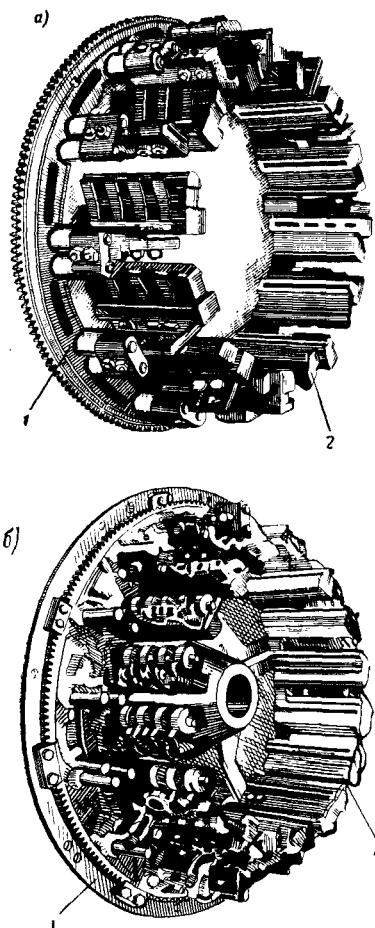


Фиг. 83. Расслоённая щётка коллекторного двигателя MS-92



можность обслуживания и осмотра всех щёткодержателей 2 через один или, в крайнем случае, через два коллекторных люка.

Траверса представляет собой жёсткую кольцевую конструкцию, обеспечивающую за-

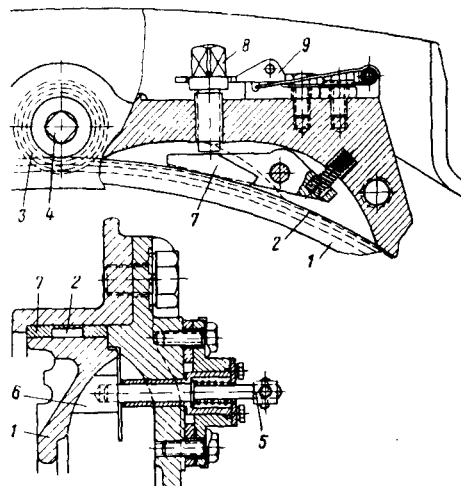


Фиг. 84. Щёткодержатели коллекторных двигателей типов: а—ELM-670; б—16WB-880

крепление каждого щёткодержателя в двух точках с малым консольным вылетом.

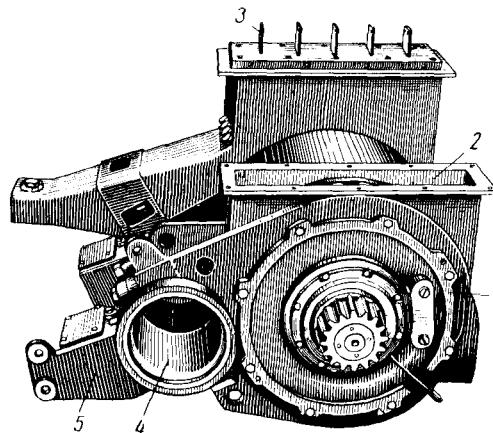
Конструкция механизма поворота и закрепления траверсы щёткодержателей показана на фиг. 85. Поворот траверсы 1 производят скреплённым с ней зубчатым венцом 2, который поворачивается небольшим зубчатым колесом 3, укрепленным в корпусе двигателя. Для поворота зубчатое колесо снабжено квадратным штифтом 4, на который насаживается съёмный маховик. Фиксация траверсы в нужном положении осуществляется защёлкивающим штифтом 5. Для поворота траверсы необходимо оттянуть штифт 5 из фиксирующего гнезда 6 на траверсе 1. Для удержания траверсы в зафиксированном положении служит колодка 7, которая для закрепления траверсы прижимается к опорной поверхности на ободе венца 2 нажимным винтом 8. Винт 8 предохраняется от самопроизвольного развёртывания специальным устройством 9.

Щётки в щёткодержателях устанавливают в шахматном порядке, чем достигается более равномерный износ коллектора по рабочей поверхности.



Фиг. 85. Механизм поворота траверсы с щёткодержателями однофазного коллекторного тягового двигателя 50 гц

Подшипниковые щиты коллекторных двигателей принципиально не отличаются от подшипниковых щитов двигателей постоянного тока (фиг. 86).



Фиг. 86. Общий вид тягового коллекторного двигателя однофазного тока 50 гц типа MS-72: 1—подшипниковый щит; 2—вентиляционное отверстие; 3—шина выводная; 4—вкладыш подшипника полого вала; 5—камеры с постоянным уровнем смазки

## ТРАНСФОРМАТОРЫ

Трансформаторы электрических локомотивов с коллекторными двигателями принципиально не отличаются от трансформаторов локомотивов с ионными преобразователями. Трансформатор изготовляют как с регулируемым напряжением на стороне высшего напряжения, так и с регулированием напряжения на стороне низшего напряжения.

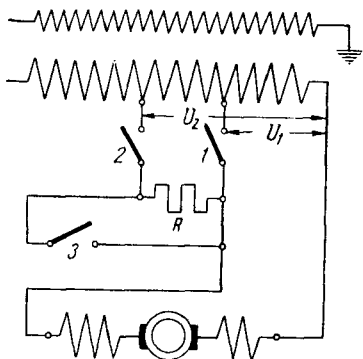
Регулирование напряжения применено: на стороне высшего напряжения трансформатора на электровагонах СС20001, СС20002, ВВ13001—ВВ13053 и др.; на стороне низшего напряжения на электровагонах ЕД441 и др. На моторных вагонах наибольшее распространение получило регулирование напряжения на стороне низшего напряжения.

Ступени трансформатора рассчитывают исходя из колебаний пускового тока в выбранных пределах  $I_{\min}$  и  $I_{\max}$ , так же как при реостатном пуске двигателей постоянного тока. Для построения векторных диаграмм и определения ступеней трансформатора необходимо знать полное сопротивление обмоток двигателя  $\cos \varphi$  для тока  $I_{\min}$  и  $I_{\max}$  и скоростную характеристику двигателя.

Для перехода с одной ступени трансформатора на другую под нагрузкой применяют схемы с переходным реостатом, с переходными (делительными) катушками и др.

Схема, поясняющая способ перехода с переходным реостатом, приведена на фиг. 87, а векторная диаграмма для всех моментов перехода — на фиг. 88.

На 1-й ступени включён контактор 1 и напряжение на зажимах двигателя составляет  $U_1$ . При переходе на 2-ю ступень вначале включается контактор 2 и секция обмотки трансформатора замыкается на сопротивление  $R$ . Затем выключается контактор 1. На 2-й ступени включается контактор 3 и напряжение на зажимах двигателя будет  $U_2$ . Путём подбора переходного сопротивления  $R$  переход без разрыва цепи не сопровождается уменьшением тока ниже  $I_{\min}$ .



Фиг. 87. Схема перехода с переходным реостатом

$\triangle ADO$  соответствует диаграмме напряжений до перехода  $U = U_1$ ;  $I = I_{\min}$ ;  $\triangle AEO$  — 2-й ступени, на которой к цепи двигателя подведено напряжение  $U_2$ , но последовательно включено сопротивление  $R$  и ток остаётся равным  $I_{\min}$  и  $\triangle BCO$  — 2-й ступени без переходного сопротивления, причём переход сопровождается толчком до  $I_{\max}$ .

Из векторной диаграммы следует, что если

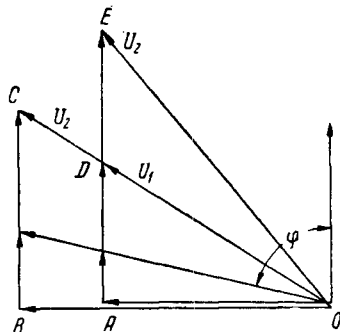
$$RI_{\min} = \Delta E_{\text{я}},$$

а

$$R = \frac{\Delta E_{\text{я}}}{I_{\min}},$$

где  $\Delta E_{\text{я}}$  — приращение э. д. с. при разгоне на 2-й ступени,

то при переходе на 2-ю ступень ток сохраняет величину  $I_{\min}$ . При  $R < \frac{\Delta E_{\text{я}}}{I_{\min}}$  получится некоторый толчок тока, но не превышающий  $I_{\max}$ , так как ток может достигнуть



Фиг. 88. Векторная диаграмма при переходе с переходным реостатом

$I_{\max}$  только при  $R = 0$ . При  $R > \frac{\Delta E_{\text{я}}}{I_{\min}}$  ток на переходной ступени уменьшится ниже тока  $I_{\min}$ . Следовательно, для обеспечения перехода без уменьшения тока и падения тя-

гового усилия необходимо, чтобы  $R = \frac{\Delta E_{\text{я}}}{I_{\min}}$ .

Для различных ступеней  $\Delta E_{\text{я}}$  различно, поэтому величина  $R$  выбирается по наименьшему значению.

Схемы перехода с делительными катушками на электрических локомотивах с коллекторными двигателями принципиально не отличаются от таких же схем на локомотивах с ионными преобразователями.

При схеме перехода с одной делительной катушкой число ступеней равно

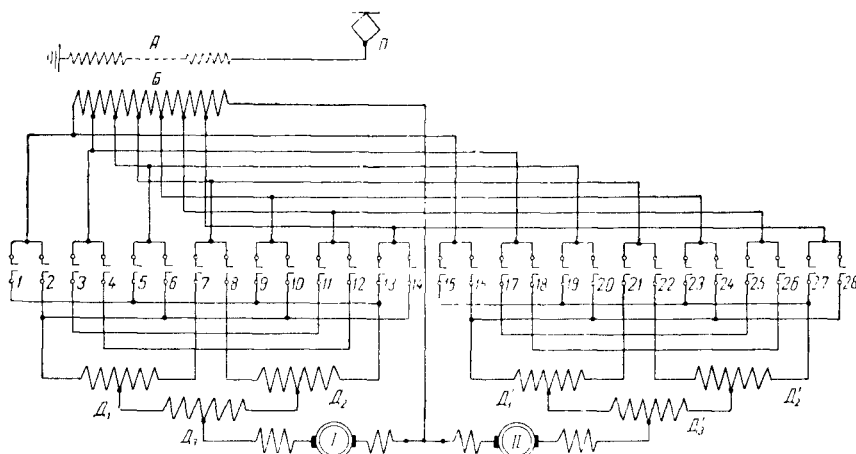
$$N = N_1 - 1,$$

где  $N_1$  — число выводов трансформатора.

Поэтому для увеличения числа ступеней без увеличения числа выводов трансформатора и распределения тока на несколько контакторов на некоторых локомотивах применяют схемы с тремя делительными катушками. На фиг. 89 показана одна из таких схем, применяемая на моторном вагоне с коллекторными двигателями турецких железных дорог.

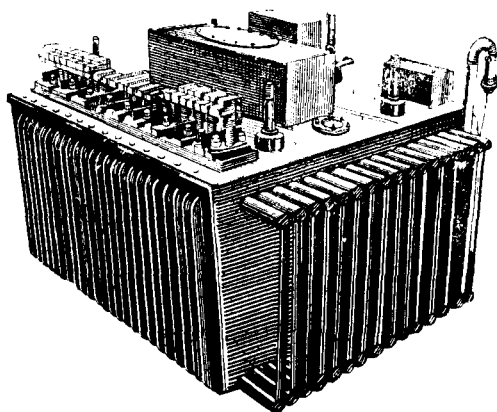
При семи выводах вторичной обмотки схема имеет 22 ступени, из которых 11 являются ходовыми; напряжение на зажимах двигателей изменяется от 0 до 256 в. В этой схеме переход с одной ступени на другую осуществляется автоматически кулачковыми контакторами регулятора напряжения под контролем реле ускорения при постоянном тяговом усилии.

Общий вид трансформатора моторного вагона турецких железных дорог показан на фиг. 90. Для охлаждения масла этот трансформатор снабжён трубчатыми радиаторами, вваренными в боковые стенки бака. Охлаждение масла осуществляется встречным потоком воз-



Фиг. 89. Схема перехода с делительными катушками моторного вагона с коллекторными двигателями турецких железных дорог: П—пантограф; А и Б—обмотки высокой и низкой сторон трансформатора; 1—28—кулачковые контакты регулятора напряжения;  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D'_1$ ,  $D'_2$ ,  $D'_3$ —обмотки делительных катушек; I и II—коллекторные тяговые двигатели 50 гц

духа во время движения. Циркуляция масла в баке и трубах происходит за счёт конвекции. Трансформаторы электровозов с коллекторными двигателями, как правило, имеют независимое охлаждение и принудительную циркуляцию масла.



Фиг. 90. Общий вид трансформатора моторного вагона пригородной линии Стамбула

По конструкции трансформаторы электровозов с коллекторными двигателями почти не отличаются от трансформаторов локомотивов с ионными преобразователями. Так, например, трансформаторы электровозов типов ВВ13000 и ВВ12000 французских железных дорог имеют одинаковую конструкцию (см. фиг. 23).

### ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

Тяговые коллекторные двигатели однофазного тока 50 гц с последовательным возбуждением, так же как и тяговые двигатели постоянного тока, могут работать в режиме рекуперативного и реостатного торможения.

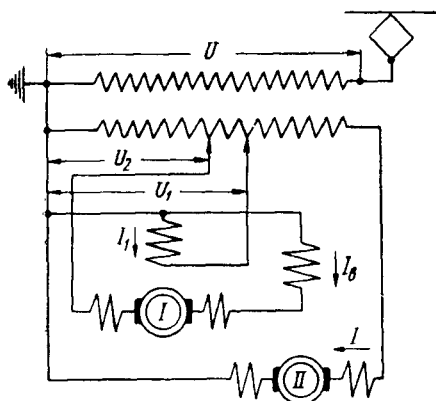
### Рекуперативное торможение

При рекуперативном торможении коллекторные двигатели с последовательным возбуждением не обеспечивают устойчивого режима рекуперации. Поэтому рекуперативное торможение коллекторными двигателями осуществляется при параллельном возбуждении с применением различных схем питания обмоток возбуждения, обеспечивающих необходимый сдвиг тока по фазе. Наибольшее распространение получили схемы с независимым возбуждением, под которым понимается питание обмоток возбуждения двигателей от вращающейся машины. В отличие от схемы локомотива постоянного тока, где мотор-генератор (возбудитель) необходим для получения тока низкого напряжения, в данном случае вращающаяся машина используется для смещения по фазе напряжения на обмотках возбуждения двигателей, работающих в генераторном режиме. В качестве возбудителя может быть применён индукционный фазообразователь или использован один или два тяговых двигателя.

Простейшая схема рекуперативного торможения с использованием одного тягового двигателя в качестве возбудителя показана на фиг. 91. Для регулирования по фазе напряжения возбуждения двигателя, работающего в генераторном режиме, в цепь тока возбуждения вводится напряжение  $U_2$  от части вторичной обмотки трансформатора. В схеме имеется два тяговых двигателя — I и II; при этом двигатель I работает в качестве возбудителя, а двигатель II — в качестве генератора.

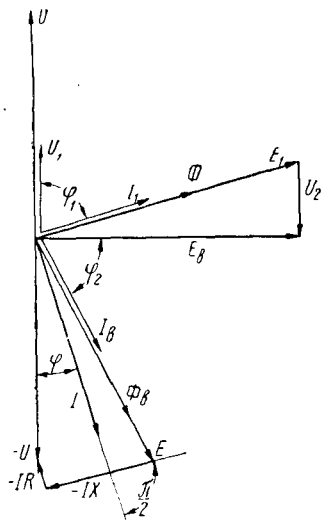
Векторная диаграмма этой схемы приведена на фиг. 92. Напряжение  $U_1$ , подведённое к зажимам обмотки возбуждения машины, обуславливает ток  $I_1$ , отстающий от  $U_1$  на  $\varphi_1$ , который вследствие высокой индуктивности цепи возбуждения близок к  $\frac{\pi}{2}$ . В фазе с током  $I_1$  находится поток  $\Phi$  возбудителя и э. д. с. вращения  $E_1$ , генерируемая потоком

$\Phi$  в обмотке якоря возбудителя. Учитывая напряжение  $U_2$ , вводимое в контур цепи возбуждения двигателя, получаем результирующую э. д. с.  $E_g$  этого контура, являющуюся



Фиг. 91. Схема рекуперативного торможения с использованием одного тягового двигателя в качестве возбудителя

суммой  $E_1$  и  $U_2$ . Ток  $I_g$  намагничивающего контура вследствие высокой индуктивности этой цепи будет отставать от полученной э. д. с. на  $\varphi_2$ , близкий к  $\frac{\pi}{2}$ . В фазе с током  $I_g$  будет

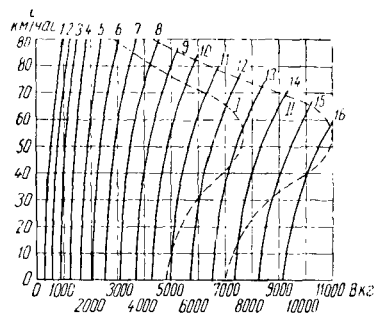


Фиг. 92. Векторная диаграмма рекуперативного торможения

поток  $\Phi_g$  двигателя II и его э. д. с. вращения  $E$ . Последняя в сумме с  $-I_x$  и  $-IR$  (где  $I$  — ток якоря двигателя II, а  $R$  и  $x$  — активное и реактивное сопротивление рабочей цепи двигателя) должны давать напряжение  $U$ , равное по величине и обратное по знаку напряжению сети, представленной соответствующей частью вторичной обмотки трансформатора. Соотношение между  $x$  и  $R$  совместно с условием перпендикулярности векторов  $I_x$  и  $IR$  определяет при определённой величине  $E$  ток якоря двигателя как по

фазе, так и по величине. Ток  $I$  перпендикулярен вектору  $I_x$  и пропорционален ему же. В этой схеме угол  $\varphi$ , определяющий коэффициент мощности машины при работе в генераторном режиме, небольшой, так что коэффициент мощности получается близким единице. Увеличивая или уменьшая напряжение  $U_2$ , можно регулировать как степень торможения (ток  $I$ ), так и коэффициент мощности.

Подобная схема рекуперации с использованием двух тяговых двигателей в качестве возбудителей применена на электровозе СС20001 французских железных дорог. Характеристики рекуперативного торможения этого электровоза приведены на фиг. 93.



Фиг. 93. Характеристики рекуперативного торможения электровоза СС20001 французских железных дорог: I — ограничение при токе 2 000 а; II — то же при токе 2 400 а

Однако эти схемы имеют недостаток, так как двигатели, работающие в качестве возбудителей, дают на осях меньший тормозной момент по сравнению с остальными двигателями.

### Реостатное торможение

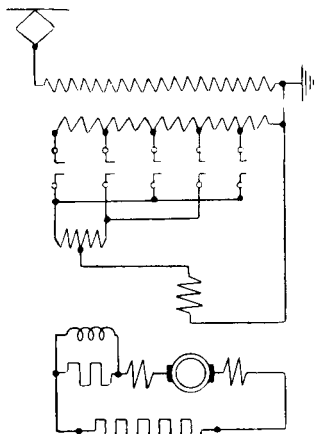
Реостатное торможение может осуществляться таким же путём, как и при двигателях постоянного тока, т. е. при последовательном включении обмотки якоря с переключением её концов. Двигатели однофазного тока при этом будут работать как генераторы с последовательным возбуждением постоянного тока.

Для обеспечения остаточного магнетизма перед переходом на реостатное торможение обмотки возбуждения можно кратковременно намагничивать постоянным током от аккумуляторной батареи или же переводить их на независимое возбуждение от возбудителя постоянного тока с независимым возбуждением. Можно применять и схемы возбуждения от трансформатора переменным током.

Однако, хотя эти способы реостатного торможения просты, тем не менее они почти не получили распространения на электровозах вследствие невозможности использовать коммутационную аппаратуру для регулирования тормозного режима и необходимости постановки специальных тормозных сопротивлений.

Реостатное торможение возможно и при работе коллекторных двигателей как генераторов переменного тока. С точки зрения нагревания двигателей выгоднее реостатное

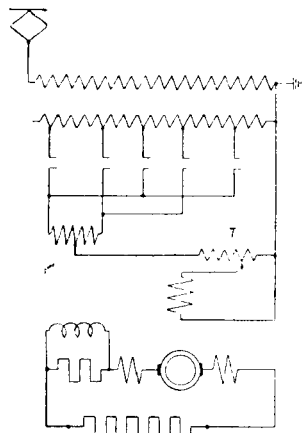
горможение на постоянном токе. При переменном токе, как правило,  $\cos \varphi < 1$ , а следовательно, при данной мощности ток и соответственно медные потери и потери в стали больше, чем при постоянном токе.



Фиг. 94. Схема реостатного торможения на переменном токе

Преимуществом реостатного торможения переменным током является возможность использования ступеней трансформатора для регулирования тормозного режима (фиг. 94).

В схеме фиг. 94 обмотка возбуждения двигателя питается переменным током от главного трансформатора. Ток возбуждения регулируется посредством аппаратов, кото-



Фиг. 95. Схема реостатного торможения на переменном токе с понижающим автотрансформатором

рые служат на тяговом режиме для управления двигателями. Однако схема фиг. 94 не обеспечивает достаточно плавного регулирования реостатного торможения. Большее число ступеней дает схема, показанная на фиг. 95, в которой питание обмотки возбуждения происходит через понижающий автотрансформатор  $T$ .

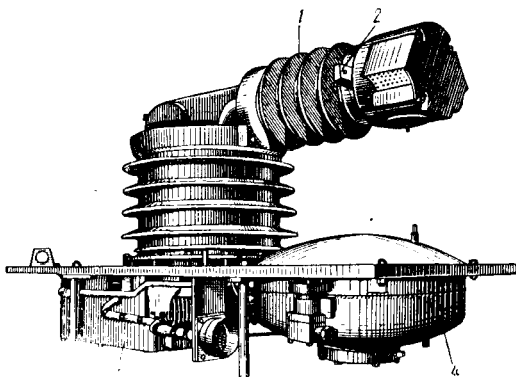
#### АППАРАТЫ СИЛОВОЙ ЦЕПИ И ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ

Эти аппараты с конструктивной стороны незначительно отличаются от таких же ап-

паратов локомотивов с ионными преобразователями и локомотивов постоянного тока.

Некоторыми особенностями отличаются главные выключатели типа АС12-12А электрических локомотивов турецких железных дорог.

Выключатель АС12-12А состоит из изоляционного цилиндра 1 (фиг. 96), с одного конца которого установлен неподвижный контакт с клеммой 2, с другого — пневматический привод и подвижный контакт.

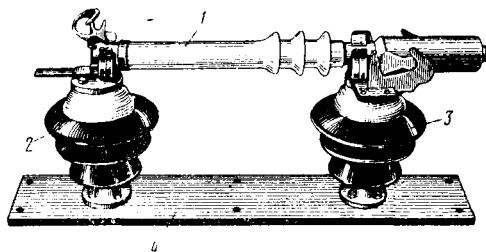


Фиг. 96. Общий вид главного выключателя типа АС12-12А Альстома

Аппаратура управления 3 и резервуар 4 со сжатым воздухом расположены в нижней части выключателя. Этот тип выключателя имеет небольшие размеры (равные двояному плафону), что даёт возможность разместить его в потолке моторного вагона электросекции, не снижая полезной высоты пассажирского помещения.

Выключатель типа АС12-12А имеет следующие данные:

Номинальное напряжение в кв .	25
Номинальный ток в а . . . . .	400
Разрывная мощность в кВа . . .	200 000



Фиг. 97. Общий вид плавкого предохранителя высокого напряжения типа BA-Diop моторного вагона турецких железных дорог

На моторных вагонах турецких железных дорог, кроме главных выключателей, в качестве дополнительной защиты применяются плавкие предохранители высокого напряжения. На фиг. 97 показан общий вид такого предохранителя на 25 кв и 100 а моторного вагона турецких железных дорог.

Предохранитель состоит из фарфоровой трубки 1, двух опорных изоляторов 2 и 3

и основания 4. Внутри трубки 1 помещаются фарфоровый стержень, на который навита спираль из плавкой проволоки, и дионизирующая смесь.

Предохранитель калибруется таким образом, чтобы перегорание происходило во время нарастания тока короткого замыкания, прежде чем ток достигнет первого максимального значения.

### ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

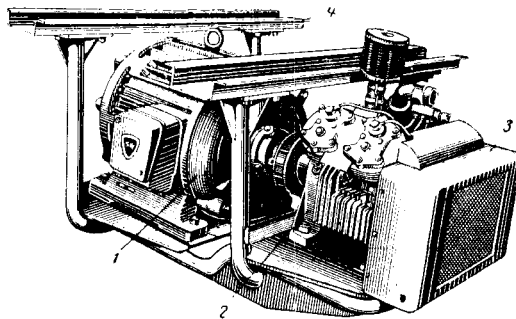
К вспомогательным машинам на электровозах с коллекторными двигателями относятся: мотор-компрессоры, служащие источником сжатого воздуха для тормозной и пневматической системы; мотор-вентиляторы для охлаждения тяговых двигателей, коммутационных сопротивлений, масляных радиаторов и переходных сопротивлений; мотор-насосы для циркуляции масла в трансформаторах.

Электродвигателями этих машин в большинстве случаев являются асинхронные, трёхфазные, короткозамкнутые машины с питанием от однофазно-трёхфазного вращающегося преобразователя. Напряжение этих электродвигателей обычно не превышает 380 в.

Кроме указанных выше вспомогательных машин, на некоторых электровозах для зарядки аккумуляторных батарей установлены генераторы тока управления с приводом от однофазно-трёхфазных преобразователей.

К вспомогательным машинам моторных вагонов относятся компрессоры большей части с конденсаторными электродвигателями. Мотор-компрессоры электровозов и моторных вагонов иногда снабжаются радиаторами для охлаждения сжатого воздуха (фиг. 98).

Генераторы тока управления, которые установлены на каждом локомотиве постоянного тока, на моторных вагонах с коллекторными двигателями 50 гц, в большинстве случаев отсутствуют, так как питание цепей управ-



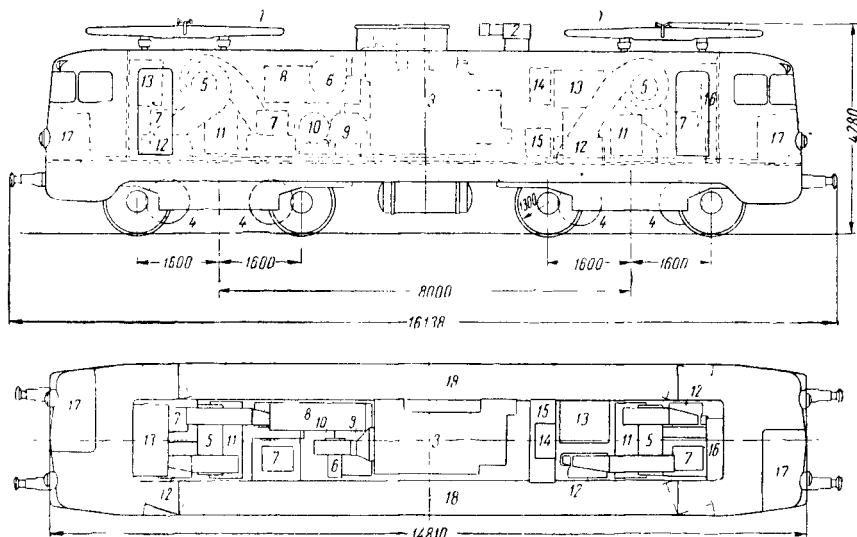
Фиг. 98. Общий вид мотор-компрессора 241 В моторного вагона турецких железных дорог: 1 — электродвигатель; 2 — четырёхцилиндровый V-образной формы компрессор; 3 — радиатор; 4 — каркас для подвески

ления осуществляется от аккумуляторных батарей, заряжаемых от сухих селеновых выпрямителей. Наибольшее распространение получили кадмиево-никелевые батареи ёмкостью 80—100 а-ч и напряжением 72 в.

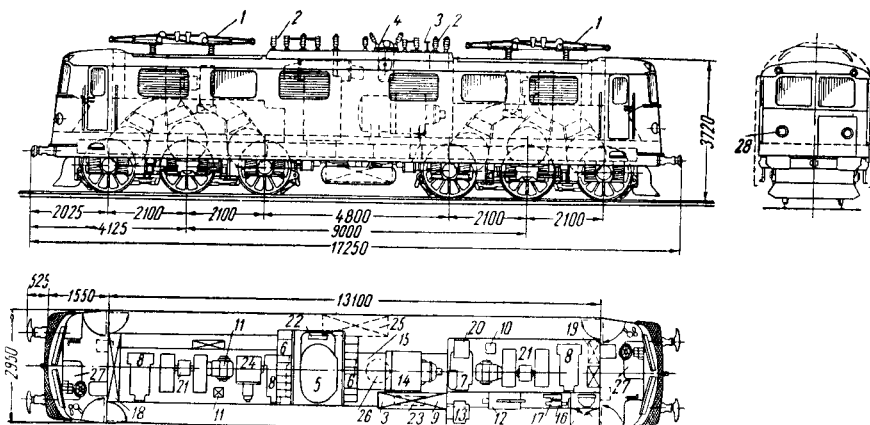
### РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

#### Расположение оборудования на электровозах

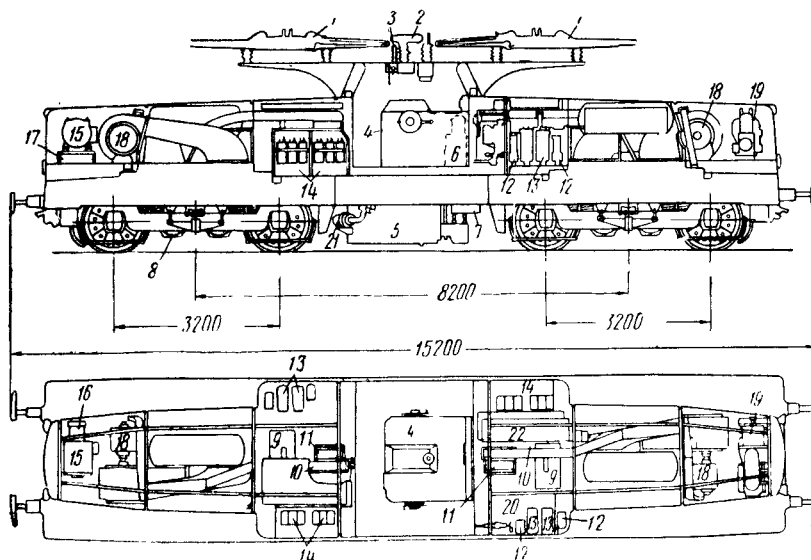
Требования, предъявляемые к расположению оборудования на электровозах с



Фиг. 99. Расположение оборудования на электровозе BB4003 турецких железных дорог: 1 — пантографы; 2 — главный выключатель типа АС12-12А; 3 — трансформатор; 4 — тяговые коллекторные двигатели; 5 — мотор-вентиляторы для охлаждения тяговых двигателей; 6 — мотор-вентилятор для охлаждения трансформатора; 7 — реверсоры; 8 — контакторы; 9 — мотор-компрессор; 10 — однофазно-трёхфазный преобразователь; 11 — трансформаторы и конденсаторы коммутационного оборудования; 12 — коммутационные сопротивления; 13 — пневматическая аппаратура; 14 — сухой выпрямитель для зарядки аккумуляторной батареи; 15 — аккумуляторная батарея; 16 — шкаф с реле; 17 — пульт управления; 18 — коридоры (проходы)



Фиг. 100. Расположение оборудования на электровозе СС2001 французских железных дорог: 1—пантографы; 2—отключатели пантографов; 3—переключатель заземления; 4—главный выключатель; 5—трансформатор; 6—контакты для переключения ступеней трансформатора; 7—возбудитель (рекуперативный агрегат); 8—тормозной и групповой переключатели; 9—омические сопротивления для улучшения коммутации; 10—индуктивные сопротивления; 11—дрессельные катушки; 12—быстродействующий выключатель для работы на постоянном токе; 13—переключатель питания с однофазного тока на постоянный; 14—преобразовательный агрегат; 15—возбудитель преобразовательного агрегата; 16—контактор отопления; 17—контактор преобразовательного агрегата; 18—панели плавких предохранителей и реле; 19—контакты вспомогательных приборов; 20—мотор-компрессор; 21—мотор-вентиляторы для охлаждения тяговых коллекторных двигателей и трансформатора; 22—мотор-насос для циркуляции масла; 23—мотор-вентилятор для охлаждения омических сопротивлений и тяговых коллекторных двигателей; 24—преобразователь фаз Арно с генератором тока управления; 25—аккумуляторная батарея; 26—реактор; 27—пульты управления; 28—прожектор буферный



Фиг. 101. Расположение оборудования на электровозе ВВ13001 французских железных дорог: 1—пантографы; 2—главный выключатель; 3—переключатель заземления; 4—пульт управления; 5—трансформатор; 6—переключатель ступеней; 7—переходное сопротивление переключателя; 8—тяговые коллекторные двигатели; 9—реверсоры; 10—главные сопротивления; 11—вспомогательные сопротивления; 12—реакторы; 13—коммутационные трансформаторы (для питания конденсаторов); 14—конденсаторы; 15—однофазно-трёхфазный преобразователь фаз Арно; 16—генератор тока управления для зарядки аккумуляторной батареи; 17—аккумуляторная батарея; 18—мотор-вентиляторы; 19—мотор-компрессор; 20—контактор отопления; 21—мотор-насос; 22—контакты переключателя

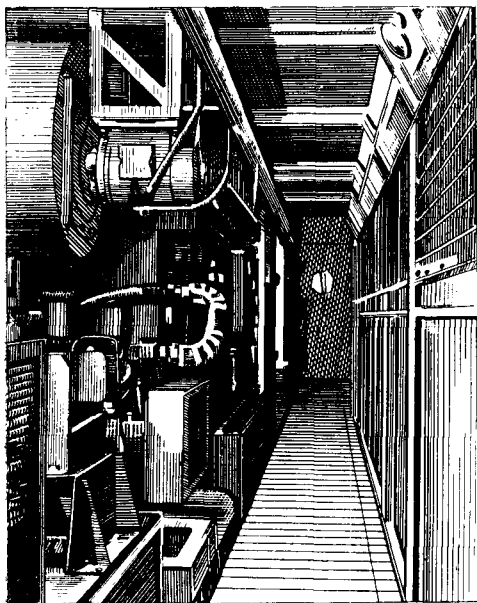
коллекторными двигателями, такие же, как и на электровозах постоянного тока. Большинство электровозов с коллекторными двигателями выполнено с двумя кабинами управления по концам; при этом оборудование размещается между кабинами. Для удобства доступа осмотра электрических аппаратов и машин предусматривают боковые коридоры (проходы). Токоведущие части оборудования низкой стороны напряжения обычно ограждаются лёгкими защитными кожухами. Оборудование высокой стороны ограждается сетками с соответствующими электрическими и механическими блокировками.

На электровозах широко применяется агрегатный (блочный) способ монтажа.

Монтаж и крепление проводов и кабелей выполнены так же, как и на электровозах постоянного тока (см. раздел «Электроподвижной состав постоянного тока»).

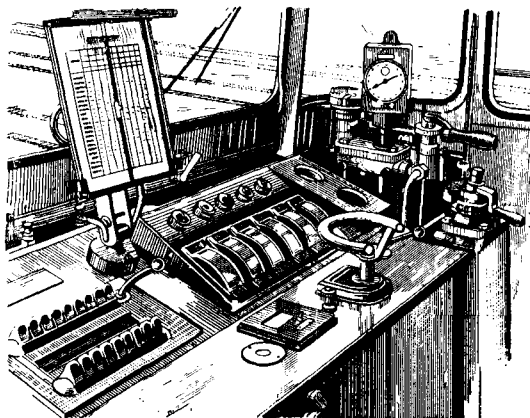
Примеры расположения оборудования показаны на фиг. 99, 100 и 101.

Вспомогательные машины в большинстве случаев имеют двухъярусное расположение (фиг. 102), причём в отличие от наших электровозов постоянного тока на электровозах ВВ4001—ВВ4003 мотор-вентиляторы подвешены к каркасу крыши кузова, а мотор-компрессоры установлены внизу (в первом ярусе), это облегчает обслуживание последних, а также улучшает систему вентиляции.



Фиг. 102 Общий вид коридора электровоза ВВ4003

В связи с применением на большинстве электровозов управления с ручным приводом в кабинах управления устанавливают пульты с маховиками, которые связаны механически с переключающей аппаратурой. На фиг. 103 показан общий вид кабины управления электровоза ВВ4003.

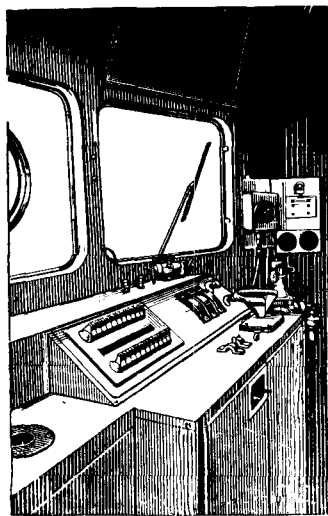


Фиг. 103. Общий вид кабины управления электровоза ВВ4003

#### Расположение оборудования на электросекциях

При расположении оборудования на электросекциях с коллекторными двигателями 50 гц руководствуются теми же соображениями, что и на электросекциях постоянного тока, которые описаны в разделе «Электроподвижной состав постоянного тока».

Исходя из соображения наибольшего сохранения максимальной полезной площади



Фиг. 104. Общий вид кабины управления электросекции с коллекторными двигателями турецких железных дорог

для пассажирских помещений, всё оборудование почти на всех электросекциях размещается под рамами кузовов, в кабинах управления и на крышах вагонов. В пассажирских помещениях размещаются только терморегуляторы, а на некоторых электросекциях (как, например, на электросекциях ту-



режких железных дорог) приводы управления главными выключателями.

На электросекциях, так же как и на электровозах, широко применяется агрегатный способ монтажа. Для удобства обслуживания и контроля аппараты, требующие хорошей защиты от пыли и постоянного наблюдения, объединяются в отдельные шкафы и размещаются в перегородках кабины управления под крышками из органического стекла.

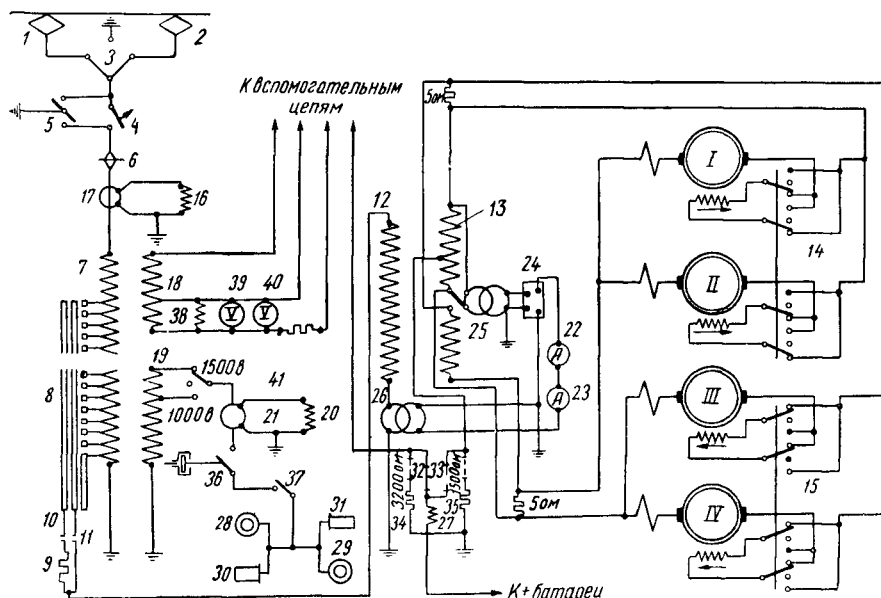
Кабины управления почти всех электросекций оборудованы устройством безопасности на случай потери сознания машинистом. Это устройство состоит из воздушного резервуара и блокировочного устройства с замедленным действием, которое нормально под воздействием машиниста держится под атмосферным давлением, а при отсутствии указанного воздействия вызывает с интервалами по несколько секунд, включение предупредительного звонка, затем отключение главного выключателя и, наконец, экстренное торможение поезда.

На фиг. 104 показаны общий вид кабины управления электросекции турецких железных дорог.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

### Силовые схемы

Принципиальная схема силовой цепи электровоза ВВ13001 французских железных дорог показана на фиг. 105.



Фиг. 105. Принципиальная силовая схема электровоза ВВ13001 французских железных дорог

Силовая цепь состоит из двух пантографов 1 и 2, разъединителя пантографов 3, главного выключателя 4, переключателя заземления 5, проходного изолятора 6, первичной обмотки 7 трансформатора, переключателя ступеней 8, переходного сопротивления 9 и контакторов 10 и 11 переключателя ступеней.

С помощью переключателя ступеней (который рассчитан на 20 ступеней) напряжение регулируется от 0 до 15 кв на регулировочной обмотке 12 трансформатора. От вторичной обмотки 13 низкого напряжения питаются две группы тяговых коллекторных двигателей I, II, III и IV.

Реверсирование тяговых двигателей производится контакторами реверсоров 14 и 15.

Управление переключателем ступеней и реверсорами ручное, что значительно упрощает электрическую схему электровоза и осуществляется из кабины машиниста маховиком и реверсивной рукояткой.

Реверсивная рукоятка механически заблокирована с приводом переключателя ступеней. Поворот маховика возможен при установке реверсивной рукоятки «Вперед» или «Назад».

При первых оборотах маховика (на подготовительных ступенях) включаются главный выключатель 4, преобразователь фаз Арно, масляный насос и мотор-вентиляторы. Для питания этих вспомогательных машин, а также и мотор-компрессора в трансформаторе предусмотрена обмотка 18. При дальнейшем вращении маховика происходит переключение ступеней переключателя и изменение напряжения на обмотке 12 трансформатора. Передача привода рассчитана так, что при каждом обороте маховика переключается одна ступень.

Для защиты силовой цепи от перегрузки служит реле перегрузки 16, которое подключено к цепи через трансформатор тока 17.

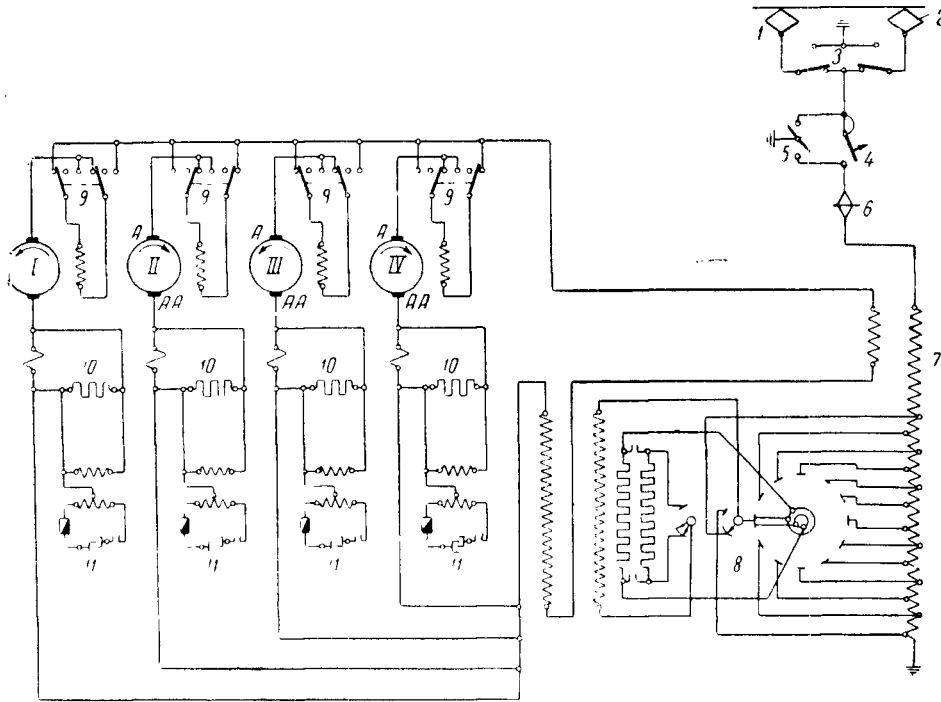
На зарубежных железных дорогах при электрической тяге отопление пассажирских вагонов производится электронагревательными приборами. Для питания этих приборов в трансформаторе предусматривается специальная обмотка 19. Для защиты цепей отопления служит реле перегрузки 20, подключен-

ное к цепи через блокировку коробки ключей 41 и трансформатор 21.

Соединение цепей отопления электровоза и вагонов производят через контактор 36,

СС20001 при тяговом режиме и напряжении 25 кВ.

Изменение напряжения на зажимах коллекторных двигателей I—VI осуществляется



Фиг. 106. Принципиальная силовая схема электровоза ВВ4003 турецких железных дорог: 1 и 2—пантографы; 3—разъединитель пантографов; 4—главный выключатель; 5—переключатель заземления; 6—проходной изолятор; 7—трансформатор; 8—секционный регулятор напряжения; 9—реверсор; 10 и 11—омические и емкостные сопротивления для улучшения коммутации; I—IV—якоря тяговых двигателей

блокировку 37, розетки 28 и 29 и гибкие кабели со штепсельными головками 30 и 31.

Режим работы тяговых двигателей, расход электрической энергии, состояние изоляции машинист контролирует: по амперметрам 22 и 23, счётчику 24 (которые подключены к цепи через трансформаторы тока 25 и 26), вольтметрам 39 и 40, реле минимального напряжения 38 и реле заземления 27.

Для шунтировки реле заземления в схеме предусмотрены клеммы 32 и 33 и сопротивления 34 и 35.

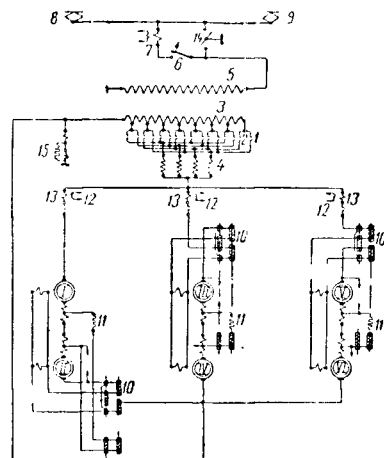
Принципиальная схема силовой цепи электровоза ВВ4003 турецких железных дорог показана на фиг. 106.

В силовой цепи электровоза ВВ4003 блокировки и защитные устройства сведены до минимума и схема незначительно отличается от схемы силовой цепи электровоза ВВ13001.

Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20001. В отличие от электровозов ВВ13001 и ВВ4003 электрические цепи электровоза СС20001 рассчитаны для работы на двух участках: переменного тока напряжением 25 кВ и постоянного — напряжением 1500 В с применением рекуперативного торможения.

На фиг. 107 показана принципиальная схема силовой цепи электровоза

регулированием напряжения на вторичной обмотке 3 трансформатора путём переключе-



Фиг. 107. Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20001 французских железных дорог при тяговом режиме и напряжении 25 кВ

чения ступеней контакторами 1 и 2 группового переключателя. Переход с одной

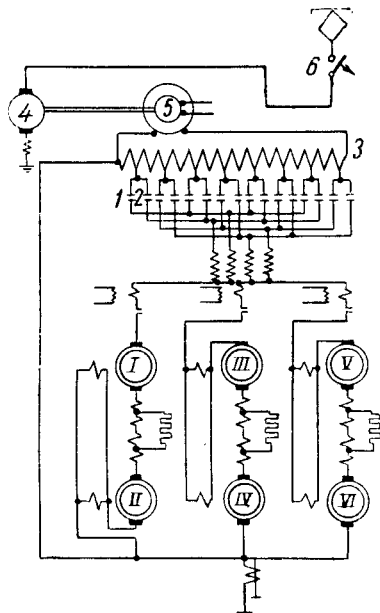
ступени трансформатора на другую осуществляется с помощью делительных катушек 4.

Первичная обмотка 5 трансформатора через главный выключатель 6 и трансформатор тока 7 подключена к цепи пантографов 8 и 9.

Реверсирование двигателей осуществляется контактами 10 реверсера.

Для регулирования коммутации в схеме предусмотрены омические сопротивления 11.

Защита тяговых двигателей от перегрузок и коротких замыканий осуществляется реле перегрузки 12, которые включены в каждую параллельную цепь через трансформаторы тока 13. Реле перегрузки воздействуют на специально предусмотренные контакторы.

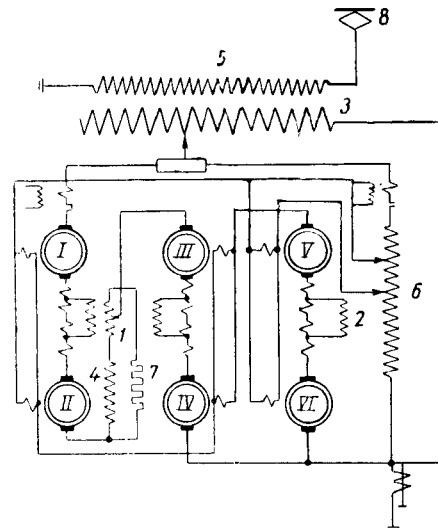


Фиг. 108. Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20001 при тяговом режиме и напряжении 1500 в

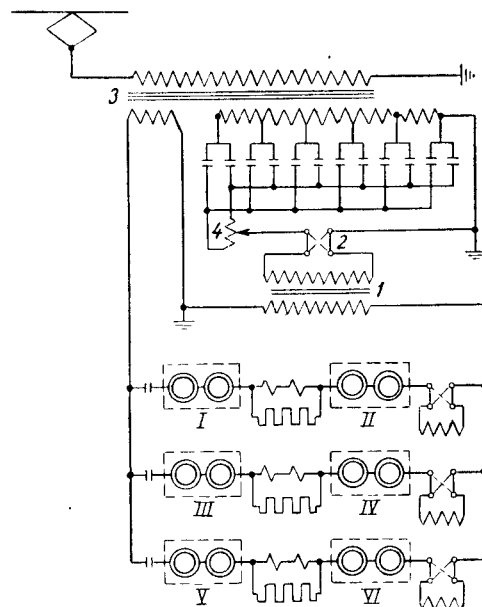
Защита от коротких замыканий на высокой и низкой стороне трансформатора производится главным выключателем 6. Для заземления цепи пантографов предусмотрен переключатель 14. Защита тяговых двигателей от коротких замыканий при пробое на землю производится реле заземления 15.

Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20001 при тяговом режиме и напряжении 1500 в показана на фиг. 108. Для преобразования постоянного тока напряжением 1500 в в однофазный ток с частотой 50 гц служит электродвигатель постоянного тока 4, который вращает якорь генератора переменного тока 5. От генератора 5 питается вторичная обмотка 3 трансформатора. Регулирование напряжения на зажимах тяговых двигателей I—VI осуществляется контакторами 1 и 2 так же, как и на участке с напряжением 25 кв. Защита от перегрузок и токов короткого замыкания осуществляется реле перегрузки и выключателем 6.

Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20001 при рекуперативном режиме показана на фиг. 109. При рекуперативном



Фиг. 109. Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20001 при рекуперативном режиме; I—VI тяговые двигатели; 1—индуктивный шунт для двигателей I—IV; 2—индуктивный шунт для двигателей V и VI; 3—вторичная обмотка трансформатора; 4—дрессельная катушка; 5—первичная обмотка трансформатора; 6—обмотка трансформатора рекуперации; 7—омическое сопротивление рекуперации; 8—пантограф



Фиг. 110. Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20002 при тяговом режиме и напряжении 25 кв

торможении тяговые двигатели V и VI используются в качестве возбуждателей, а двигатели I—IV работают как генераторы переменного тока.

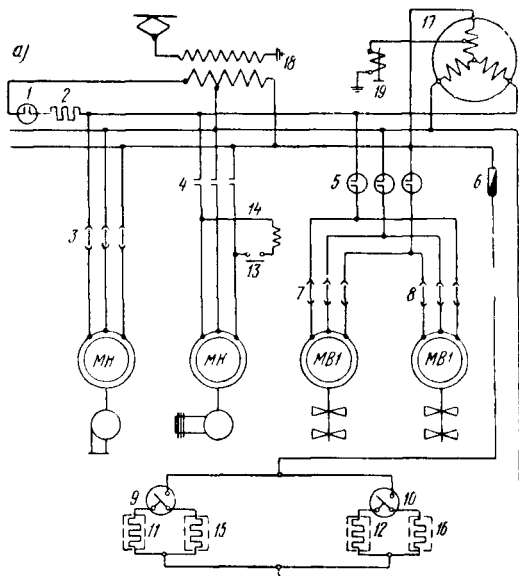
Принципиальная схема силовой цепи электровоза СС20002. Электрические цепи электровоза СС20002, так же как и электрические цепи электровоза СС20001, рассчитаны для работы на двух участках. Схема силовой цепи при тяговом режиме и напряжении 1500 в такая же, как и на электровозе СС20001. Схема силовой цепи электровоза СС20002 при тяговом режиме и напряжении 25 кВ показана на фиг. 110.

Регулирование напряжения на зажимах тяговых двигателей I—VI осуществляется на стороне низшего напряжения трансформатора

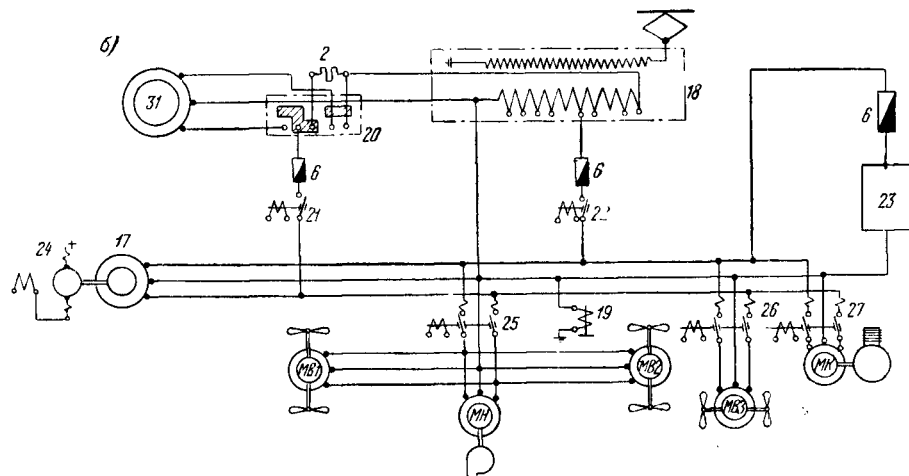
Для перехода с одной ступени главного трансформатора 3 на другую без разрыва цепи тока в схеме предусмотрена делительная катушка 4. В остальном эта схема аналогична схеме электровоза СС20001.

### Вспомогательные цепи

Почти на всех электровозах с коллекторными тяговыми двигателями 50 гц питание вспомогательных машин осуществляется от преобразователя фаз. На фиг. 111 показаны схемы вспомогательных высоковольтных цепей электровозов ВВ13001 и СС20001 французских железных дорог.



1 — пусковой кулачковый контактор; 2 — демпферное пусковое сопротивление преобразователя фаз Арно; 3 — отключатели двигателя масляного насоса; 4 — электромагнитные контакторы двигателя компрессора; 5 — кулачковые контакторы двигателей вентиляторов; 6 — плавкий предохранитель цепей отопления кабины управления; 7 и 8 — отключатели двигателей вентиляторов; 9 и 10 — переключатели электропечей кабины управления; 11 и 12 — электропечи общие; 13 — центробежное реле для пуска двигателя компрессора; 14 — промежуточное реле; 15 и 16 — электропечи для ног; 17 — преобразователь фаз Арно; 18 — главный трансформатор; 19 — реле заземления; 20 — переключатель питания с однофазного тока на постоянный; 21 и 22 — контакторы фаз; 23 — отопительные приборы электровоза и переключатели; 24 — генератор тока управления; 25 — отключатели мотор-вентиляторов МВ1 и МВ2 и двигателя масляного насоса МН; 26 — отключатель мотор-вентилятора МВ3 для охлаждения омических сопротивлений регулировки коммутации; 27 — отключатель мотор-компрессора; 31 — генератор переменного тока для работы электровоза на участке постоянного тока напряжением 1500 в.



Фиг. 111. Принципиальные схемы вспомогательных высоковольтных цепей: а — электровозы ВВ13001; б — электровозы СС20001;

с применением вольтодобавочного трансформатора 1, благодаря чему напряжение вторичной обмотки трансформатора или суммируется с напряжением главного трансформатора 3 или вычитается из него, в зависимости от положения переключателя 2 в цепи первичной обмотки трансформатора 1.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ МОТОРНЫХ ВАГОНОВ

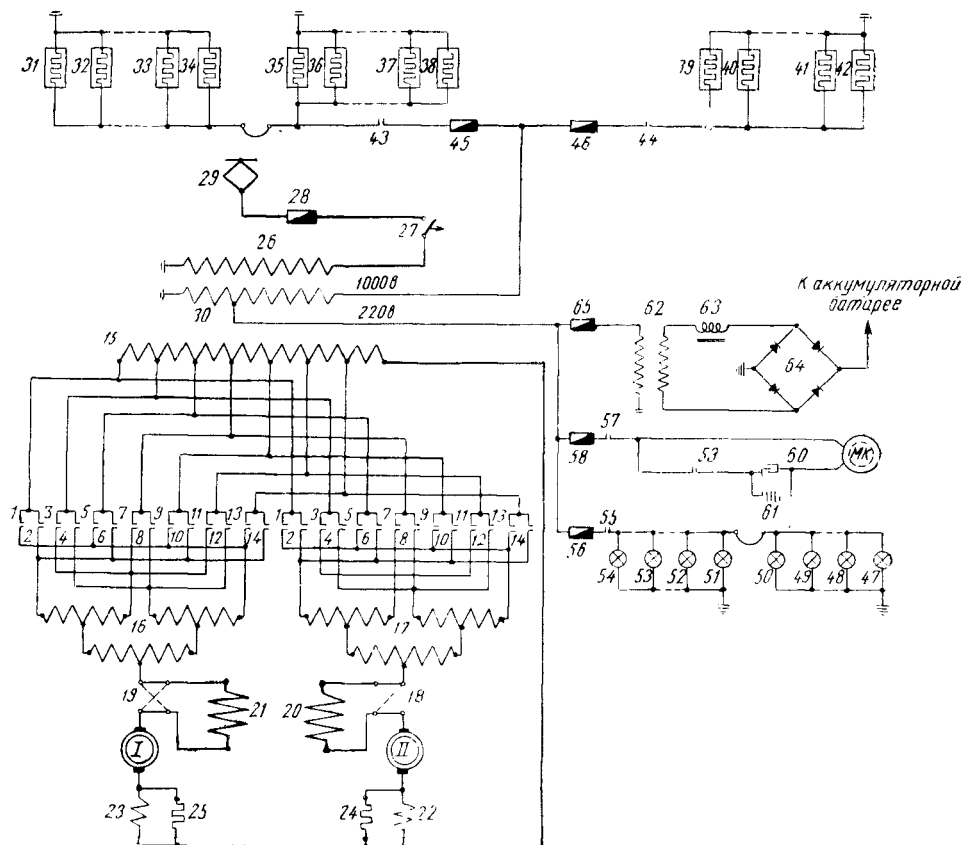
Электрические схемы силовых цепей моторных вагонов с коллекторными двигателями 50 гц почти все выполнены с регулированием напряжения на стороне низшего напряжением

трансформатора и переходом с одной ступени на другую с помощью делительных катушек.

Принципиальная схема силовой и вспомогательной цепи моторного вагона тупецких железных дорог показана на фиг. 112. Регулирование напряжения на зажимах тяговых двигателей I и II производится на вторичной обмотке 15 трансформатора контакторами 1—14 тупецкого пере-

Защита силовой цепи от перегрузки и токов короткого замыкания производится реле перегрузки, плавким предохранителем 28 и воздушным выключателем 27. От перенапряжений цепь защищена воздушным штыревым разрядником вентильного типа.

Моторный вагон оборудован также полуавтоматическим противобоксовочным устройством, состоящим из пневматического реле блокировок и дифференциального реле, об-



Фиг. 112. Принципиальная схема силовой и вспомогательной цепи моторного вагона электросекции тупецких железных дорог

ключателя с ручным приводом или серводвигателем и тремя делительными катушками 16 и 17.

Переход с одной ступени на другую производится автоматически под контролем реле ускорения, при постоянном тяговом усилии. Реверсирование тяговых двигателей производится секционированными реверсерами 18 и 19 кулачкового типа, которые обеспечивают изменение тока в обмотках возбуждения 20 и 21 и отключение тяговых двигателей в случае неисправности последних. Для улучшения коммутации обмотки 22 и 23 дополнительными полюсами шунтируются омическими сопротивлениями 24 и 25.

Первичная обмотка 26 трансформатора через высоковольтный воздушный выключатель 27 и главный плавкий предохранитель 28 подключена к пантографу 29.

текаемого током каждого двигателя. Нарушение равновесия между токами двигателей вызывает зажигание сигнальной лампы.

Для прекращения боксования машинист подает сжатый воздух в тормозные цилиндры тележки, где боксуются колесные пары; давление воздуха при этом ограничивается заданной уставкой пневматического реле. Торможение автоматически прекращается после устранения боксования благодаря восстановлению дифференциального реле.

Вспомогательные цепи и электрические печи питаются от специальной вспомогательной обмотки 30 трансформатора. Обмотка 30 имеет два вывода: один 1 000 в для электрических печей и второй 220 в для вспомогательных цепей. Электрические печи (радиаторы) 31—34 прицепного вагона и 35—42 моторного вагона подключены к обмотке

30 через контакторы отопления 43, 44 и плавкие предохранители 45, 46. Электрические печи установлены вдоль стен под окнами. Печи могут включаться или на полное напряжение 1 000 в или на напряжение 500 в, что обеспечивает нормальную температуру внутри вагона при любой температуре окружающего воздуха.

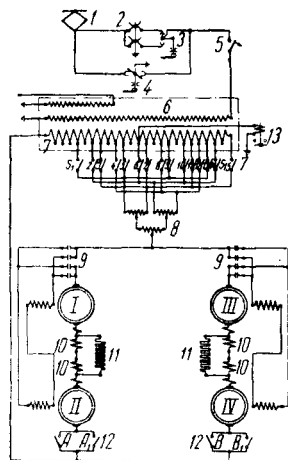
Полная установленная мощность печей на вагон 20 квт.

Люминесцентные лампы 47—50 прицепного вагона и 51—54 моторного вагона к обмотке 30 подключаются контактором освещения 55 через плавкий предохранитель 56. Благодаря такому включению и подбору характеристик ламп яркость освещения почти не подвергается изменению при колебаниях напряжения в контактной сети.

Конденсаторный электродвигатель МК компрессора подключается к обмотке 30 рабочим контактором 57 через плавкий предохранитель 58. Пуск электродвигателя МК производят пусковым контактором 59 и пусковым конденсатором 60, который служит вспомогательной ёмкостной фазой. Параллельно конденсатору 60 подключено разрядное сопротивление 61.

Питание цепей управления и сигнализации производится от кадмие-никелевой аккумуляторной батареи ёмкостью 80 а-ч и состоящей из 48 элементов. Аккумуляторная батарея подключается в качестве буфера к зажимам зарядного устройства, состоящего из питающего трансформатора 62, автоматического регулятора напряжения 63 и сухого селенового выпрямителя 64, включённого по схеме моста.

Зарядное устройство подключено к обмотке 30 через плавкий предохранитель 65.

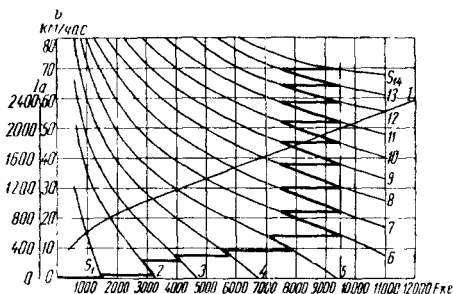


Фиг. 113. Принципиальная схема силовой цепи моторного вагона Z9052 французских железных дорог

Принципиальная схема силовой цепи моторного вагона Z9052 французских железных дорог показана на фиг. 113. Регулирование напряжения на зажимах коллекторных тяговых двигателей I—IV производится на вторичной

обмотке 7 трансформатора контакторами  $S_1$  —  $S_{15}$  группового переключателя и делительными катушками 8, т. е. так же, как и на моторном вагоне электросекции турецких железных дорог.

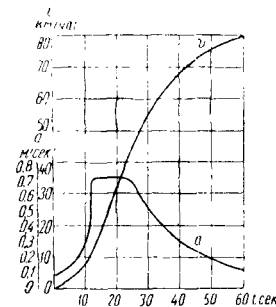
Переход с одной ступени на другую производится автоматически при постоянном тяговом усилии, начиная с 6-й позиции



Фиг. 114. Пусковая диаграмма моторного вагона Z9052

(фиг. 114). При этом характеристики  $V = f(t)$  и  $a = f(t)$  при весе электросекции 126 т и подъёме 70/00 показаны на фиг. 115. Реверсирование двигателей осуществляется контакторами 9 реверсера (см. фиг. 113). На вагоне предусмотрено регулирование коммутации путём шунтирования обмоток 10 дополнительными полюсами омическим сопротивлением 11.

Отключение неисправных двигателей производят контакторами 12, которые при нормальном положении замкнуты.



Фиг. 115. Характеристика  $v=f(t)$  и  $a=f(t)$  при весе псезда 126 т и подъёме 70/00 моторного вагона Z9052

Первичная обмотка 6 трансформатора подключается к пантографу 1 через главный высоковольтный выключатель 5, переключатель предохранителей 3 и главный предохранитель 2.

Для замыкания цепи пантографа на землю служит переключатель 1. Питание вспомогательных цепей производится от вспомогательной обмотки трансформатора. Защита силовой цепи производится плавким предохранителем 2, главным выключателем 5 и реле заземления 13.

Последовательность включения контакторов приведена в табл. 14.

Таблица 14

Последовательность включения контакторов моторного вагона Z9052

№ ступени (позиции)	Контакторы																		
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>11</sub>	S <sub>12</sub>	S <sub>13</sub>	S <sub>14</sub>	S <sub>15</sub>	A	A <sub>1</sub>	B	B <sub>1</sub>
0-я	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1-я	x <sup>1</sup>	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
2-я	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
3-я	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
4-я	—	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
5-я	—	—	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
6-я	—	—	—	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
7-я	—	—	—	—	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
8-я	—	—	—	—	—	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x
9-я	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x	—	—	—	—	—	x	x	x	x
10-я	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x	—	—	—	—	x	x	x	x
11-я	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x	—	—	—	x	x	x	x
12-я	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x	—	—	x	x	x	x
13-я	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x	—	x	x	x	x
14-я	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	x	x	x	x	x	x

<sup>1</sup> Знак x показывает включение контактора.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА С МОТОР-ГЕНЕРАТОРАМИ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для преобразования на электрическом локомотиве однофазного тока в постоянный, кроме ртутного выпрямителя, может быть применён мотор-генераторный или однофазный одноякорный преобразователь.

Однако одноякорный преобразователь имеет постоянное соотношение напряжений на стороне постоянного и переменного тока, что вызывает затруднения регулирования скорости вращения тяговых двигателей. При однофазном питании к этому присоединяются недостатки, связанные с пульсацией мгновенного значения мощности. Разность между мгновенным и средними значениями мощности при этом должна быть преобразована в механическую энергию, периодически воспринимаемую и отдаваемую массой якоря.

Наличие этих недостатков заставило отказаться от применения на локомотивах одноякорного преобразователя, хотя он по сравнению с мотор-генератором имеет лучший к. п. д. и меньший вес.

На выполненных электровозах мотор-генераторный преобразователь обычно состоит из однофазного синхронного двигателя и генераторов постоянного тока.

К преимуществам этих локомотивов относятся:

1) безреостатное регулирование скорости;  
2) поддержание  $\cos \varphi = 1$  или получение опережающего тока регулированием возбуждения синхронного двигателя;

3) пуск и рекуперативное торможение до полной остановки без пусковых сопротивлений и перегруппировки тяговых двигателей;

4) выбор оптимального напряжения на зажимах тяговых двигателей в зависимости от их габаритных размеров, веса и стоимости.

Существенными недостатками мотор-генераторных локомотивов являются:

1) многократное преобразование мощности (трансформатор-мотор-генератор), вследствие чего эти локомотивы имеют низкий к. п. д. (0,76);

2) большой вес машинного оборудования;

3) низкая удельная мощность (14,3 квт/м);

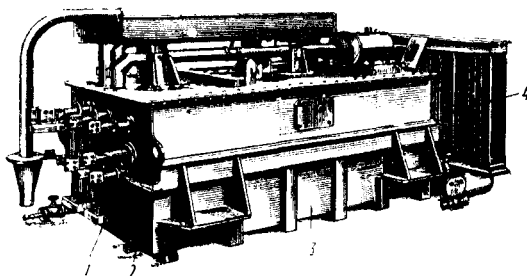
4) ограничение мощности на ось.

Ниже даётся описание электрической части электровозов с мотор-генераторами французских железных дорог.

### ТРАНСФОРМАТОРЫ

На электровозах СС14100 установлены трансформаторы броневое тила с концентрическими обмотками и принудительным охлаждением масла.

Сердечник трансформатора имеет горизонтальное расположение, что вызвано формой



Фиг. 116. Главный трансформатор электровоза СС14101

кузова и установкой на электровозе мотор-генератора. В связи с этим трансформатор (фиг. 116) получился низким, что вызывает понижение общего центра тяжести наддрессорного строения электровоза и увеличение боковых толчков при входе в кривую. Горизонтальное расположение сердечника вызывает также затруднение в создании хорошего охлаждения.

Трансформатор имеет четыре обмотки: первичную; тяговую (вторичную) напряжением 3 000 в для питания синхронного двигателя главного преобразовательного агрегата; вспомогательную напряжением 420 в для питания вспомогательного преобразователя фаз Арно; отопления с двумя выводами на 1 000 и 1 500 в для отопления поезда.

Обмотки намотаны на изолированные цилиндры. Аксиальные прокладки сделаны из пропитанного дерева и расположены таким образом, что между обмотками остаётся достаточно места для прохождения охлаждающего масла.

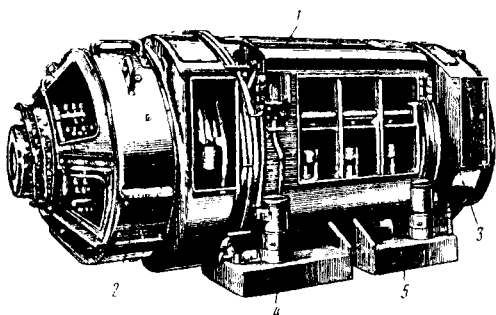
Фарфоровые изоляторы 1 вводов укреплены на промежуточной панели 2, приболоченной к баку 3, что облегчает доступ сверху к внутренним соединениям и даёт возможность легкой замены ввода после спятия панели. Последняя сделана из алюминия, чтобы устранить местные нагревы бака.

Соединение вводов с первичной обмоткой производится внутри кожуха, заполненного маслом и отделённым от бака. На кожухе имеется два ввода с проходными изоляторами; один ввод обычного типа и соединяется с обмоткой со стороны земли; другой (специальный) проходит через стенку кожуха и соединяется с кабелем 25 кв, идущим от главного выключателя. Изоляция между кабелем высокого напряжения и кожухом осуществляется благодаря тому, что кабель проходит в воздушной среде.

Трансформатор имеет вес 6 300 кг и мощность 2 400 квт и монтируется вместе с охлаждающим устройством 4.

### ГЛАВНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ

Агрегат (фиг. 117) состоит из синхронного однофазного двигателя 1 и двух генераторов постоянного тока 2 и 3 с независимым воз-



Фиг. 117. Главный преобразовательный агрегат электровоза СС14101

буждением, каждый из которых питает независимо три параллельно включённых тяговых двигателя. Генераторы имеют компенсационную обмотку.

Двигатель и генераторы установлены на одном валу и имеют отдельные осто́вы, соединённые в один агрегат болтами.

Преобразовательный агрегат установлен на опорах 4 и 5, которые служат одновременно корпусами подшипников, расположенных меж-

ду ротором синхронного двигателя и якорями генераторов, установленных консольно. Смазка в подшипники поступает под действием силы тяжести из резервуара, находящегося в передней части остова двигателя и заполняемого двумя постоянно работающими насосами. Контроль за смазкой осуществляется с помощью реле циркуляции масла, которое предотвращает включение агрегата, если опорные подшипники не имеют смазки.

Синхронный двигатель и генераторы имеют раздельную вентиляцию, что даёт возможность лучше регулировать режим их работы.

Главный преобразовательный агрегат имеет следующие данные:

Напряжение синхронного двигателя . . . . .	3 000 в
Ток . . . . .	875 а
Скорость вращения . . . . .	1 500 об/мин
Число полюсов синхронного двигателя . . . . .	4
Напряжение генератора . . . . .	0—700 в
Число полюсов . . . . .	6
Изоляция машин агрегата . . . . .	Класса В
Вес агрегата . . . . .	20,3 т

### ТЯГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Для уменьшения веса и габаритов тяговых двигателей последние выполнены с повышенной скоростью вращения, что привело к установке двойного редуктора.

Тяговые двигатели имеют следующие технические данные:

Мощность часовая . . . . .	305 кВт
Мощность длительная . . . . .	305 »
Напряжение . . . . .	565—600 в
Ток часовой . . . . .	585 а
» длительной . . . . .	550 »
Скорость вращения часовая . . . . .	1 020 об/мин
» длительная . . . . .	1 090 »
» максимальная . . . . .	2 340 »
Число главных полюсов . . . . .	6
» дополнительных полюсов . . . . .	6
Возбуждение двигателя . . . . .	Смешанное
Изоляция двигателя . . . . .	Класса В
Количество воздуха для охлаждения двигателя . . . . .	60 м³/мин
Вес двигателя . . . . .	1 650 кг
Подвеска двигателя . . . . .	Опорно-осевая

Передача . . . . .	Прямозубая, жёсткая, односторонняя
--------------------	------------------------------------

Передаточное число:	
первая ступень от двигателя к промежуточному валу . . . . .	2,75
вторая ступень от промежуточного вала на ось . . . . .	2,83

### ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Двигатели вспомогательных машин электровоза СС14100 трёхфазные, асинхронные, с короткозамкнутым ротором, рассчитаны на напряжение 380 в и питаются от преобразователя фаз Арно.

На электровозе установлены следующие вспомогательные машины:

1. Двигатель, приводящий в действие центробежный насос, обеспечивающий циркуляцию масла в трансформаторе; мощность двигателя 3,8 л. с.; скорость вращения 2 860 об/мин, производительность насоса 600 л/мин при давлении 10 гпа.

2. Двигатель, приводящий в действие вентилятор для охлаждения масла: мощность двигателя 4 л. с.; скорость вращения 1 410 об/мин; производительность вентилятора 4,3 м³/сек при противодавлении 42 мм вод. ст.



3. Два двигателя масляных насосов для смазки подшипников главного преобразовательного агрегата; мощность двигателя 0,75 л. с., скорость вращения 1400 об/мин, производительность насоса 30 л/мин при давлении 0,5 гпз.

4. Двигатель, приводящий в действие вентилятор для охлаждения стабилизирующих сопротивлений; мощность двигателя 7 л. с., скорость вращения 2400 об/мин, производительность вентилятора 4,2 м<sup>3</sup>/сек при противодавлении 80 мм вод. ст.

5. Двигатель, приводящий в действие компрессор; мощность двигателя 26,5 л. с.; скорость вращения 1000 об/мин; производительность 2500 л/мин при давлении 8 гпз. Кроме указанных выше вспомогательных машин, на электровозе установлены: возбудитель синхронного двигателя, который используется в качестве двигателя последовательного возбуждения для пуска главного преобразовательного агрегата; генератор тока управления и возбудительный агрегат, состоящий из двух возбудительных машин для питания обмоток независимого возбуждения главных генераторов и тяговых двигателей.

Возбудительный агрегат имеет скорость

вращения 2200 об/мин и приводится в действие через ременную передачу от преобразователя фаз Арно, который является также приводом для возбудителя синхронного двигателя и генератора тока управления. Последние смонтированы на валу преобразователя фаз Арно.

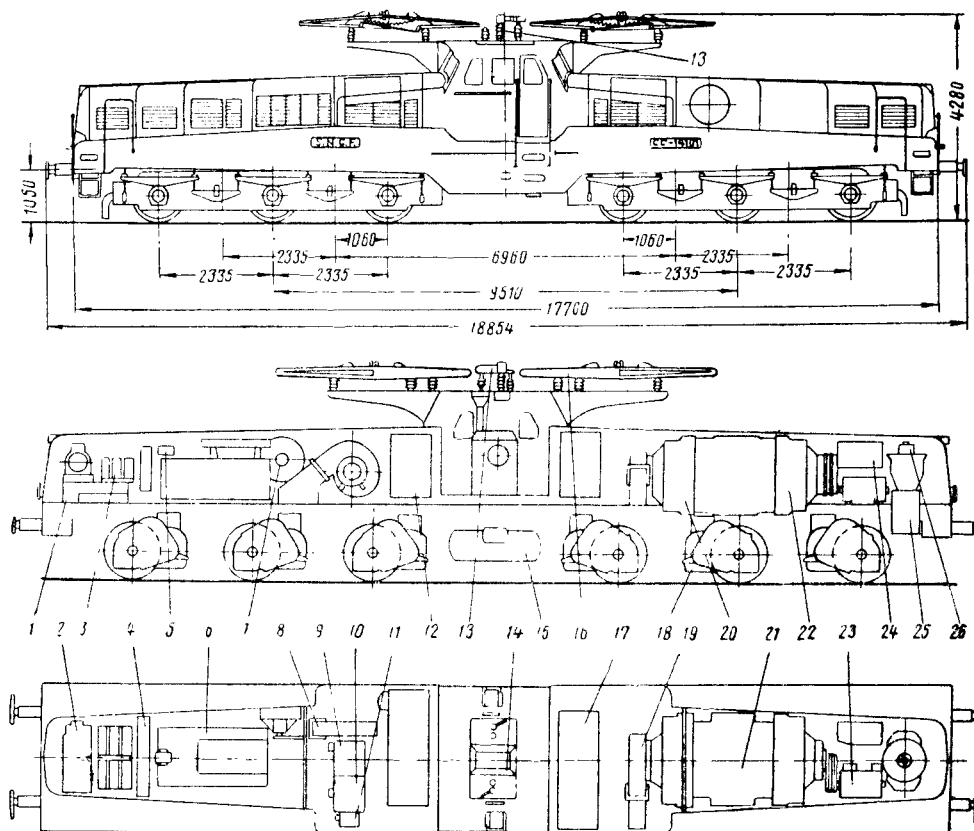
### РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Всё оборудование на электровозе СС14101 сгруппировано в отдельные блоки, что уменьшает количество соединений, кабелей, рукавов и время нахождения локомотива в ремонте.

На электровозе широко применены различные резиновые прокладки для предохранения от ударов и вибрации. Эластичность каучука облегчает монтаж и даёт возможность принимать большие допуски в производстве.

Провода сечением от 3 до 10 мм<sup>2</sup> имеют изоляцию из покрытого лаком холста с оболочкой из хлорополивинила, на проводах большего сечения применена резиновая изоляция с оболочкой из неопрена (синтетический хлоропреновый каучук).

Расположение оборудования на электровозе СС14101 показано на фиг. 118.

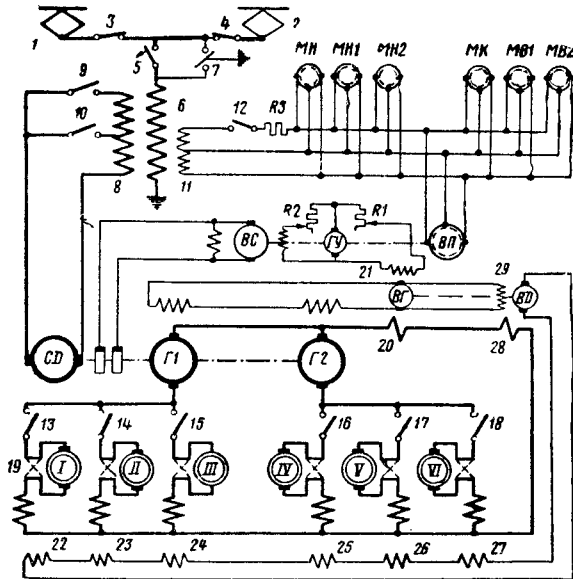


Фиг. 118. Расположение оборудования на электровозе СС14101: 1 — балласт; 2 — компрессор; 3 — аккумуляторная батарея; 4 — маслоохладитель (радиаторы); 5 — двигатель масляного насоса; 6 — трансформатор; 7 — мотор-вентилятор для охлаждения радиаторов; 8 и 19 — вентиляторы тяговых двигателей; 9 — преобразователь фаз Арно; 10 — возбудитель синхронного двигателя; 11 — генератор управления; 12, 17 и 24 — блоки аппаратуры; 12 — главный выключатель; 14 — пульт управления; 15 — главные резервуары; 16 — пантограф; 18 — тяговый двигатель; 20 и 22 — главные генераторы; 21 — синхронный двигатель; 23 — двойной возбудительный агрегат; 25 — стабилизирующие сопротивления; 26 — двигатель вентилятора сопротивлений

### СХЕМА СИЛОВОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ

Принципиальная схема силовой и вспомогательной цепи электровоза СС14101 показана на фиг. 119.

Цепь тока 25 000 в состоит из двух пантографов 1 и 2, разъединителей пантографов 3 и 4, главного выключателя 5,



Фиг. 119. Принципиальная схема силовой и вспомогательной цепи электровоза СС14101

первичной обмотки 6 главного трансформатора. Для заземления цепи пантографов служит переключатель заземления 7.

От вторичной обмотки 8 трансформатора через контакторы 9 и 10 питается синхронный двигатель главного преобразовательного агрегата *CD*. От вспомогательной обмотки 11 питается вспомогательный преобразователь фаз Арно *ВП*, пуск которого осуществляется через контактор 12 и омическое сопротивление *R3*. К трёхфазной цепи преобразователя *ВП* подключены двигатели: *МН1* и *МН2* — масляных насосов главного преобразовательного агрегата, *МК* — компрессора, *МВ1* — вентилятора трансформатора и *МВ2* — вентилятора стабилизирующих сопротивлений.

Синхронный двигатель вращает два главных генератора *Г1* и *Г2* с независимым возбуждением. От первого генератора *Г1* получает питание через контакторы 13—15 тяговые двигатели *I—III* (первой тележки), соединённые параллельно, от второго генератора через контакторы 16—18 — тяговые двигатели *IV—VI* (второй тележки).

Реверсирование тяговых двигателей осуществляется контактами 19 реверсора путём изменения тока в обмотке якоря.

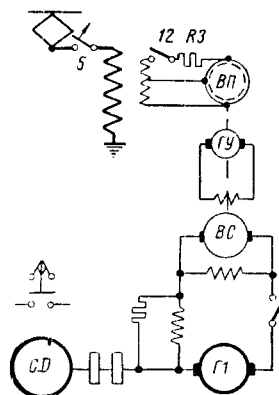
Вспомогательный преобразователь *ВП* вращает непосредственно генератор управления *ГУ* и возбудитель *ВС* синхронного двигателя, а через ремённую передачу — возбудительный агрегат, состоящий из двух машин *ВГ* и

и *ВД*. От машины *ВГ* получают питание последовательно включённые обмотки независимого возбуждения главных генераторов *Г1* и *Г2* и от машины *ВД* — тяговых двигателей *I—VI*

### Пуск главного преобразовательного агрегата

При неподвижном синхронном двигателе действующие два момента от прямого и обратного вращающихся полей равны по величине и противоположны по знаку; поэтому для пуска синхронного двигателя требуется внешний привод. В качестве этого привода на электровозе используется главный генератор *Г1*. При пуске синхронного двигателя главный генератор *Г1* подключается к возбудителю *ВС* (фиг. 120), приводимому в действие вспомогательным преобразователем *ВП*. При этом обмотка независимого возбуждения генератора *Г1* сильно шунтируется омическим сопротивлением, чтобы обеспечить скорость вращения 1 500 об/мин. Такая скорость вращения достигается в течение 100 сек.

При достижении скорости 1 500 об/мин реле с центробежным регулятором прерывает цепь постоянного тока от возбудителя *ВС* и даёт импульс тока для включения контактора 10 (см. фиг. 119), которым подключается нев возбуждённый синхронный двигатель ко вторичной обмотке 8 трансформатора на пониженное напряжение 1 500 в. Скорость вращения преобразовательного агрегата при этом фактически несколько отличается от синхронной вследствие допущения, принятого для регулирования реле и из-за колебаний мгновенных значений частоты сети.



Фиг. 120. Принципиальная схема пуска главного преобразовательного агрегата

В этот период действуют результирующий асинхронный момент и синхронизирующий момент, вызванный изменяющимся магнитным сопротивлением, который приводит преобразовательный агрегат при холостом ходе к синхронной скорости. В этот момент выключается контактор 10 (т. е. статор синхронного двигателя отключается от сети) и включается контактор 9, который снова

подключает статор двигателя *CD* к обмотке 8 трансформатора, но уже на полное напряжение 3 000 в.

Эта последняя фаза пуска главного преобразовательного агрегата регулируется хронометрическим реле и наступает через 4 сек. после включения статора двигателя *CD* на напряжение 1 500 в. После включения статора двигателя *CD* на 3 000 в включается его возбуждение.

Пуск главного преобразовательного агрегата машинист осуществляет поворотом рычага «Пуск синхронного двигателя», все дальнейшие операции пуска продолжаются автоматически. Окончание пуска сигнализируется потуханием лампочки.

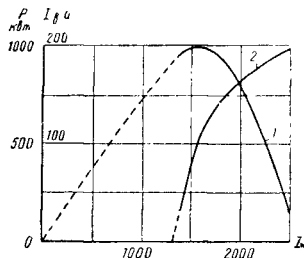
Пусковой режим характеризуется следующими данными:

Ток, потребляемый генератором <i>Г1</i> , в а:	
в начале пуска . . . . .	1 200
при скорости вращения 1 500 об/мин и напряжении 265 в . . . . .	640
Среднее ускорение при скорости вращения 1 500 об/мин в об/сек <sup>2</sup> . . . . .	20
Ослабление поля возбуждения генератора <i>Г1</i> в % . . . . .	95

Возбуждение синхронного двигателя во время движения электровоза регулируется реостатом *R2* путём изменения тока в обмотке независимого возбуждения возбудителя *BC*.

#### Регулирование скорости вращения тяговых двигателей

Возбудитель *ВГ* имеет две обмотки возбуждения 20 и 21. Через обмотку 20, которая создаёт отрицательную н. с., проходит весь ток тяговых двигателей *I—VI*; обмотка



Фиг. 121. Характеристика возбудителя

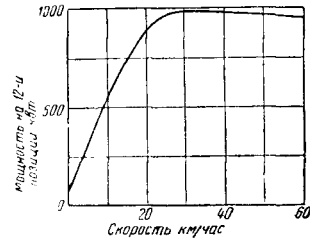
21 питается от генератора *ГУ* постоянного напряжения, причём ток в ней изменяется на каждой ходовой ступени электровоза реостатом *R1* цепи возбуждения и создаёт положительную н. с.

Таким образом возбудитель *ВГ* имеет встречно-смешанную характеристику и напряжение на каждой ступени зависит от общего тока тяговых двигателей.

Такая схема позволяет ограничить потребляемую мощность, не перегружая синхронный двигатель, что устраняет опасность выпадения его из синхронизма.

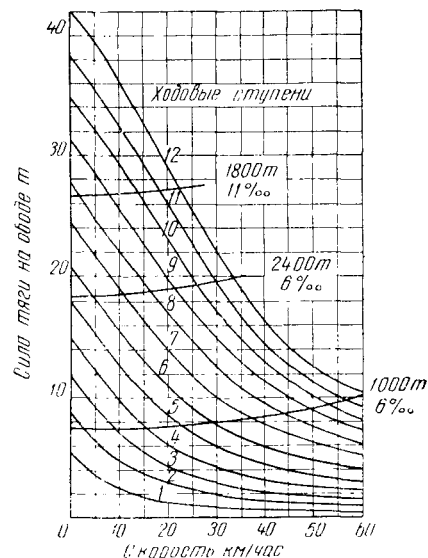
Обмотки 22—27 независимого возбуждения тяговых двигателей *I—VI* питаются от возбудителя *BD*, имеющего две обмотки возбуждения — 28 и 29.

Обмотка 29 питается от возбудителя *ВГ* и даёт намагничивающую н. с. Обмотка 28 включена в цепь тяговых двигателей и даёт размагничивающую н. с. Благодаря такому способу регулирования возбуждение тяговых двигателей тем меньше, чем меньше ток силовой цепи. Таким образом, получается автоматическое ослабление поля двигателей.



Фиг. 122. Кривая мощности, отдаваемой главным генератором, в зависимости от скорости электровоза

На фиг. 121 показаны характеристики возбудителей. Кривая 1 зависимости мощности генератора от тока возбудителя имеет форму, близкую к параболе; кривая 2 зависимости тока обмоток 22—27 от общего тока генератора имеет сильно падающий характер в зоне, где возбудитель не насыщен. В этой зоне осуществляется очень быстрое уменьшение тока обмоток 22—27 при небольшом уменьшении величины тока главного генератора.



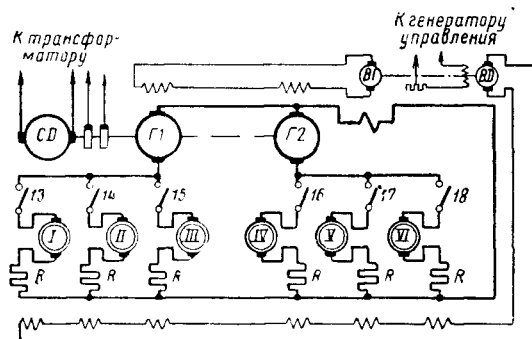
Фиг. 123. Тяговые характеристики электровоза СС14101

Это позволяет осуществить регулирование скорости тяговых двигателей в широких пределах при небольшом изменении тока, т. е. практически при постоянной мощности (фиг. 122).

Тяговые характеристики электровоза СС14101 показаны на фиг. 123.

## Рекуперация

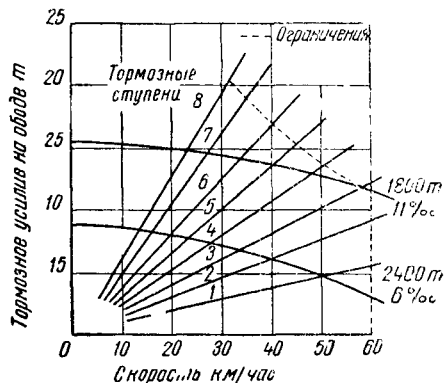
Схема силовой цепи при рекуперации показана на фиг. 124. Тяговые двигатели I—VI соединены параллельно и реку-



Фиг. 124. Схема силовой цепи при рекуперативном торможении

периируют энергию, как генераторы с независимым возбуждением. При этом главные генераторы Г1 и Г2 работают как двигатели, получающие питание через стабилизирую-

щие сопротивления от тяговых двигателей I—VI, и приводят в действие синхронный двигатель, обращенный в синхронный гене-



Фиг. 125. Характеристики рекуперативного торможения

ротор и отдающий энергию в контактную сеть через трансформатор.

Характеристики рекуперативного торможения показаны на фиг. 125.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ОДНОФАЗНО-ТРЕХФАЗНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

### ТРЕХФАЗНЫЕ АСИНХРОННЫЕ ТЯГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

#### Общие сведения

Трехфазный асинхронный двигатель является бесколлекторной машиной, состоящей из неподвижной части — статора и подвижной — ротора. По сравнению с коллекторными машинами асинхронные двигатели имеют меньшие габариты, более дешевы в изготовлении и в эксплуатации.

Работа асинхронного двигателя основана на электромагнитном взаимодействии между обмотками статора и ротора, одна из которых (обычно обмотка статора) подключается к силовой цепи и образует вращающееся магнитное поле, а в другой, электрически не связанной с сетью, индуцируется ток, создающий совместно с потоком статора вращающий момент. Теория асинхронных двигателей приведена в Техническом справочнике железнодорожника, т. 2, поэтому в этом разделе отмечаются только основные параметры, характеризующие их работу.

Магнитное поле статорной обмотки имеет скорость вращения  $n_1$ , равную [48]

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p_1},$$

где  $f_1$  — частота напряжения, подведенного к обмотке статора;

$p_1$  — число пар полюсов обмотки статора.

Скорость вращения ротора  $n_2$  при тяговом режиме несколько ниже скорости  $n_1$ , называемой синхронной.

Разность  $n_1 - n_2$ , отнесенную к  $n_1$ , называют скольжением, т. е.

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}.$$

Из этого уравнения можно определить скорость вращения ротора

$$n_2 = n_1 (1 - s) = \frac{60 f_1}{p_1} (1 - s).$$

Скольжение  $s_{\max}$ , при котором имеет место максимум вращающего момента, может быть установлено из выражения

$$s_{\max} = \pm \frac{ar'_2}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + c_1 x'_2)^2}},$$

где  $r'_2$  и  $x'_2$  — приведенные активное и индуктивное сопротивления в роторной цепи;

$r_1$  и  $x_1$  — активное и индуктивное сопротивления обмотки статора;

$c_1$  — постоянная статора.

Если магнитное поле статора имеет  $p_1$  пар полюсов, то за каждый оборот отставания ротора в любой его обмотке произойдет  $p_1$  полных периодов изменения э. д. с., индуцированной магнитным потоком. В секунду же число периодов э. д. с. в обмотке ротора будет

$$f_2 = \frac{n_1 - n_2}{60} p_1 = \frac{n_1 - n_2}{n_1} f_1 = s f_1.$$

Вращающий момент асинхронного двигателя равен

$$M = \frac{p_1 m_1 U_1^2 \frac{R_2''}{s}}{\omega, \left[ \left( r_1 + c_1 \frac{R_2''}{s} \right)^2 + (x_1 + c_1 x_2'')^2 \right] 9,81} \quad \kappa 2 M.$$

где  $U_1$  — напряжение на зажимах ста-  
тора;

$m_1$  — число фаз статорной обмотки;

$R_2' = r_1' + R_0$  — приведённое активное сопротивление роторной цепи;

$R_0$  — приведенное активное сопротивление пускового реостата в роторной цепи;

$\omega_3$  — электрическая угловая скорость вращающегося магнитного поля.

Рабочие характеристики асинхронного двигателя обычно строятся в виде зависимости основных параметров от вращающего момента на валу двигателя для:

тока статора

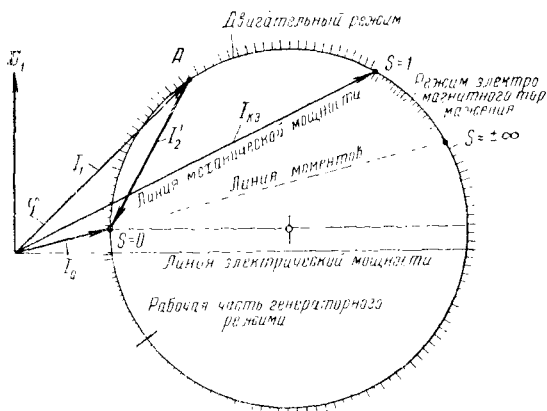
$$I_1 = f_1(M);$$

скорости вращения ротора

$$n_2 = f_2(M);$$

коэффициента мощности

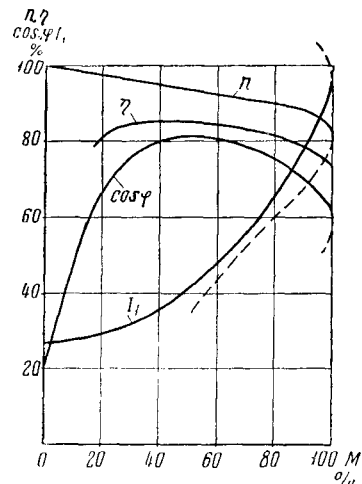
$$\cos \varphi = f_3(M)$$

$$\eta = f_4(M).$$


Рабочие характеристики асинхронного двигателя показаны на фиг. 127.

Как видно из фиг. 127, асинхронные двигатели имеют в рабочей зоне жёсткую (шунтовую) характеристику, менее пригодную для целей тяги. При отклонениях в характеристиках и диаметрах бандажей колёсных пар (свыше 0,1%) получается большая неравномерность в нагрузке отдельных двигателей.

Кроме того, при этой характеристике осложняется работа машин при многократной тяге, требующая искусственного увеличения скольжения двигателей на локомотивах, имеющих больший диаметр колёс; затрудняется



замена отдельных колёсных пар, поскольку допустимое отклонение их диаметров резко уменьшается; затрудняется преодоление локомотивом коротких подъёмов за счёт кинетической энергии поезда вследствие постоянства скорости на ходовых ступенях.

## Пуск и регулирование скорости

Скорость вращения ротора  $n_2$  можно регулировать: изменением скольжения  $s$ , т. е. введением пускового реостата  $R_D$  в цепь ротора; изменением числа пар полюсов двигателя; включением двигателей в каскад и изменением частоты питающего тока.

Регулирование скорости введением пускового реостата является самым простым, но неэкономичным, так как пропорционально увеличению скольжения для заданного момента вращения растут потери в цепи ротора. Поэтому этим способом пользуются только для пуска.

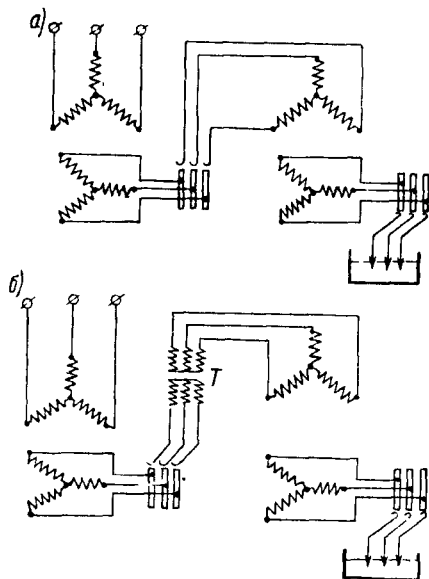
Регулирование скорости посредством изменения числа пар полюсов осуществляется без дополнительных потерь, но требует специальных обмоток как на статоре, так и на роторе, если последний не с беличьей клеткой. Обмотка ротора, выполненная в виде беличьей клетки, не требует переключений, так как при изменении полюсов статора на ней автоматически образуется то же число полюсов. Однако при этом возможно получить только 2—3 ступени скорости. При необходимости получения четырёх ступеней скорости на статор и ротор накладывают по две обмотки, не зависящие одна от другой в электрическом отношении. Каждая из этих обмоток должна быть выполнена с переключением на два числа полюсов.

Регулирование скорости вращения ротора изменением пар полюсов применяется на

венгерских электровозов V-60 и V-40, на электровозах типа (1-2-2-1)2 железной дороги Норфолк-Западная (США) и др. Статор двигателя электровоза V-40 с двумя не зависящими одна от другой обмотками выполнен с переключением на два числа полюсов: с 18 на 24 и с 36 на 72.

Ротор двигателя также имеет две не зависящие одна от другой обмотки. Одна обмотка, расположенная по наружной части ротора, выполнена трёхфазной и может иметь 36 и 72 полюса; 18 выводов этой обмотки подключены к контактным кольцам. Другая обмотка, расположенная с внутренней части ротора, шестифазная, при 24 полюсах, состоит из 36 групп катушек с 30 витками каждая. При питании двухфазным током эта обмотка может быть переключена на 18-полюсную; 72 вывода этой обмотки присоединены к 10 контактным кольцам. Однако такие двигатели по конструкции сложные, с большим числом выводных концов и имеют большой вес. Наличие двух обмоток на статоре и роторе заметно повышает индуктивное сопротивление и расход меди. Увеличение индуктивного сопротивления обмоток уменьшает ток идеального короткого замыкания в круговой диаграмме двигателя, вследствие чего снижается степень перегружаемости машины и ухудшается её коэффициент мощности. Естественно, такие двигатели не получили распространения.

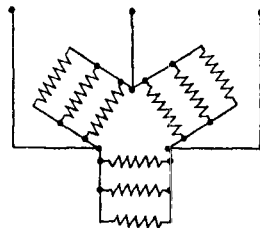
Регулирование скорости каскадным включением возможно только при наличии на электровозе чётного числа двигателей. В этом случае статор первого двигателя включается в сеть (фиг. 128, а), а к ротору его подключается



Фиг. 128. Принципиальные схемы включения двух асинхронных двигателей в каскад

статор второго двигателя. Ротор же второго двигателя замыкается на реостат. В этом случае роторы двигателей механически связаны между собой посредством сцепления колёс локомотива с рельсами или сидят на одном

валу. Если роторы рассчитаны на меньшее напряжение, чем статоры, то между ними ставится повышающий трансформатор  $T$  (фиг. 128, б) или же ротор первого двигателя подключается к ротору второго, а статор второго — к реостату. Реостат в этом случае рассчитывают на работу под напряжением ста-



Фиг. 129. Схема включения статорной обмотки для питания от пониженного напряжения

торной обмотки, так как в начальный момент пуска напряжение на статоре второго двигателя (при схеме фиг. 128, б) будет почти равно напряжению, приложенному к статору первого двигателя. Чтобы избежать применения трансформатора, обмотку статора второго двигателя иногда переключают на низкое напряжение. Для этого обмотку каждой фазы статора разбивают на три параллельные группы (фиг. 129) и при работе в каскаде соединяют в треугольник; при обычной работе двигателей эти три группы включаются в звезду. При этом соединение ротора первого двигателя с питаемой обмоткой второго двигателя должно быть таким, чтобы вращающий момент второго двигателя действовал согласованно с вращающим моментом первого двигателя.

При равенстве числа полюсов обоих двигателей скорость вращения при подключении их в каскад будет вдвое ниже, чем при их обычном подключении к сети. Таким образом получаются две ступени скорости — номинальная, когда двигатели работают независимо, и половинная, когда двигатели работают в каскаде. Если же оба двигателя сделаны с переключением полюсов, то число ступеней скорости будет соответственно большим, так как соединение в каскад возможно при всех числах полюсов обмоток. Однако скорости, полученные при каскадном включении двигателей, всё же нельзя отнести к ходовым (экономическим), и их следует рассматривать как пусковые, поскольку при номинальном моменте двигателей коэффициент мощности получается порядка 0,5—0,6.

Низкий коэффициент мощности в основном объясняется тем, что статор первого двигателя забирает из сети сумму намагничивающих токов первого и второго двигателей. Понижается также при каскадном включении и кратность максимального суммарного момента. Если у отдельного двигателя максимальный момент достигает 2,5—2,8 номинального, то при каскадном включении этот коэффициент снижается до 1,3—1,5. По этим причинам каскадное включение двигателей не получило широкого распространения. Применяется оно на электровозах типов (1-2-2-1) 2 и 1-3-3-1 железных дорог Норфолк-Запад-

ная, Пенсильванской (США) и др., причём на электровозах (1-2-2-1)2 и 1-3-3-1 оно обычно используется только для маневровой работы. Остальные ступени скорости осуществляются переключением полюсов.

Регулирование скорости изменением частоты питающего тока наиболее экономично и получило сравнительно широкое распространение. По данным академика М. П. Костенко, при режиме переменной частоты для получения практически одинаковой отдачи двигателя, одинаковой перегрузочной способности, одинакового коэффициента мощности и постоянного абсолютного скольжения (при наличии ненасыщенной стали и пренебрежении влиянием активного сопротивления цепи статора) должно иметь следующее соотношение:

$$\frac{U'_1}{U_1} \approx \frac{f'}{f} \sqrt{\frac{M'}{M}},$$

где  $U'_1$  и  $M'$  — соответственно напряжение и вращающий момент при изменённой частоте;  
 $f'$  — изменённая частота.

При условии постоянства вращающего момента ( $M = \text{const}$ )

$$\frac{U'_1}{U_1} = \frac{f'}{f},$$

т. е. подводимое к двигателю напряжение должно изменяться пропорционально частоте.

При условии постоянства мощности вращающий момент должен изменяться обратно пропорционально частоте

$$\frac{M'}{M} = \frac{f}{f'}.$$

или

$$\frac{U'_1}{U_1} = \sqrt{\frac{f}{f'}}.$$

Практически приходится отступать от этих соотношений из-за насыщения стали двигателя и условий охлаждения, которые зависят от нагрузки.

Данный способ регулирования скорости вращения ротора асинхронного двигателя применяют на современных венгерских электровозах V-44 и V-55, на французских электровозах CC14001—CC14003 и др. Регулирование частоты на этих электровозах производится трёхфазным преобразователем частоты.

Установка на локомотиве машинного преобразователя является общим недостатком для электровозов этой системы.

#### Генераторный режим работы асинхронного двигателя

Асинхронный двигатель переходит в генераторный режим автоматически, если он вращается внешним моментом в том же направлении, что и его поле, со скоростью, превышающей синхронную, т. е. при отрицательных значениях скольжения. Рекуперация энергии возможна только при наличии напряжения в контактной проводке, так как при переходе из тягового режима в генераторный реактивная составляющая тока

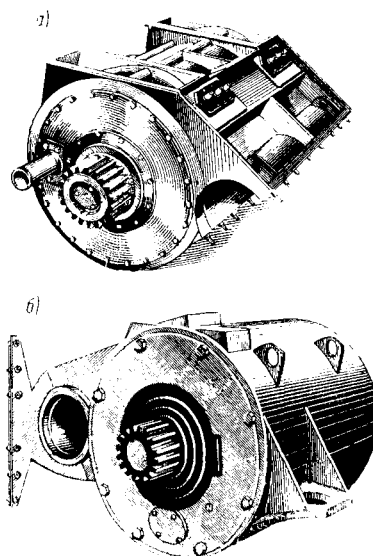
$I_1$  (см. фиг. 126) сохраняет свой знак. По этому машина нуждается в получении намагничивающего тока извне для создания опережающего тока, источником которого являются генераторы электростанций.

Регулирование тормозного усилия на современных электровозах обычно производят изменением сопротивления в цепи ротора.

Тормозной момент генераторного режима для тяговых асинхронных двигателей в малой степени зависит от колебаний напряжения в контактной сети. При генераторном как и при тяговом режиме скорость движения локомотива, пренебрегая скольжением, зависит от частоты тока, которая практически постоянна. Это обстоятельство является преимуществом тяговых асинхронных машин. Простота автоматического перехода из тягового в генераторный режим и обратно без применения посторонних возбuditелей выгодно отличает асинхронные машины от тяговых двигателей других типов. Однако следует отметить, что работа асинхронных двигателей в генераторном режиме протекает с очень низким коэффициентом мощности (порядка 0,5—0,7), что заметно снижает выгодность применения рекуперативного торможения.

#### Конструкция тяговых асинхронных двигателей

Как уже отмечалось выше, на современных электровозах с однофазно-трёхфазными преобразователями получили широкое применение асинхронные двигатели



Фиг. 130. Общие виды тяговых двигателей мощностью часового режима: а — 500 кВт с фазным ротором венгерского электровоза V-55; б — 505 кВт с короткозамкнутым ротором французского электровоза CC14001

с регулированием скорости вращения ротора путём изменения частоты питающего тока. Двигатели эти почти все выполнены или с короткозамкнутыми роторами или имеют обмотку с выводами, вынесенными на контактные кольца. Конструкция этих двигателей ничем не отличается от обычных асинхрон-

ных машин, получивших широкое распространение в народном хозяйстве и описанных в т. 2 Технического справочника железнодорожника. Для примера на фиг. 130 показаны общие виды тяговых трёхфазных асинхронных двигателей электровозов V-55 и CC14001 соответственно венгерских и французских железных дорог.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ФАЗ И ЧАСТОТЫ

### Преобразователи (расщепители) фаз

Преобразование однофазного тока в многофазный может быть произведено с помощью: синхронного преобразователя фаз; асинхронного преобразователя фаз; асинхронного двигателя-генератора; синхронного двигателя-генератора и других расщепителей фаз.

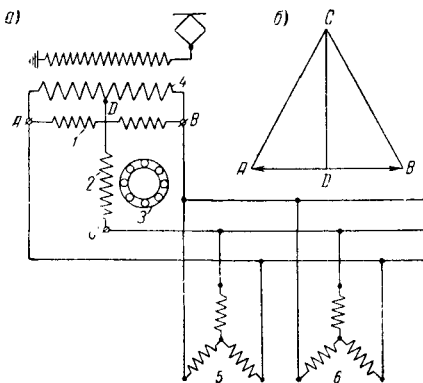
Однако на электрических локомотивах с однофазно-трёхфазными преобразователями получили распространение почти исключительно синхронные расщепители фаз.

В этом случае перевозбуждением расщепителя  $\cos \varphi$  электровоза может быть доведён до единицы и может быть получен даже опережающий ток.

Синхронный расщепитель фаз объединяет в одной машине однофазный синхронный двигатель и синхронный генератор.

Принципиальная схема и векторная диаграмма напряжений трёхфазного расщепителя показаны на фиг. 131.

Расщепитель состоит из двух статорных обмоток 1 и 2 и короткозамкнутого ротора 3, причём обмотка 2 пространственно смещена по отношению к первой на соответствующий угол. Вектор  $AB$  представляет собой напряжение вторичной обмотки 4 трансформатора, приложенное к первичной обмотке 1 расщепителя; вектор  $CD$  — напряжение обмотки 2, присоединённой к средней точке обмотки 4.



Фиг. 131. Принципиальная схема (а) и векторная диаграмма напряжений (б) трёхфазного расщепителя

Симметричная трёхфазная система напряжения расщепителя на зажимах А, В и С получается, если напряжение на обмотке 2 выбрано (см. фиг. 131), как высота равностороннего треугольника, т. е. равно  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  от напряжения обмотки 4 трансформатора. При этом через обмотку 2 расщепителя будет протекать фазовый ток  $I$  тяговых двигателей

5 и 6. Следовательно, отдаваемая обмоткой 2 мощность равна

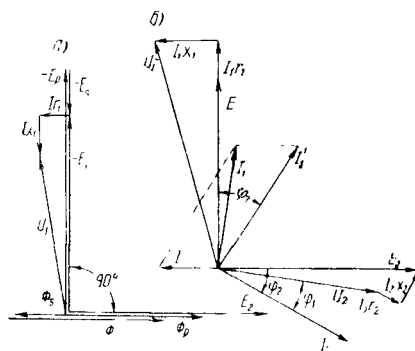
$$P_{\phi} = \frac{\sqrt{3}}{2} UI \cos \varphi = \frac{1}{2} P_0,$$

где  $U$  — линейное напряжение трёхфазной системы;  
 $I$  — фазовый ток тяговых двигателей для обмоток, включённых в звезду;

$P_0 = \sqrt{3} UI \cos \varphi$  — активная мощность, потребляемая двигателями.

Из уравнения следует, что в схеме фиг. 131 преобразованию подвергается половина мощности, подводимой к тяговым двигателям.

На фиг. 132, а показана векторная диаграмма трёхфазного расщепителя при холостом ходе для случая избыточного возбуждения.



Фиг. 132. Векторные диаграммы трёхфазного расщепителя: а — при холостом ходе для случая избыточного возбуждения ( $E_p > E_1$ ); б — вторичная обмотка нагружена током тяговых двигателей

Напряжение  $U_1$  на зажимах первичной обмотки 1 расщепителя (см. фиг. 131, а) складывается из: составляющей  $E_p$  (см. фиг. 132, а), равной и противоположной по фазе э. д. с.  $E_p$ , наводимой вращающимся магнитным потоком  $\Phi_p$  ротора; составляющей  $E_s$ , равной и противоположной по фазе э. д. с.  $E_s$ , наводимой потоком  $\Phi_s$  синхронной реакции статора; омического  $I r_1$  и индуктивного  $I x_1$  падений напряжения в первичной обмотке. Составляющая обратной последовательности реакции статора компенсируется короткозамкнутой обмоткой ротора. Суммарный магнитный поток расщепителя  $\Phi$  наводит в первичной обмотке э. д. с.  $E_1$ , равную геометрической сумме э. д. с.  $E_p$  и  $E_s$ , и во вторичной обмотке 2 (см. фиг. 131, а) э. д. с.  $E_2$  (см. фиг. 132, а), смещённую по фазе относительно  $E_1$  на  $90^\circ$  благодаря пространственному смещению обмоток.

Вследствие перевозбуждения ( $E_p > E_1$ ) расщепитель потребляет из сети опережающий ток  $I$ . Ток  $I$  и магнитный поток  $\Phi_p$  противоположны по фазе и вращающий момент на валу машины равен нулю.

При нагрузке вторичной обмотки расщепителя током тяговых двигателей напряжение на её зажимах будет  $U_2$  (фиг. 132, б). От вектора  $U_2$  на угол  $\varphi_1$  (который зависит от свойства нагрузки) отстает вектор тока  $I_2$ . Э. д. с.  $E_2$  вторичной обмотки определяется



как геометрическая сумма вектора напряжения  $U_2$  и падений напряжений  $I_2 r_2$  и  $I_2 x_2$  в обмотке.

В связи с нагрузкой вторичной обмотки в первичной обмотке появляется дополнительный ток  $I'_1$ , компенсирующий мощность, потребляемую двигателями от вторичной обмотки расщепителя фаз. Полный ток нагрузки  $I_1$  первичной обмотки расщепителя определяется как геометрическая сумма тока  $I'_1$  и тока холостого хода  $I_0$ .

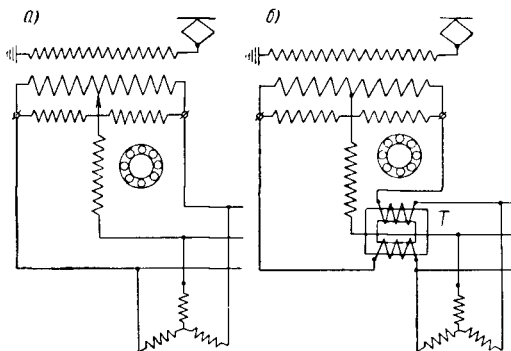
Изменением возбуждения расщепителя можно регулировать по фазе ток, потребляемый из сети, а при определённом возбуждении получить полную компенсацию сдвига фаз и при большом перевозбуждении — опережающий ток.

Однако такая система расщепителя фаз вызывает некоторые затруднения в компенсации несимметрии напряжений, так как сдвиг фаз между отдаваемым и подведённым напряжением непостоянен и меняется при изменении нагрузки.

Несимметрия вызывает дополнительные потери и некоторое снижение вращающего момента тяговых двигателей.

Для устранения несимметрии применяют различные способы. Один из них состоит в том, что напряжение вторичной обмотки расщепителя фаз и точку присоединения её к обмотке трансформатора выбирают так, что при холостом ходе получается обратная несимметрия напряжений, которая компенсируется при определённой нагрузке, или применяют регулирование напряжения в зависимости от нагрузки (фиг. 133, а).

По другому способу в отдельные фазы включают обмотки трансформатора  $T$  (фиг. 133, б), что даёт возможность получить симметрию напряжения в широком диапазоне нагрузок без переключений в цепи. Подоб-

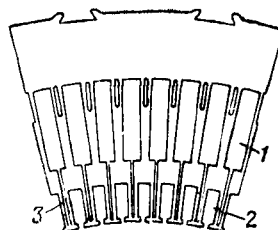


Фиг. 133. Принципиальные схемы устранения несимметрии фаз: а — регулированием напряжения на вторичной обмотке расщепителя; б — применением трансформаторной связи между фазами

ный способ выравнивания получающейся несимметрии применён на электровозах V-55 венгерских железных дорог.

Расщепитель фаз электровоза V-55 выполняет функции главного трансформатора и преобразует однофазный ток напряжением 16 кВ в трёхфазный напряжением около 1 000 В; частота 50 Гц при этом остаётся без

изменения. Статор расщепителя фаз имеет две основные обмотки: первичную однофазную и вторичную трёхфазную. Первичная обмотка расположена в специальных пазах 1 статора (фиг. 134), удалённых от ротора, и присоединяется непосредственно через главный выключатель и пантограф контактной сети.



Фиг. 134. Расположение пазов статора расщепителя фаз электровоза V-55 венгерских железных дорог

Вторичная трёхфазная обмотка расположена в открытых пазах 2 статора. Паза первичной обмотки связаны с пазами вторичной обмотки узкими щелями 3. Поэтому значительная часть пути, по которому замыкаются потоки рассеяния первичной обмотки, проходит по сердечнику статора. Вследствие высокой проводимости пути для потоков рассеяния однофазная обмотка имеет большое индуктивное сопротивление. Благодаря этому обеспечивается саморегулирование работы расщепителя при колебаниях напряжения в контактной сети и сравнительно низкий ток короткого замыкания при выпадении расщепителя из синхронизма. При  $\cos \varphi = 1$  напряжение на вторичной обмотке увеличивается с ростом нагрузки (за счёт составляющей напряжения  $Ix$ ).

Кроме основных обмоток, в статоре расположены две вспомогательные. Одна из них размещена в общих пазах с основной первичной обмоткой и соединяется с ней последовательно со стороны земли. К этой обмотке присоединены трансформаторы освещения и измерительных приборов и одна из обмоток параллельного возбуждения.

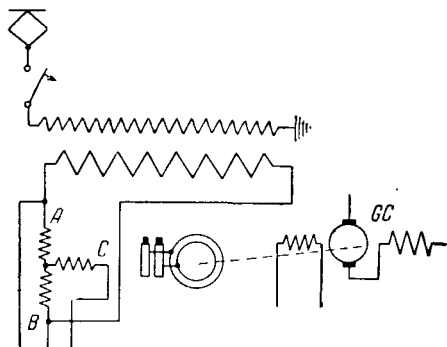
Другая вспомогательная обмотка, расположенная вместе с трёхфазной, служит для питания вспомогательных машин электровоза.

Ротор расщепителя фаз выполняет такие же функции, как и ротор обычной синхронной машины, и, кроме того, он вращает ротор преобразователя частоты. Расщепитель фаз электровоза V-55 выполнен в виде четырёхполюсной машины и имеет постоянную скорость вращения 1 500 об/мин.

Ротор имеет водяное охлаждение. Статор расщепителя заключён в герметический кожух, имеющий цилиндрическую полость для ротора, и охлаждается маслом, циркулирующим вокруг сердечника и обмоток с последующим охлаждением в особом охладителе.

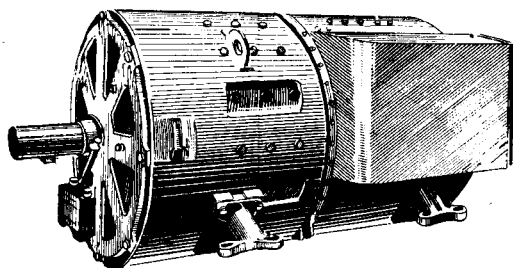
Преобразователь фаз (фиг. 135) электровоза СС14001 состоит из синхронного двигателя и связанного с ним генератора постоянного тока.

Основные данные преобразователя фаз при 1000 об/мин электровоза СС14001 приведены в табл. 15.



Фиг. 135. Схема преобразователя фаз электровоза СС14001 французских железных дорог

Синхронный двигатель преобразователя фаз выполнен шестиполосным с явно выраженными полюсами; генератор постоянного



Фиг. 136. Общий вид преобразователя фаз электровоза СС14001

тока — восьмиполосным со смешанным возбуждением и компенсационной обмоткой. Ста-

торы обеих машин образуют общий цилиндрический остов, опирающийся на 4 резиновых конуса (фиг. 136).

Преобразователь имеет принудительную вентиляцию. Расход воздуха на каждую машину 330 м³/мин. Вес преобразователя 15 т.

### Преобразователи частоты

Преобразователи частоты обычно представляют собой асинхронную трёхфазную машину. Частоту изменяют или переключением полюсов (при постоянном числе оборотов) или изменением скорости вращения ротора.

Преобразователи частоты с переключением полюсов применяются на венгерских электровозах V-55. Каждый такой преобразователь состоит из асинхронной трёхфазной машины с фазовым ротором, объединённой в один агрегат с преобразователем фаз. Статор и ротор имеют по две обмотки. Одна система обмоток выполнена с переключением числа полюсов с двух на четыре; вторая не переключается, и число полюсов её равно шести.

Ротор преобразователя частоты расположен на одном валу с ротором расщепителя фаз и вращается с постоянной скоростью 1500 об/мин. Преобразователь частоты имеет водяное охлаждение.

Преобразованная частота  $f_{np}$  получается в результате вычитания или сложения скорости вращения магнитного поля  $n_{син}$  и скорости вращения ротора  $n_p$  преобразователя частоты, т. е.

$$f_{np} = f \frac{n_{син} \pm n_p}{n_{син}},$$

где  $f$  — частота питающего тока, равная 50 гц.

Преобразователь частоты работает как при питании обмотки статора от расщепителя фаз с присоединением тяговых двигателей к обмотке ротора, так и при обратном включении.

Если число полюсов преобразователя частоты равно двум и обмотка статора подключена к расщепителю фаз, а тяговые двигатели к ротору, то

$$f_{np} = 50 \frac{3000 - 1500}{3000} = 25 \text{ гц.}$$

При этом получается 1-я ступень, соответствующая скорости движения 25 км/час.

При питании тяговых двигателей непосредственно от расщепителя фаз с частотой 50 гц получается 2-я ступень.

Если ко вторичной обмотке расщепителя фаз подключить двухполюсную обмотку ротора преобразователя частоты, а тяговые двигатели — к обмотке его статора, частота увеличится до 75 гц, т. е. получится 3-я ступень скорости.

При переключении преобразователя частоты на четыре полюса и сохранения схемы питания тяговых двигателей, как на 3-й ступени, относительная скорость магнитного поля равна 1500 об/мин, а полная — 3000 об/мин. Частота же увеличится до 100 гц, что соответствует 4-й ступени скорости.

Если при той же схеме питания переключить преобразователь частоты на шесть полюсов, относительная скорость вращения маг-

Таблица 15

Основные данные преобразователя фаз при 1000 об/мин электровоза СС15001

Показатель	Синхронный двигатель			Ротор	Генератор по- стоянного тока ГС
	Фазы статора				
	А	В	С		
<i>Часовой режим</i>					
Напряжение в в . . .	593	572	1 010	30	803
Ток в а . . . . .	3 000	1 860	1 160	380	1 920
Мощность на зажи- мах в кВт . . . . .	—	—	—	—	1 540
<i>Длительный режим</i>					
Напряжение в в . . .	—	—	—	—	800
Ток в а . . . . .	—	—	—	—	1 700
Мощность на клем- мах в кВт . . . . .	—	—	—	—	1,360
<i>Максимальный режим</i>					
Напряжение в в . . .	—	—	—	—	1 250
Ток в а . . . . .	4 200	2 700	1 800	—	3 000

ниного поля будет равна 1 000 об/мин, а полная — 2 500 об/мин. При этом частота увеличится до 125 гц, что соответствует 5-й ступени.

Описанный способ регулирования скорости имеет ограниченное число ступеней (пять) и связан с потерей силы тяги при переходе с одной ступени на другую. Кроме этого, конструкция преобразовательного агрегата имеет сложные узлы и требует водяного охлаждения.

Для получения плавного регулирования частоты, а следовательно, и скорости движения в широких пределах на электровозах СС14001 — СС14003 французских железных дорог в качестве преобразователя частоты применён асинхронный агрегат весом 12,5 т, состоящий из асинхронной машины и двигателя постоянного тока. Основные данные этих машин приведены в табл. 16 и 17.

Таблица 16  
Основные данные асинхронной машины, отнесённые к ротору при частоте 50 гц преобразователя частоты электровоза СС14001

Показатель	Режим		
	длительный	часовой	максимальный
Напряжение ротора в в . . . . .	1 165	1 165	1 220
Ток ротора в а . . . . .	1 200	1 350	2 100
Скорость вращения в об/мин . . . . .	585	600	1 275
Напряжение статора в в . . . . .	980	990	1 350
Ток статора в а . . . . .	1 950	2 250	3 500
Частота тока статора в гц . . . . .	89	90	135

Асинхронная машина выполнена восьми-полюсной; двигатель постоянного тока, за исключением обмоток возбуждения, имеет конструкцию, аналогичную с генератором постоянного тока преобразователя фаз электровоза СС14001.

Асинхронная машина при часовом режиме и скорости 40 км/час имеет следующие мощности в кВт:

Механическая ротора . . . . .	1 470
Электрическая » . . . . .	1 890
Общая ротора . . . . .	3 360
Статора . . . . .	3 250

Таблица 17  
Основные данные двигателя постоянного тока преобразователя частоты электровоза СС14001

Показатель	Режим		
	длительный	часовой	максимальный
Напряжение в в . . . . .	800	803	1 250
Ток в а . . . . .	1 700	1 920	3 000
Мощность на валу в квт . . . . .	1 300	1 470	—
Скорость вращения в об/мин . . . . .	620	600	1 275

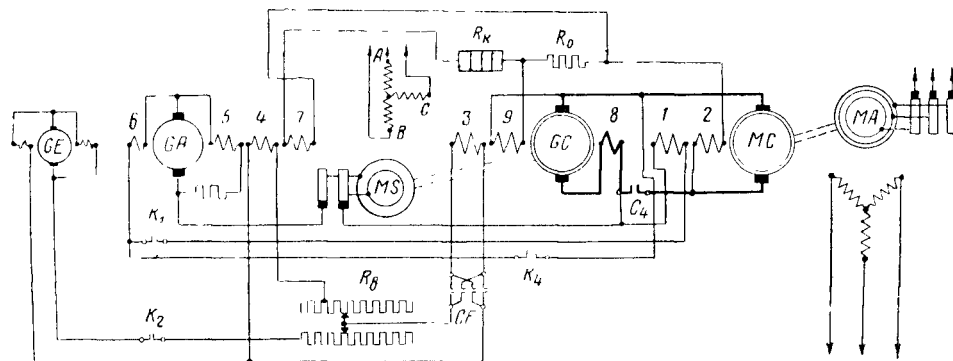
Плавное регулирование частоты тока от 0 до 135 гц, которым питаются шесть тяговых двигателей, производится возбуждением машин постоянного тока: двигателя МС (фиг. 137) — преобразователя частоты и генератора ГС — преобразователя фаз.

Двигатель постоянного тока МС имеет обмотку 1 независимого возбуждения и обмотку 2 встречного возбуждения.

Обмотка 1 включена последовательно с цепью возбуждения синхронного двигателя МS преобразователя фаз и питается от вспомогательного возбудителя ГA, приводимого в движение вспомогательным преобразователем фаз Арно. Вместе с возбудителем ГA от преобразователя фаз Арно приводится во вращение генератор тока управления GE, служащий для заряда аккумуляторной батареи и питания обмоток независимого возбуждения 3 генератора ГС и 4 возбудителя ГA.

Кроме обмотки 4, возбудитель ГA имеет обмотку 5 параллельного возбуждения, обмотку 6 встречного возбуждения и обмотку 7 встречного возбуждения. Обмотка 5 обеспечивает полную н. с. возбудителя в ненасыщенной части. Обмотки 4 и 6 создают н. с., которые взаимно компенсируются. Независимое возбуждение дополняется обмоткой 7, которая усиливает возбуждение при отрицательном напряжении машины МС и ослабляет его, когда это напряжение становится положительным (см. кривые фиг. 138).

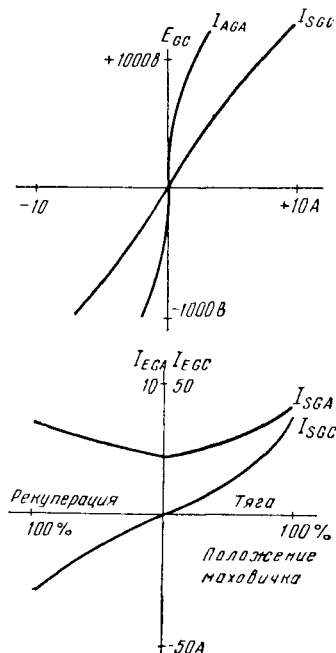
Генератор ГС (см. фиг. 137) преобразователя фаз, кроме обмотки 3 параллельного независимого возбуждения, имеет обмотку 8 встречного возбуждения, обмотку 9 параллельного возбуждения, связанную с омическим



Фиг. 137. Принципиальная схема возбуждения машин постоянного тока преобразователей фаз и частоты

сопротивлением  $R_0$  и карборундовым сопротивлением  $R_K$ . Это последнее состоит из нескольких дисков карборунда, зажатых между медными пластинами, которые одновременно являются и охлаждающими ребрами.

Проходящий через диски ток возрастает пропорционально третьей степени напряжения, в результате чего получаются криволинейные электрические характеристики.



Фиг. 138. Характеристики параллельного возбуждения:  $I_{GA}$  — ток противоположного возбуждения от возбудителя  $GA$ ;  $I_{SGC}$  и  $I_{SGA}$  — токи параллельного возбуждения машин  $GA$  и  $GC$ ;  $E_{GC}$  — напряжение на клеммах генератора

Двигатель  $MC$  даёт механическую энергию, необходимую для вращения асинхронной машины  $MA$ , и получает электрическую энергию от генератора  $GC$ . Независимое возбуждение двигателя  $MC$  обеспечивается возбудителем  $CA$ , питающим одновременно возбуждение синхронного двигателя  $MS$ .

Генератор  $GC$  вращается с постоянной скоростью синхронным двигателем  $MS$ . Его обмотка 9 параллельного возбуждения питается от якоря и обеспечивает н. с., необходимую для возбуждения машины. Размагничивающая н. с. встречного возбуждения уравновешивается н. с. обмотки 3 независимого возбуждения. Таким образом, ток генератора  $GC$  зависит только от возбуждения обмотки 3, регулируемого машинистом рукояткой управления путём изменения величины сопротивления  $R_6$ .

Асимметричная обмотка синхронного двигателя  $MS$  частично компенсирует индуктивное падение напряжения в обмотках статора таким образом, что асимметрия токов номинального режима оказывается слабее, чем для симметричной обмотки.

Замыканием контактора  $K_4$  подводится постоянный ток от возбудителя  $GA$  к машине

$GC$ . Машина  $GC$  приводит во вращение синхронный двигатель  $MS$ , пока он не достигнет синхронной скорости. Как только двигатель  $MS$  достигнет синхронной скорости, он начинает получать питание от главного трансформатора; при этом пусковой контактор  $K_4$  выключается, а контактор  $K_1$  включается. Далее включается контактор  $C_4$  и подаётся напряжение на синхронную машину  $MA$ , которая начинает вращаться. Машина  $MA$  играет роль электрического дифференциала, находящегося между синхронным и тяговым двигателями.

По мере повышения скорости вращения асинхронной машины напряжение на зажимах синхронного двигателя возрастает и достигает полного значения в конце синхронизации. Процесс синхронизации протекает автоматически и длится примерно 80 сек.

С наступлением синхронизации выключается контактор  $K_1$  и цепь питания катушки 1 прерывается. Параллельное возбуждение, создаваемое катушкой 2, остаётся единственным возбуждением двигателя  $MC$ .

При неподвижном электровозе частота тока, питающего тяговые двигатели, равна нулю. Ротор асинхронной машины вращается со скоростью 750 об/мин в направлении, обратном вращению магнитного поля, т. е. магнитное поле остаётся неподвижным в пространстве и э. д. с., наводимая в статоре асинхронной машины, равна нулю.

С изменением возбуждения двигателя  $MC$  тормозит асинхронную машину  $MA$ . Магнитное поле последней начинает вращаться и наводит э. д. с. во вторичной обмотке асинхронной машины. При неподвижном электровозе частота вторичного напряжения поддерживается около 8 гц. С увеличением частоты до 30 гц электровоз движется со скоростью 10 км/час. При этом режиме асинхронная машина  $MA$  работает, как асинхронный двигатель, с половинной скоростью и вращает машину  $MC$ , которая работает уже генератором и питает машину  $GC$ , работающую в качестве двигателя. Синхронная машина  $MS$  получает механическую энергию и питает третью фазу  $C$ .

С увеличением скорости электровоза скорость вращения асинхронной машины уменьшается до полной остановки. При этом магнитное поле машины  $MA$  в статоре и роторе вращается с одинаковой скоростью и вторичная частота становится равной 50 гц. При этом асинхронная машина  $MA$  действует как статический трансформатор. Создаваемый машиной  $MA$  вращающий момент уравновешивается неподвижным двигателем  $MC$ . Энергия, необходимая для уравновешивания вращающего момента, обеспечивается машиной  $GC$ , режим которой перед этим уже изменился на генераторный. Напряжение машины  $GC$  невелико, но достаточно для покрытия омических потерь в машине  $MC$ . Мощность около 80 квт обеспечивается синхронной машиной  $MS$ , которая переходит на двигательный режим.

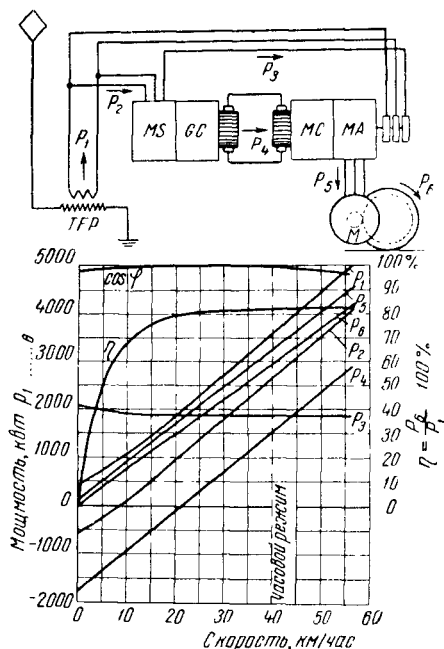
С изменением режима возбуждения ротор асинхронной машины начинает вращаться в том же направлении, что и магнитное поле, в результате чего изменяется режим работы всех машин по сравнению с тем, какой они

имели при частоте ниже 50 гц. Асинхронная машина *МА* становится генератором, машина *МС* — двигателем, машина *ГС* — генератором, а синхронная машина *MS* работает в качестве двигателя. Вторичную частоту при этом можно изменять от 50 до 135 гц.

Рекуперативное торможение осуществляется переменной направления независимого возбуждения машины *ГС*. Режим всех машин при рекуперативном торможении изменяется по отношению к режиму тяги и для частоты ниже и выше 50 гц имеет следующий характер:

Тяга	Рекуперация
Частота от 0 до 50 гц:	Скорость от 0 до 23 км/час:
<i>MS</i> — генератор	<i>MS</i> — двигатель
<i>ГС</i> — двигатель	<i>ГС</i> — генератор
<i>МС</i> — генератор	<i>МС</i> — двигатель
<i>МА</i> — двигатель	<i>МА</i> — генератор
Частота от 50 до 135 гц:	Скорость от 23 до 60 км/час:
<i>MS</i> — двигатель	<i>MS</i> — генератор
<i>ГС</i> — генератор	<i>ГС</i> — двигатель
<i>МС</i> — двигатель	<i>МС</i> — генератор
<i>МА</i> — генератор	<i>МА</i> — двигатель

Кривые мощности преобразовательных машин и тяговых двигателей, к. п. д. и  $\cos \varphi$  зависимости от скорости при тяговом усилии 27 т показаны на фиг. 139.



Фиг. 139. Кривые мощности, к. п. д. и  $\cos \varphi$  при тяговом усилии 27 т

Мощность  $P_6$ , развиваемая тяговыми двигателями *М*, пропорциональна скорости и меньше подводимой мощности  $P_5$  на величину потерь в двигателях и зубчатой передачи. Мощность  $P_1$ , отдаваемая трансформатором *TFR*, складывается из мощности  $P_2$  синхронной машины *MS* и мощности  $P_3$ , равной 1280 кВт и практически постоянной, которая поступает в первичную цепь преобразователя

частоты. От третьей фазы машины *MS* в первичную цепь также поступает практически постоянная мощность 640 кВт. Таким образом первичная обмотка преобразователя частоты получает общую мощность 1920 кВт. Мощность  $P_4$ , передаваемая цепью машин *ГС* и *МС*, существенно изменяется с изменением скорости. Примерно при скорости 20 км/час эта мощность достигает нуля, что соответствует тому моменту, когда преобразователь частоты меняет направление вращения. Затем мощность  $P_4$  увеличивается в обратном направлении до 2350 кВт при скорости 50 км/час.

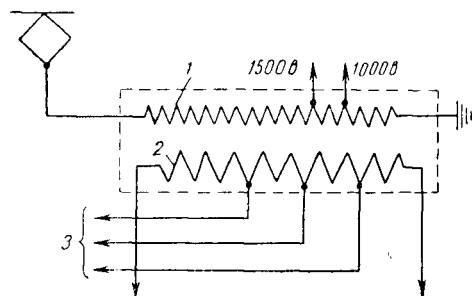
Мощность, создаваемая машиной *MS*, равна  $P_4 + P_5$ . С учётом потерь эта мощность ниже мощности  $P_2$ , подводимой от трансформатора к машине *MS*. При мощности преобразователя 3250 кВт номинальная мощность всех машин составляет от 1800 до 2550 кВт.

Как видно из фиг. 139, при данной системе электровоза происходит почти двойное преобразование мощности и имеется низкий к. п. д., особенно при пуске.

## ТРАНСФОРМАТОРЫ

Трансформаторы электровозов с преобразователями однофазно-трёхфазного тока, с конструктивной стороны почти не отличаются от трансформаторов электровозов однофазного тока других систем. В связи с тем, что на электровозах с преобразователями однофазно-трёхфазного тока регулирования скорости осуществляется изменением частоты питающего тока или переключением полюсов, их трансформаторы имеют небольшое количество выводов.

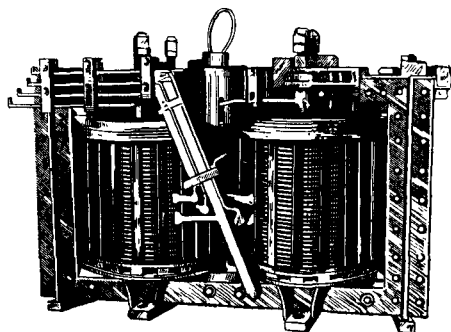
Так, например, трансформатор электровоза СС14001 имеет две обмотки: первичную 1



Фиг. 140. Схема обмоток главного трансформатора электровоза СС14001

(фиг. 140), рассчитанную на напряжение 25 кВ и мощность 2300 кВА (при длительном режиме мощность 2230 кВА), и вторичную 2 (тяговую) — на напряжение 1100 В и мощность 2150 кВА. Вторичная обмотка имеет три вывода 3, к которым присоединяется непосредственно вспомогательный преобразователь фаз Арио. Первичная обмотка имеет два вывода для отопления на напряжение: 1500 и 1000 В, подключаемые со стороны земли. Обмотка трансформатора, от которой питается отопление, рассчитана на длительный режим при нагрузке 400 А.

Вес трансформатора с маслом 5 900 кг. Общий вид обмотки с сердечником трансформатора электровоза СС14001 показан на фиг. 141.



Фиг. 141. Общий вид обмотки с сердечником главного трансформатора электровоза СС14001

### АППАРАТУРА СИЛОВОЙ ЦЕПИ, ЗАЩИТНАЯ И ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ

Эти аппараты в основном имеют конструкцию, аналогичную конструкции таких же аппаратов электроподвижного состава, описанного выше. Исключением являются жидкостные реостаты, получившие применение на электровозах венгерских железных дорог, для пуска тяговых асинхронных двигателей и перехода с одной ступени на другую.

При металлических сопротивлениях пусковой реостат должен состоять для трёхфазных двигателей из трёх ветвей, причём ветви реостата на каждой ступени должны иметь равные сопротивления, чтобы сохранить максимальный вращающий момент.

В связи с этим потребное число контакторов в 3 раза больше необходимого числа ступеней. Сложность такого реостата ещё больше увеличивается с повышением числа ступеней.

Кроме того, металлические сопротивления обладают некоторой индуктивностью, понижающей максимальный момент двигателя. Жидкостные сопротивления, напротив, обладают ёмкостным эффектом, несколько компенсирующим индуктивность обмотки ротора и, следовательно, увеличивающий максимальный момент.

На фиг. 142 показана схема жидкостного реостата электровоза V-55.

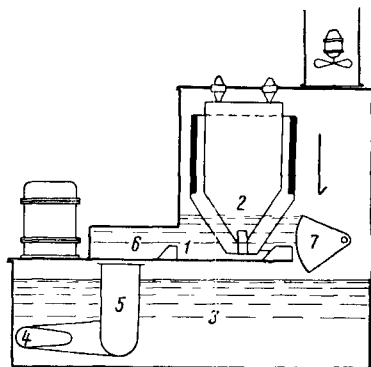
В баке 1 соответственно пяти трёхфазным двигателям размещены 15 стальных электродов 2. Из нижнего бачка 3 центробежный насос 4 постоянно перекачивает электролит через ёмкость 5 в электродное поле 6. Электролитом служит вода с добавлением аммиачной соды (0,5%). Сопротивление регулируется изменением уровня электролита в электродном баке 1 и зависит от положения регулируемой заслонки 7: чем выше уровень электролита, тем меньше сопротивление.

Регулирование заслонки производится пневмогидравлическим серводвигателем, режим работы которого изменяется электромагнитными масляными клапанами в гидравлической части двигателя. Управление воз-

душным и масляными клапанами серводвигателя обеспечивается трёхпозиционным ваттметром, контролирующим подводимую мощность к статору тягового двигателя. Установка ваттметра на желаемую мощность производится машинистом поворотом рукоятки регулятора мощности.

Если мощность, подводимая к статору двигателя, соответствует установленному значению, ваттметр останавливает движение заслонки и таким образом поддерживается постоянное значение сопротивления в цепи роторов двигателей.

Если вследствие ускорения электровоза (уменьшения скольжения) установленное сопротивление велико и подводимая мощность уменьшается, ваттметр даёт серводвигателю импульс на дальнейшее движение заслонки до тех пор, пока повышение уровня электролита не восстановит принятого значения мощности. Процесс регулирования продолжается до тех пор, пока скорость вращения роторов не достигнет заданной ступени скорости, тогда заслонка полностью закрывает электродное поле и цепь контактных колец роторов двигателей практически оказывается замкнутой. Такой процесс регулирования происходит на всех ступенях скорости.



Фиг. 142. Схема жидкостного реостата электровоза V-55 венгерских железных дорог

Введение автоматического пуска вызывается не только удобством и простотой управления, но также и тем, что сопротивление жидкостного реостата при данном уровне электролита непостоянно, так как весьма сильно зависит от температуры и концентрации раствора. Поэтому в зависимости от состояния электролита один и тот же пусковой режим требует различной скорости подъёма уровня жидкости. При таких условиях неавтоматическое управление крайне затруднено.

### ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ЦЕПИ

На венгерских электровозах вспомогательные машины питаются от вспомогательной обмотки преобразователя фаз, а на электровозах СС14001—СС14003 — трёхфазным током 380 в, 50 гц от вспомогательного преобразователя фаз Арно.

Основные данные вспомогательных машин электровоза СС14001 приведены в табл. 18.

Таблица 18

Основные данные вспомогательных машин электровоза СС14001

Наименование машин	Количество	Мощность двигателя в л. с.	Скорость вращения в об/мин	Производительность	Назначение
Мотор-вентилятор	2	26	2 860	2,225 м³/мин при 170 мм вод. ст.	Для охлаждения преобразовательного агрегата и тяговых двигателей
Агрегат масляного насоса	1	4,07	2 860	600 л/мин при 12 м вод. ст.	Для циркуляции масла в трансформаторе
Мотор-компрессор типа AD3000	1	26,5	—	2 500 л/мин при 8 кг/см²	Для обеспечения сжатым воздухом пневматической сети

К трёхфазной сети преобразователя фаз Арно, кроме того, подключены:

трёхфазная цепь начального возбуждения тахогенератора, который вращается синхронным двигателем преобразователя фаз и служит для возбуждения реле синхронизации;

однофазная цепь печей кабины управления, состоящая из двух обогревательных печей мощностью по 2 500 Вт и двух печей для ног по 150 Вт;

однофазная цепь для питания двух вольтметров, служащих для измерения напряжения контактной сети, со шкалой от 0 до 35 кВ.

Вспомогательные машины имеют пусковую защиту. В случае, если пуск не происходит нормально, выключается главный выключатель. Эта защита распространяется, кроме агрегатов вентиляторов, компрессоров и масляного насоса, также на пуск преобразователя Арно.

Защита осуществляется следующим образом.

Реле времени питается от нормально замкнутой цепи. Если пуск какого-либо двигателя продолжается более 5 сек., выключается главный выключатель. Контакт двигателя разъединяет реле времени с помощью вспомогательного контакта и механизм реле времени начинает действовать. В момент пуска

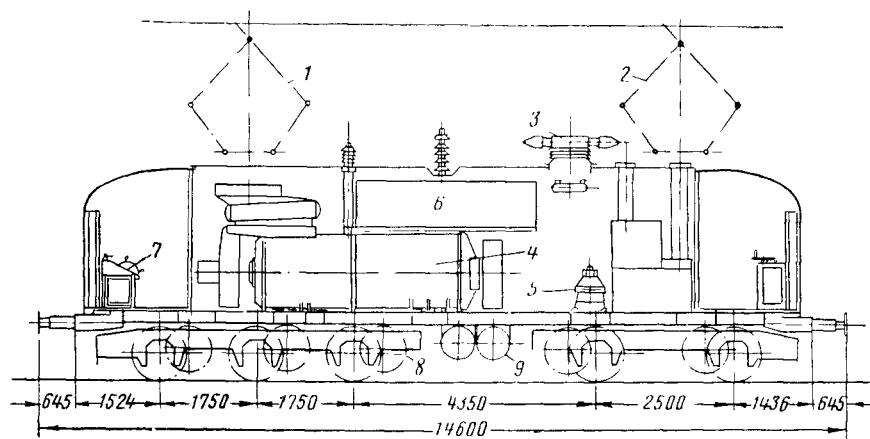
двигателя вспомогательный контакт замыкает цепь и предотвращает возможность выключения главного выключателя под действием реле времени. Вспомогательные контакты предназначаются для следующих операций:

1) для пуска преобразователя Арно при выключении пускового контактора в конце пуска, а также при включении контактора заряда и контактора циркуляции масла при одновременном пуске масляного насоса;

2) для пуска агрегата вентилятора при помощи аппаратов для регулирования циркуляции воздуха в воздухопроводах;

3) для пуска агрегата компрессора через реле, включаемое с помощью центробежного контакта компрессора.

Цепи отопления, освещения и измерительных приборов получают питание: на электровозе V-55 — от вспомогательной обмотки преобразователя фаз, на электровозе СС14001 — от части первичной обмотки главного трансформатора. С помощью переключателя цепь отопления в зависимости от температуры окружающего воздуха может переключаться с напряжения 1 000 на 1 500 В. Включение и выключение цепи отопления производится электропневматическими контакторами. В случае неисправности междугонных соединений отопления последние могут быть изолированы посредством разъединителя.



Фиг. 143. Схема расположения основного оборудования на электровозе V-55 венгерских железных дорог: 1 и 2 — пантографы; 3 — главный выключатель; 4 — преобразователь фаз и частоты; 5 — мотор-компрессор; 6 — аппаратура управления; 7 — пульт управления; 8 — тяговый двигатель; 9 — главные воздушные резервуары





### Принципиальная электрическая схема электровоза СС14001

Цепь тока высокого напряжения 25 кВ проходит от пантографов 1 и 2 (фиг. 146) через разъединитель 34 или 35, главный выключатель 3, первичную обмотку трансформатора 5 к земле  $G$ .

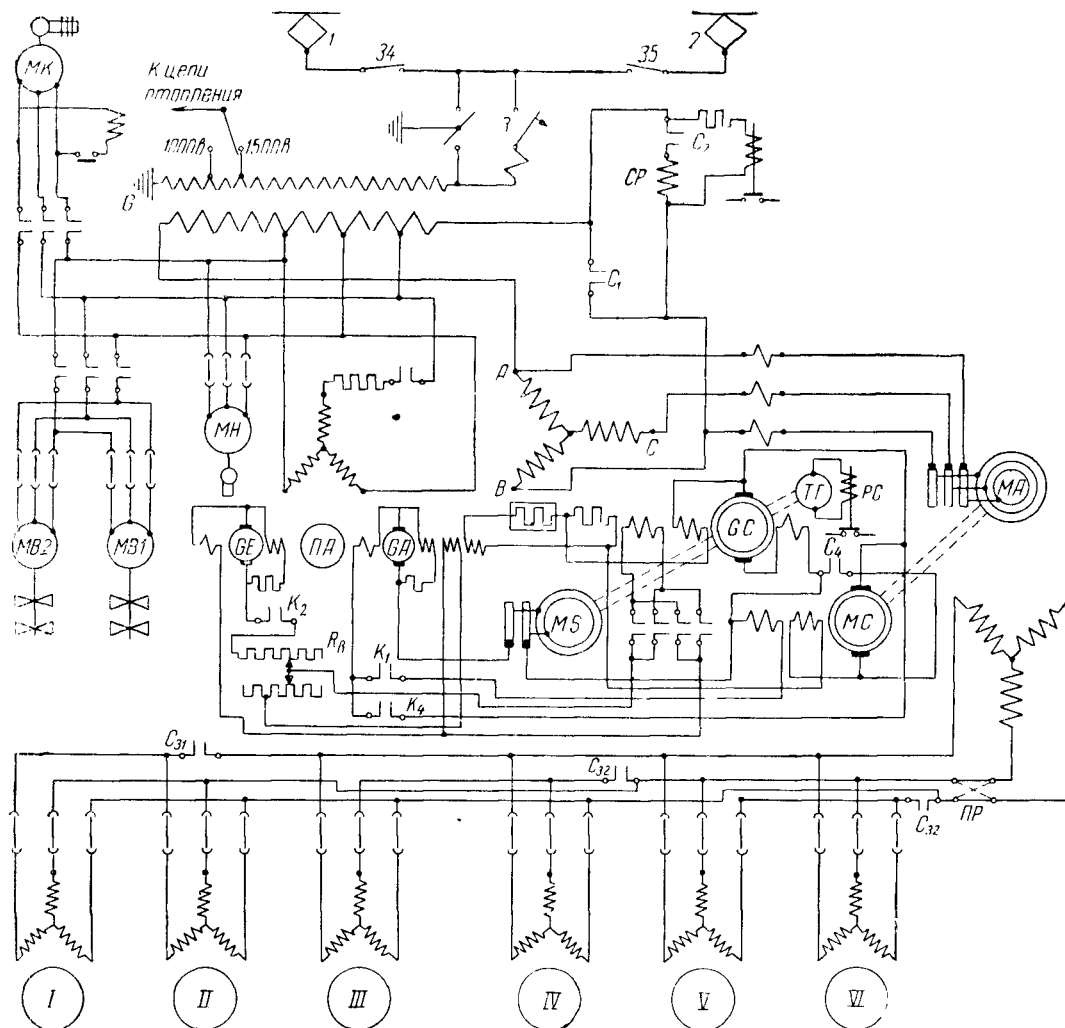
В начале пуска электровоза включением контактора  $K_4$  пускается машина  $GC$  преобразователя фаз для привода во вращения синхронного двигателя  $MS$ , пока он не достигнет синхронной скорости. При синхронной скорости тахогенератор  $TG$ , приводимый машиной  $GC$ , возбуждает реле синхронизации  $PC$ , которое включает контактор  $C_2$ . После этого включаются контакторы  $C_1$  и  $K_1$  и выключается пусковой контактор  $K_4$ . Цепь однофазного тока при этом запирается синхронизирующим реактором  $CP$ . В этот момент синхронный двигатель  $MS$  начинает получать питание от вторичной обмотки главного трансформатора 5 и давать трёхфазный

ток, необходимый для пуска асинхронной машины  $MA$ . При этом вспомогательный преобразователь Арно  $ПА$  во время пуска включён, но вспомогательные цепи и машины (двигатели масляного насоса  $MH$ , мотор-компрессора  $МК$  и мотор-вентиляторов  $MB1$  и  $MB2$ ) выключены, чтобы сохранить мощность агрегата, необходимую для пуска преобразователя фаз.

После синхронизации, которая протекает автоматически, включается контактор  $C_4$  и подаётся напряжение на двигатель  $MC$ .

Разгон электровоза и регулирование скорости производится регулированием возбуждения машин  $GC$  и  $MC$  и изменением сопротивления  $R_8$  в цепи их обмоток; контактор  $K_2$  главного возбуждения при этом находится во включённом положении.

Для исключения самопроизвольного пуска тяговых двигателей  $I$  и  $VI$  при включении преобразователя частоты в каждой группе из двух двигателей одна фаза прерывается контакторами  $C_{31}$ ,  $C_{32}$  и  $C_{33}$ . Эти контакторы включаются одновременно с кон-



Фиг. 146. Принципиальная схема силовой цепи и цепи возбуждения электровоза СС14001 французских железных дорог

тактором  $C_4$  и остаются замкнутыми до тех пор, пока электровоз движется и рукоятка управления не будет возвращена в нулевое положение.

Для уменьшения количества аппаратов управление (переключение реверсора  $ПР$ , регулирование возбуждения и др.) на электровозе предусмотрено ручное.

### ЛИТЕРАТУРА

1. K. Sachs. Elektrische Triebfahrzeuge. Bd. 1—2. Frauenfeld, 1953.
2. M. Garreau. Les locomotives monophasées de Valenciennes—Thionville. — «Revue Générale des Chemins de Fer», 1955, № 1.
3. M. Daney. Les locomotives CC série 14100 à groupe convertisseur synchrone continu. — «Revue Générale des Chemins de Fer», 1955, № 1.
4. M. C. Bodmer, M. P. Leyvraz, M. E. Anderegg. Les Locomotives CC série 14.000 à groupe convertisseur monophasé. — «Revue Générale des Chemins de Fer», 1955, № 4.
5. M. Rossignol et M. Machefert—Tassin. Les locomotives BB à redresseurs ignitrans. — «Revue Générale des Chemins de Fer», 1955, № 3.
6. M. Heidmann. Les locomotives BB amoteurs monophasés directs. — «Revue Générale des Chemins de Fer», 1955, № 3.
7. Résultats d'exploitation des locomotives monophasées du Nord—Est. — «Revue Générale des Chemins de Fer», 1955, № 4.
8. L'Électrification des Chemins de Fer. Paris, 1953.
9. A. T. Dover. Electric traction. London, 1954.
10. M. Lefort. L'Électrification des lignes du Nord—Est de la France. — «Revue générale des chemins de fer», 1953, № 1.
11. L'extension de l'électrification des chemins de fer aux États-Unis et le courant à fréquence industrielle. — «Revue générale des Chemins de Fer», 1953, № 1.
12. M. Lefort. L'Électrification des lignes du Nord—Est de la France. Deuxième étape. — «Revue générale des Chemins de Fer», 1954, № 3.
13. M. Vaubourdoille, M. Walter. L'équipement électrique à 20.000 volts, 50 Hz de la ligne d'Aix—les Bains à la Roche-sur-Foron. — «Revue générale des Chemins de fer», 1950, № 11.
14. Locomotives Electriques japonaises «Traction Electrique dans les Chemins de Fer», 1956, № 4, p. 228—229.
15. R. Dugas. Le problème de l'énergie dans les chemins de fer. «L'Électrification des chemins de fer», 1953, № 195 bis.
16. L'Électrification en courant monophasé à 50 Hz des lignes de chemins de fer du Nord—Est de la France. — «Genie civil», 1954, № 8.
17. A. E. Muller. Betrachtungen über den elektrischen Bahnbetrieb mit Einphasenstrom von 50 Hz aus dem Netz der allgemeinen Landesversorgung. «Brown Boveri Mitteilungen», 1952, № 7.
18. H. F. Brown, R. L. Kimball. A Reappraisal of the Economics of Railway Electrification: How, When and Where Can it Compete with the Diesel—Electric Locomotive? «Alec Trans.», 1954, Vol. 73, Part II.
19. J. P. Baumgartner. Die Elektrifizierung der westeuropäischen Eisenbahnen. — «Technische Rundschau», 1954, № 33.
20. L. Devaud. Les locomotives prototypes à courant monophasé 20.000 v—50 Hz de la S.N.C.F. — «L'Électrification des chemins de fer», 1953, № 195 bis.
21. F. Nouvion. Les locomotives monophasées 50Hz de Valenciennes—Thionville. — «L'Électrification des chemins de fer», 1953, № 195 bis.
22. Les locomotives à courant monophasé à 50 Hz des lignes des chemins de fer du Nord—Est de la France. — «Genie civil», 1954, № 9.
23. Increasing the Capacity of a Belgian Congo Railway. — «Railway Gazette», 1953, 9/1.
24. M. P. Leyvraz, M. C. Bodmer, M. E. Anderegg. Les locomotives CC série 14000 à groupe convertisseur monotriphasé. — «Revue générale des chemins de fer», 1955, № 4.
25. Equipment for Belgian Congo Electrification — 1,2. — «Railway Gazette», 1953, 9/X.
26. Lancaster—Morecambe—Heysham Electrification. — «Railway Gazette», 1953, 20/III.
27. World Railways, 1954—1955. Ed. Henry Sampson, London, 1955.
28. L. Verebely. Die elektrotechnischen Grundlagen eines neuen Phasenumformer Systems zur Elektrisierung von Hauptbahnen. «ETZ», 1925, № 2.
29. L. Verebely. Betriebserfahrungen auf der mit Wechselstrom 50 Hz elektrisierten Linie Budapest—Hegyeshalom. — «Elektrische Bahnen», 1934, № 4.
30. Neuere Entwicklung des 50 Hz—Phasenumformer—Traktionssystems. — «Ganzausgabe», 1948.
31. M. Vajta. Die Probleme beim Netz von 50 Hz Einfasen—Vollbahnsystemen. «Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae», 1953, № 6.
32. D. Caire. Les journées d'information de Lille sur la traction électrique par courant monophasé de fréquence industrielle. — «Chemins de Fer», 1955, № 192.
33. M. Garreau. Bilans comparés des différents systèmes de traction électrique. — «Revue générale des Chemins de Fer», 1955, № 7.
34. Cut. Der elektrische Zugbetrieb mit Einphasenwechselstrom 50 Hz auf der Höllental und Dreiseenbahn. — «Bundesbahn», 1954, № 9/10.
35. M. Walter. Quelques problèmes de construction et d'entretien. — «Revue générale des Chemins de Fer», 1955, № 7.
36. W. Ohl. Die 50 Hz—Höllentalbahn—Lokomotive der AEG. — «Elektrische Bahnen», 1951, № 10.
37. R. Fritzsche, E. Kilb. Ergebnisse des 50 Hertz—Betriebs auf der Höllentalbahn. — «Elektrische Bahnen», № 3/4.
38. Naderer. Das Unterwerk der Höllental—und Dreiseenbahn. — «Elektrische Bahnen», 1936, S. 255.
39. Ф. Ратковский. Электрификация железных дорог нормальной колеи однофазным переменным током частотой 50 гц и система преобразования частот. — «Венгерская тяжёлая промышленность», 1953, № 12.
40. Л. М. Трахтман. Современные электровозы и моторные вагоны переменного тока промышленной частоты. В книге «Электровозы однофазного тока промышленной частоты». Трансжелдориздат, 1956.
41. В. Б. Меделёв. Подвижной состав электрических железных дорог. Часть I. Механическая часть. Трансжелдориздат, 1950.
42. Б. Н. Тихменев, Л. М. Трахтман. Подвижной состав электрических железных дорог. Часть III. Электрическая часть. Трансжелдориздат, 1951.
43. В. А. Раков, П. К. Пономаренко. Электровоз. Трансжелдориздат, 1956.
44. В. С. Кулебакин. Об устранении асимметрии намагничивающих сил в конденсаторных асинхронных двигателях. Электричество, № 7, 1956.
45. Б. Р. Бондаренко, Н. Х. Ситник, В. А. Стекольников. Электровозы однофазного тока промышленной частоты. Железнодорожный транспорт, № 11, 1955.
46. А. Б. Иоффе. Об однофазном коллекторном двигателе на частоте 50 гц для тяги. Электричество, № 1, 1956.
47. П. Н. Шляхто, Д. Д. Захарченко. Подвижной состав электрических железных дорог. Часть II. Тяговые электродвигатели и вспомогательные машины. Трансжелдориздат, 1951.
48. А. Е. Алексеев. Тяговые электродвигатели. Трансжелдориздат, 1951.

# АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ



При пользовании настоящим указателем следует иметь в виду, что каждое название упоминается один раз и, как правило, не повторяется в перестановке слов.

В указателе упоминается вначале (за редким исключением) основное слово, а потом его определение, например, «Башмаки контактные», а не «Контактные башмаки».

В большинстве случаев, когда формула, определение, метод и т. п. носят название по фамилии ученого, инженера, новатора, в указателе приводится лишь фамилия (без сопровождающего термина), например, «Галахов Н. К.», а не «Рессоры Галахова Н. К.» и не «Галахова Н. К. рессоры».

## А

Автосцепка вагонов метрополитена 129  
Агрегат преобразовательный 628  
Амортизаторы электровозов 165, 168, 169  
Аппаратура защиты электровозов переменного тока 587  
— электрическая электровозов 291, 292  
— электросекций 441  
Аппаратуры силовой цепи и цепи управления электровозов с ионными преобразователями 590  
— — — — — однофазного тока 617  
— — — электровозов с преобразователями однофазно-трехфазного тока 642  
— цепей управления электропневматические 346  
Аппарат электромагнитный 312, 313

## Б

Балансир 78  
Балка сочленения передней тележки 70  
— шкворневая 70  
Бандаж 84  
Батареи аккумуляторные 360  
Башмаки контактные 292  
Бенедикт О. В. 606  
Блокировка двери в высоковольтную камеру 467, 468  
— лестниц 468  
— щитов 469  
Блокировки электрические 327

Боковина рамы 71  
Боты дизлектрические 470  
Бригады локомотивные 460, 463, 464, 465  
— комплексные 533  
Брус подрессорный люлечный 114  
— упряжной 68, 69  
Буксы электровозов постоянного тока 88  
— — переменного тока 570  
— электросекции 108

## В

Вагоны метрополитена 125, 126  
Валики подвески 80  
Валы тяговых двигателей 186  
Ввод электроподвижного состава в депо 466  
Вентили электровоза 110 579  
Вентиль включающий 308  
— выключающий 309  
— ионный 578  
Вентилиция тяговых двигателей 189  
Вес составов для различных расчетных подъемов и серий электровозов 457  
Влияние электровозов 83  
Включение тяговых двигателей электровозов 23, 24  
Влияние электрифицированных железных дорог на работу смежных технических сооружений 17  
Вожение сдвоенных поездов 460  
Вписывание электровоза в кривые 89  
Вращение тяговых двигателей 275  
Время поездной работы электровозов 457

Время работы локомотивной бригады 458  
Вставки плавкие предохранителей 346  
Втулки резиновые уплотняющие 444, 445  
Вульф А. В. 9  
Выдача электровозов под поезда 455  
Выкатка колесной пары 72  
Выключатели 296, 345, 346  
— автоматические 296, 297, 300, 301  
— анодные 589  
— для защиты 587, 589  
— кнопочные 357, 467  
— цепей управления 356

## Г

Галахов Н. К. 112, 113  
Галоши дизлектрические 470  
Генераторы 260, 261  
Геометрия зацепления зубьев 155  
График движения поездов 457  
— для определения фиктивного подъема 31  
— оборота локомотивов 458  
— технологического процесса текущего ремонта электровозов и электросекций 538  
Графтио Г. О. 9

## Д

Давление запрессовки 84  
Двери электровагона 123  
Двигатели тяговые постоянного тока 131, 170, 189  
— — — с ионными преобразователями 583  
— типов ДК-1А 191

Двигатели типов ДК-3А 190  
 — — ДК-102 А, Б, В, Г и Д 191  
 — — ДК-103А, ДК-103В и ДК-103Г 191  
 — — ДК-104 А, Б и Г 192  
 — — ДПИ-150 и ДПИ-152 191  
 — — ДПЭ-340 и ДПЭ-340А 189  
 — — ДПЭ-400А и ДПЭ-400Б 189  
 — — ДСЭ-680/2 191  
 — — НВ-406А и Б 189  
 — — GDTM-655 190  
 — коллекторные 605, 606, 607, 608, 609, 611  
 — однофазные 607, 609  
 — тяговые электровозов с моторгенераторами 628  
 — — постоянного тока 179  
 — — — — — с нонными преобразователями 583  
 — — асинхронные трехфазные 632, 635  
 Делители напряжения и генераторов тока управления 263  
 Делитель анодный 585  
 Диаграмма тонно-километровая 457  
 Диаграммы круговые 89  
 — пусковые электроподвижного состава постоянного тока 277  
 Дубелир Г. Д. 9  
 Дуга электрическая 303, 305  
 Дугогашение 303, 305

## Е

Езда двойной тягой 53  
 — кольцевая 454  
 — пстлевая 454  
 — плечевая 453

## Ж

Жесткость пружины 78  
 — рессоры 77

## З

Заводский Ю. Е. 156  
 Запас неснижаемый узлов и деталей электровозов 535, 536  
 — — — — — электро-секций 537  
 Запрессовка 84  
 Защита вспомогательных цепей электроподвижного состава 433  
 — от атмосферных перенапряжений 428  
 — от коммутационных напряжений и повышения напряжения 430  
 — от короткого замыкания 431

Защита от перегрузок 431  
 — при падении уровня изоляции 433

## И

Игнитрон 578, 580, 581, 582  
 Измерители работы электроподвижного состава 455  
 Инструктаж локомотивных бригад 462  
 Изменение направления вращения тяговых двигателей 275  
 Изоляция проводов электроподвижного состава 443, 444  
 — тяговой аппаратуры 362, 363

## К

Кабель для заземления 470  
 Каблирование линий связи 17  
 Камеры дугогасительные 305  
 — высоковольтные электровозов 438, 440  
 Каркас кузова электровагона 122  
 Катушки добавочных полюсов 185  
 — дроссельные 360, 585  
 Клапаны пантографа 349  
 Классность машинистов 461  
 Коврики резиновые 470  
 Колебания электровозов 82  
 Коллектор двигателя 186  
 Коллекторы 472  
 Компрессоры 248  
 Кондуиты 444, 445, 446  
 Контакты блокировочные 327  
 — контакторов 301, 302, 303  
 Контактёр заземления 325  
 — заземляющий 469  
 Контактёры 301  
 — с индивидуальным электропневматическим приводом 590  
 — электромагнитные 312, 313  
 — электропневматические 310, 311  
 Контргайки 447  
 Контроллеры машиниста 591  
 — управления 352  
 Контроль магнитный деталей электровозов и электросекций 516  
 Конструкция тяговых асинхронных двигателей 635  
 Короткозамыкатели быстродействующие 300  
 Коэффициент выполнения весовой нормы поездов 456  
 — для определения расчетной скорости 54

Коэффициент использования реостатов 339  
 — — силы тяги электровоза 457  
 — нажатия 29  
 — неравномерности пуска 38  
 — одиночного пробега электровозов 456  
 — полезной работы электровоза 457  
 — потерь 55  
 — приведения вращающихся частей 20  
 — регулирования возбуждения 24  
 — скорости 456  
 — тормозной 37  
 — учитывающий возврат энергии при рекуперации 55  
 Коэффициенты ударные 78  
 Кржижановский Г. М. 9  
 Крепление рамное 69, 71, 73  
 — тягового двигателя при опорно-рамном подвешивании 137  
 Кронштейн щеткодержателя 188  
 Кузов вагона метрополитена 125, 128, 129  
 — электровагона 119, 120, 121  
 — электровоза постоянного тока 96  
 — — переменного тока 570

## Л

Лагинов Д. А. 9  
 Лебедев А. Б. 9

## М

Манжеты изоляционные 187  
 Материал зубчатых передач 152, 153  
 Материалы монтажные 443  
 Машинисты электровозов и моторвагонных электропоездов 461  
 Машины вспомогательные электровозов 264, 592, 618, 628  
 — — — — — с преобразователями однофазно-трехфазного тока 642  
 — — — — — с коллекторными двигателями 618  
 — — — — — с мотор-генераторами 628  
 Меры безопасности при обслуживании электроподвижного состава 466  
 — защитные и предупредительные на электроподвижном составе от поражения электрическим током 466  
 — предосторожности при ремонте электроподвижного состава 471  
 Метрополитен 125

Механическая часть электроподвижного состава постоянного тока 68  
 — — вагонов метрополитена 125  
 — — — переменного тока 562  
 — — — электросекций 100  
 Механизм сочленения электровагона 74  
 Монтаж аппаратуры на электросекциях 441  
 --- высоковольтных камер 438  
 Мотор-вентиляторы 252, 253  
 Мотор-генераторы 254, 255, 261  
 Мотор-компрессоры 247  
 -- — служебного тока 255  
 Муфты концевые 444  
 -- прямые 447

## Н

Нагревание тяговых двигателей 41  
 Нажатие на ось расчетное 29  
 Напряжения в боковинах 73, 74  
 Ножи рессорного подвешивания 80  
 Николаев И. И. 90  
 Польтейн Е. Е. 77  
 Нормы времени простоя электровагонов под техническими операциями 458  
 -- допусков и износов вспомогательных машин 527  
 -- -- -- компрессоров 517  
 -- -- -- механического оборудования 518  
 -- -- -- тяговых двигателей 525  
 -- -- -- электрической аппаратуры 524  
 -- на изоляцию тяговой аппаратуры 363  
 -- пробега электроподвижного состава между ремонтами 528  
 -- -- тяговых двигателей вспомогательных машин между ремонтами 529  
 -- простоя электроподвижного состава 529  
 --- расхода смазочных и обтирочных материалов 495, 496

## О

Обмотка якоря 187  
 Оборот электровагона 455  
 Обогреватели электрические 358  
 Обозначения условные, принятые при расчете тяговых тормозных передач, 154, 155

Обозначения условные, принятые в тяговых расчетах, 19  
 Оборудование моторных вагонов 437  
 -- постов управления 441  
 -- тормозное электровагонов 95  
 -- — электросекций 123, 124  
 -- цехов и отделений электродепо 480  
 -- электровагонов 434, 436, 618  
 -- электросекций 620  
 -- электрическое электроподвижного состава с ионными преобразователями 572  
 -- -- -- с коллекторными двигателями однофазного тока 605, 618  
 -- -- -- с мотор-генераторами 629  
 -- -- -- с однофазно-трехфазными преобразователями 632  
 -- электрических локомотивов с ионными преобразователями 593  
 Обслуживание поездов электровагонов 453, 454  
 -- электропоездов моторвагонными секциями 454  
 Ограничение по самовозбуждению 45  
 -- тормозной силы 29  
 -- тормозных характеристик 47  
 Окна электровагона 123  
 Опоры кузова электровагона 76, 77  
 Организация текущего ремонта электроподвижного состава 533  
 Оси моторных вагонов 104, 106, 107  
 -- прицепных вагонов 106  
 Осмотр электровагонов 513, 514, 515, 530, 540  
 -- электросекций 513, 514, 515, 540  
 Остов двигателя 178  
 Острогубцы 470  
 Охлаждение вентиля 579  
 -- трансформаторов 575, 576

## П

Пальцевдержатель реверсора 324  
 Пантограф 292, 293, 294, 295  
 Парк моторвагонный 450  
 -- неэксплуатируемый 451  
 -- эксплуатируемый 451  
 -- электровагонный 450  
 Пары колёсные вагонов метрополитена 128, 131  
 -- моторных вагонов 101

Пары колёсные прицепных вагонов 104  
 -- — электровагонов постоянного тока 83  
 -- -- — переменного тока 570  
 Паспорт технический электровагона и электросекции 528  
 Передача вагонов метрополитена 128, 129  
 Передачи зубчатые жесткие моторных вагонов 149, 150, 151  
 -- — упругие модернизированные 145, 146, 147, 148  
 -- -- с цилиндрическими пружинами 145  
 -- -- тяговые с пластинчатыми пружинами 141, 142  
 -- тормозные рычажные электросекций 124, 125  
 Переключатели групповые 322, 323  
 Пересылка электровагонов и моторвагонных секций 453  
 Пересчет характеристик при изменении передаточного числа и диаметра движущего колеса 22  
 -- — реостатного торможения 47  
 -- электромеханических характеристик на электро-тяговые 21  
 Перечисление электроподвижного состава 451  
 Перчатки резиновые 470  
 Песок 491, 492, 493  
 Печи электрические 358  
 Пирцкий А. Ф. 9  
 Планирование расхода электроэнергии на тягу поездов 59  
 -- ремонта электроподвижного состава 531  
 Пластины маркировочные 446  
 Плотности тока в катушках тяговой аппаратуры 361  
 Плотности и постоянные рабочие медных контактов 302  
 Площадь отделений и цехов электродепо 479, 480  
 Пневматическая сеть вагонов 123  
 Подвешивание рессорное люльчатое 113  
 -- -- электровагонов постоянного тока 75, 80  
 -- -- — переменного тока 564  
 -- -- электросекций 111, 113  
 Подвеска тяговых двигателей вагонов метрополитена 131  
 Подвески рессорные 78

Подстанции тяговые 13  
 Подталкивание поездов 459  
 Подшипники качения, применяемые на вспомогательных машинах электроподвижного состава, 269  
 — моторно-осевые 184  
 — якорные роликовые 178  
 — — скользящего трения 184  
 Поезда сдвоенные 460  
 Показатели экономические и энергетические различных систем электрической тяги 17  
 Полюсы двигателя 185  
 Последовательность замыкания контакторов электровоза ВЛ22м 368, 374  
 — — — восьмисного электровоза Н8 381  
 Пост управления 441  
 Потери в зубчатой передаче моторно-осевых подшипников 21  
 — пусковые при применении машинных преобразователей 273, 277  
 Потребность в стойлах электродепо 476  
 — в электроподвижном составе 455  
 — электроподвижного состава в ремонте 531  
 Предохранители плавкие высоковольтные 343, 344, 590  
 Преобразователи ионные 577  
 — машинные 272  
 Преобразователи фаз 636  
 — частоты 636, 638  
 — электровозов с мотор-генератором 627  
 Приборы ударно-тяговые 123  
 Привод гидравлический 318  
 — двигателя при опорно-рамном подвешивании 132  
 — электровоза 139  
 Приводы электровозов постоянного тока 132, 138  
 — — переменного тока 570  
 Приводы воздушные с масляным демфером реостатного торможения 318  
 — контакторов групповые 314  
 — — индивидуальные 307, 310, 312  
 — пневматические 316  
 Приемка и сдача электровозов и моторвагонного подвижного состава 463  
 — электровозов и электросекций из текущего ремонта 539  
 Пробег электровозов и моторвагонных секций 455  
 Провода для электроподвижного состава 443, 444

Провода обмоточные 361, 362  
 Прогиб пружины 77  
 Производительность электровоза 456  
 Протяженность электрифицированных железных дорог по системам тока и напряжения 541, 542  
 Процент неисправного электроподвижного состава 532  
 Пружины цилиндрические 146  
 — электровоза 77, 78  
 — электросекций 113  
 Пункты линейные 503  
 Пуск реостатный 338  
 — электроподвижного состава переменного тока 600  
 — — — постоянного тока 277  
 Путь тормозной 35  
 Пяты 75

## Р

Развеска оборудования электровозов 441  
 Размеры производственных цехов и отделений 477  
 Разрядники 590  
 Разъединители 345, 346, 466  
 Рамы электровозов постоянного тока 68, 71  
 — — переменного тока 563, 571  
 Расположение оборудования на моторных вагонах 437  
 — — на электрических локомотивах с ионными преобразователями 593  
 — — — с коллекторными двигателями 618  
 — — — с мотор-генераторами 629  
 — — — с преобразователями однофазного трехфазного тока 605  
 — — на электровозах постоянного тока 434, 436  
 — — на электросекциях с коллекторными двигателями 620  
 Распределение электровозного парка по видам работы и его состоянию 450  
 Расход электроэнергии на тягу поездов 38  
 Расчет амортизатора 169  
 — геометрии зацепления зубьев 155  
 — веса поезда 29  
 — деталей рессорного подвешивания электровозов 78  
 — катушек тяговой аппаратуры 360  
 — кривых движения поезда 32

Расчет маневровых ступеней 286  
 — непрерывной продолжительности работы локомотивных бригад 458  
 — осей моторных вагонов 110  
 — прямозубых тяговых передач 157  
 — пусковых сопротивлений электрический 281  
 — развески оборудования электровозов 441  
 — рамы 71  
 — рамных креплений электровоза 73  
 — рекуперативных характеристик 51, 52  
 — сопротивлений тепловой 289, 290  
 — температуры обмотки тягового двигателя 43  
 — тормозных сопротивлений 288  
 — удельных тормозных и замедляющих характеристик 29  
 — тяговых характеристик 22, 23, 24, 25  
 Расчеты тормозные 35  
 — тяговые 18, 46  
 Расцепители 636  
 Реакторы переходные 586  
 — сглаживающие 584  
 Реверсор 323, 324  
 Регулирование возбуждения тяговых двигателей 24  
 — коммутации коллекторных двигателей 609  
 — мощности тягового двигателя 274  
 — скорости движения электрического локомотива 270, 271, 273  
 Расход электроэнергии на тягу поездов 53, 473  
 Регулятор давления 348  
 — напряжения 350  
 Режим генераторной работы асинхронного двигателя 635  
 — тяговый электровоза 21  
 Режимы расчетные рамы тележки моторного электровагона 118  
 Резерв депо 452  
 — дороги 452  
 — Министерства путей сообщения 451  
 — электроподвижного состава 451  
 Рекуперация тяги 49  
 — энергии 10  
 Реле 329  
 Реле автоматического пуска 336  
 — боксования 590  
 — заземления 590  
 — напряжения 335  
 — перегрузки 332, 588  
 — потенциальные 334

Реле промежуточные 338  
 — типовые 335, 336  
 — ускорения 337  
 Ремонт электроподвижного состава 471, 506, 508, 509, 510, 512, 513, 515, 532, 533, 530  
 — электровозов и электросекций 537  
 Реостат 339  
 Рессоры электровоза 75, 76  
 — электросекций 112  
 Решетов Л. Н. 319

## С

Сердечник двигателя 185, 186  
 Сеть контактная 14  
 — тяговая 12  
 Сила тормозная поезда 28  
 — тяги 20, 21, 30  
 Силы сопротивления движению поезда 26  
 Системы дугогасительные 305, 306  
 — управления электроподвижным составом постоянного тока 270  
 — — — переменного тока 541  
 — электрической тяги 11, 12, 15  
 — электроподвижного состава 14  
 Склады песка 493  
 Скорость движения электрического локомотива 270  
 — поезда допустимая 34, 76  
 — при расчетном подъеме 30  
 Скорость техническая 456  
 — участковая 456  
 Смазка 464, 465  
 Снижение расхода электроэнергии 473  
 Соединение игнитронов 581  
 — секций пусковых сопротивлений на реостатных позициях 383  
 Сопротивление основное удельное 26  
 — от кривизны пути 27  
 — от уклона пути 27  
 — при трогании с места 28  
 — пусковое 281  
 — тормозное 288  
 Сопротивления, применяемые на электроподвижном составе 339, 342  
 — чугунные 339, 340, 342  
 Состав электроподвижной 14  
 Спрямление профиля пути 31, 32  
 Сравнение систем электрической тяги 15, 16  
 — электровозов однофазного тока промышленной частоты 541, 545

Средства защитные в депо, на электровозах и моторвагонных секциях 470  
 Сталь для осей моторных вагонов 104  
 — — — прицепных вагонов 106, 107  
 — — — электровозов 83  
 Стойки рессорные 78, 79  
 Стойла электродепо 476  
 Структура электровозного депо 449  
 Ступени маневровые 286  
 Сушка песка 493  
 Схемы вспомогательных цепей электровоза ВВ 12001 603  
 — — — — НО 595, 603  
 — силовой цепи электровоза ВВ 12001 598  
 — — — — ВВ 13001 621  
 — — — — НО 595  
 Схемы вспомогательных цепей электровоза с моторгенераторами 632  
 — — — управления электровоза НО 603  
 — включения защитных аппаратов в силовые цепи электроподвижного состава 428  
 — вспомогательных цепей электровозов 425, 602, 605, 624  
 — — — — ВЛ22м 426  
 — — — — восьмиосного электровоза Н8  
 — — — — моторвагонных секций и вагонов метрополитена 427  
 — монтажные 443  
 — — — электровоза НО 603  
 — — — — ВВ 12001 605  
 — силовые электровозов серии ВЛ22м 366, 373  
 — вагонов метрополитена 397  
 — — восьмиосного электровоза Н8 366, 368  
 — — моторвагонных секций 394, 414  
 — силовых цепей 365  
 — электрические 365, 621  
 — — моторных вагонов с коллекторными двигателями 624  
 — — электровозов с коллекторными двигателями 605, 621  
 — — — с преобразователями однофазно-трехфазного тока 644  
 — управления восьмиосного электровоза Н8 408  
 — — игнитронами 582  
 — — моторвагонных секций 419  
 — — электровозов ВЛ22м 405

Схемы цепей управления 404, 600, 603  
 — — — вагонов метрополитена 422, 424

## Т

Тележки бегунковые электровозов 91, 92  
 — — вагонов электросекций 115, 117  
 — — метрополитена 127, 128, 131  
 — электровозов переменного тока 563  
 — — постоянного тока 91, 92  
 Территория деповского хозяйства 502  
 Типы рессорного подвешивания электровозов 80  
 Токотпримники 291, 292  
 Торможение реостатное 43, 45, 46, 282, 616  
 — электрическое двигателей однофазного тока 603, 615  
 — — рекуперативное 47, 615  
 — — коллекторных двигателей 615  
 — — электроподвижного состава 43  
 Тормоз вагона метрополитена 127, 128, 131  
 Тормоза электровозов 43, 95  
 Трансформаторы электровозов постоянного тока  
 — — переменного тока 572, 613, 627  
 — — с моторгенераторами 627  
 — — с преобразователями однофазно-трехфазного тока 641  
 — электрических локомотивов с коллекторными двигателями 613  
 Тройники смотровые 447  
 Трубы кондуктные 444, 445, 446  
 Тяга поездов электрическая 15, 18, 19

## У

Угольники прямые 448  
 Удар на автосцепке 72  
 Уклон фиктивный 27  
 Управление игнитронами 582  
 — электроподвижным составом постоянного тока 270  
 Уравнение движения поезда 18, 22  
 Учет расхода энергии характеристик электровозов 52

Учёт ремонта электроподвижного состава 532  
 Устройства экипировочные 491, 497  
 Уход за электроподвижным составом 462, 465

**Ф**

Фитинги соединительные для трубопроводов 446  
 Фланкирование зубьев шестерен зубчатого колеса 156  
 Факторы эксплуатационные и метеорологические при планировании расхода электроэнергии на тягу поездов 59  
 Формулы расчета геометрии зацепления зубьев 155, 156  
 — расчетные основного удельного сопротивления 26

**Х**

Характеристика тормозная электровоза 50  
 — тягового режима электровоза 20, 21  
 — электровоза при регулировании скорости 22  
 Характеристики аэродинамические 173  
 — двигателей тепловые 173  
 — — электромеханические 173  
 — тяговые электровозов 24, 25, 65, 66, 599, 600  
 Хозяйство деповское 502  
 Хозяйство песочное 491  
 — смазочное 494  
 — электровозное 474  
 — электротяговое 449, 474  
 Хромов Г. А. 156

**Ц**

Цепи силовые и вспомогательные электровозов с мотор-генераторами 630

Цепи силовые электровозов  
 ВВ 12001 592  
 — — — НО 595  
 — управления 347, 356, 404  
 — — электровозов ВВ 12001 603  
 — — — с мотор-генераторами 628  
 — — — НО 595  
 Цех заготовительный 534  
 Цехи производственные и отделения электродепо 477  
 Цикличность ремонта 530

**Ч**

Чистка коллекторов 472

**Ш**

Шацилло А. А. 156  
 Шевалин Б. А. 9  
 Шишкова Т. В. 156  
 Штанга изолирующая 470  
 Шунты индуктивные 351, 352

**Щ**

Щетки вспомогательных машин 266, 267  
 — двигателя 189  
 Щеткодержатели двигателя 188  
 Щипцы 470  
 Щиты подшинниковые 178

**Э**

Экипаж электровоза 93  
 Эксплуатация электроподвижного состава 449  
 Экономия электрической энергии 472  
 Электрические железные дороги 9  
 Электрификация железнодорожного транспорта 10  
 Электровоз ВВ 63  
 — ВВ 12001 599  
 — ВВ 12005 599  
 — ВВ 12006 599  
 — ВВ 13001 621

Электровоз ВЛ 62, 68  
 — ВЛ 19  
 — ВЛ22 62, 68  
 — ВЛ22м 62, 68  
 — ВЛ23 62

— Н8 63  
 — НО 62, 593  
 — ОР 62  
 — ПБ 62  
 — СК 62, 68  
 — СС 14100 628  
 — V-35 602

Электровозы железных дорог СССР 15, 16, 63  
 — — зарубежных стран 65

— однофазного тока промышленной частоты 541, 545

Электродвигатели вентиляторов 253

— компрессоров 251

Электродвигатели тяговые постоянного тока 171, 172, 174, 178, 180, 181

Электродепо 533

Электроподвижной состав переменного тока 541, 562, 632

— — постоянного тока 62  
 — — с коллекторными двигателями однофазного тока 603

— — с однофазно-трехфазным преобразователем 632

Электросекции постоянного тока 100

— однофазного тока промышленной частоты 560

Элементы контакторные 321

Энергоснабжение электрических железных дорог 11, 12, 13

**Я**

Якоби Б. С. 9

Якорь двигателя 186

Ящики с чугунными элементами сопротивления 341

Переплёт художника Б. В. Шварца

Технический редактор Г. П. Верина

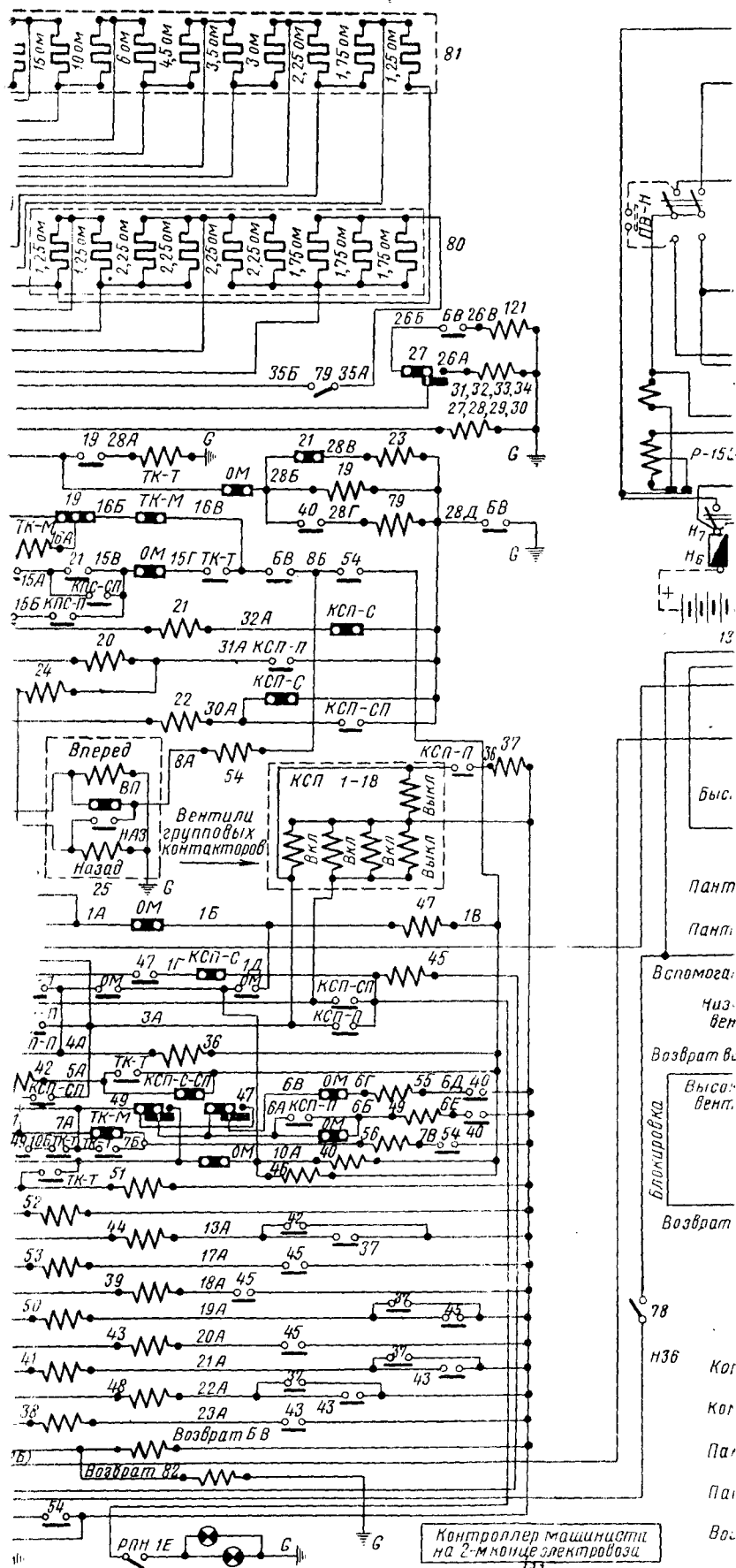
Корректор А. И. Левина

Сдано в набор 10/VIII 1955 г. Подписано к печати 22/I 1957 г.  
 Формат бумаги 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печатных листов 42,75 (5 вклеек) (условных 58,57). Бум. листов 21,37  
 Учётно-изд. листов 87,5. Тираж 10 000 Т01117. ЖДИЗ 76528. Заказ тип. 1724.  
 Цена 43 р.

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, Москва, Басманный туп., 6а

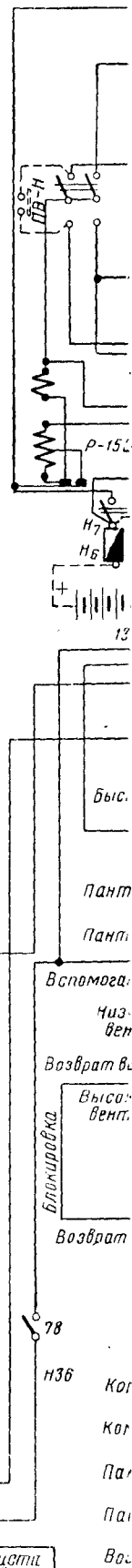
1-я типография Трансжелдориздата МПС. Москва, Б. Переяславская, 46

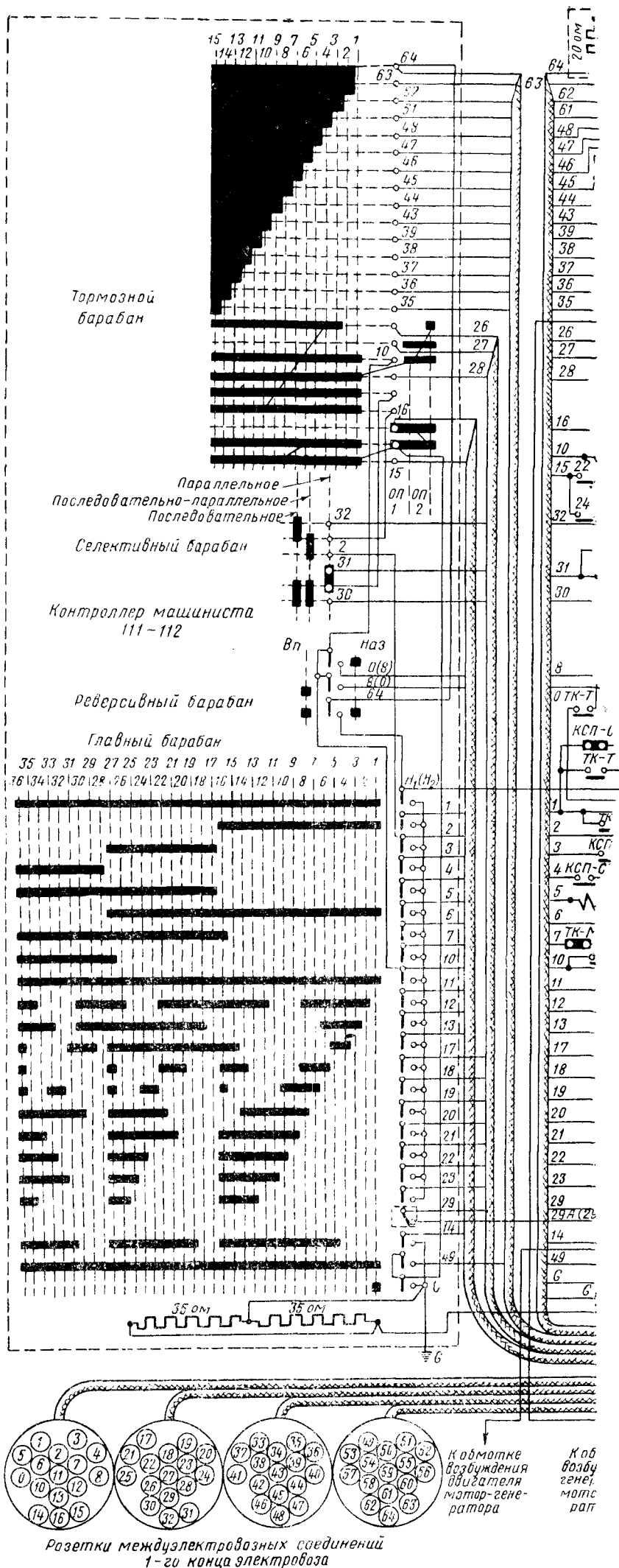


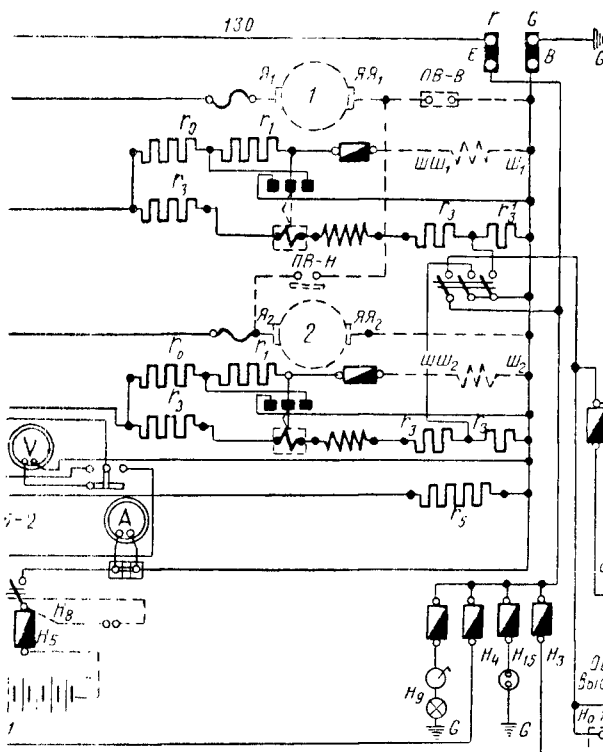


1	170	330	490	0 Н0	1	17	33	49	0 Н0
2	180	340	500	0 1Е	2	18	34	50	0 1Е
3	190	350	510	0 50М	3	19	35	51	0 50М
4	200	360	520	0 59А	4	20	36	52	0 59А
5	210	370	530	0 59В	5	21	37	53	0 59В
6	220	380	540	0 59Б	6	22	38	54	0 59Б
7	230	390	550	0 59Г	7	23	39	55	0 59Г
8	240	400	560	0 Н3	8	24	40	56	0 Н3
9	250	410	570	0 Н4	9	25	41	57	0 Н4
10	260	420	580	0 Н37	10	26	42	58	0 Н37
11	270	430	590	0 Н38	11	27	43	59	0 Н38
12	280	440	600	0 Н39	12	28	44	60	0 Н39
13	290	450	610	0 Н40	13	29	45	61	0 Н40
14	300	460	620	0 Н41	14	30	46	62	0 Н41
15	310	470	630	0 Н20	15	31	47	63	0 Н20
16	320	480	640	0 Н20	16	32	48	64	0 Н20

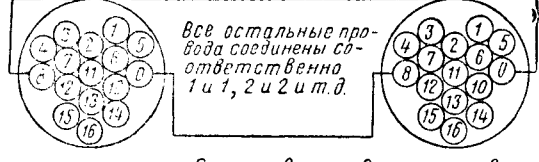
Розетки междуэлектровозных соединений  
2-го конца электроваза







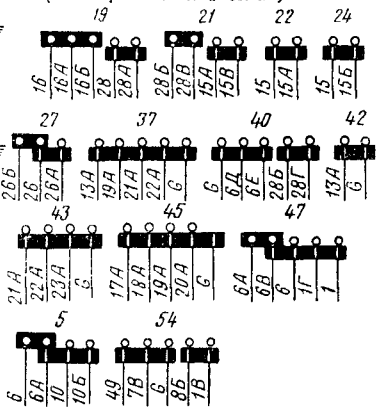
Штепсель междуэлектровозного соединения



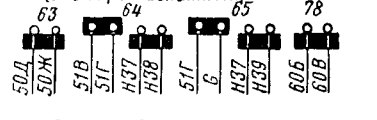
Сопротивления в цепи поля возбuditеля при торможении

Позиция	Сопротивление	Позиция	Сопротивление
1	72,585 ом	9	8,335 ом
2	52,585 ом	10	6,585 ом
3	37,585 ом	11	5,335 ом
4	27,585 ом	12	4,085 ом
5	21,585 ом	13	2,835 ом
6	17,085 ом	14	1,710 ом
7	13,585 ом	15	0,585 ом
8	10,525 ом		

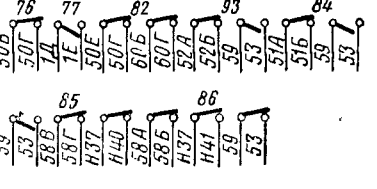
Блокировки контакторов (электромагнитических)

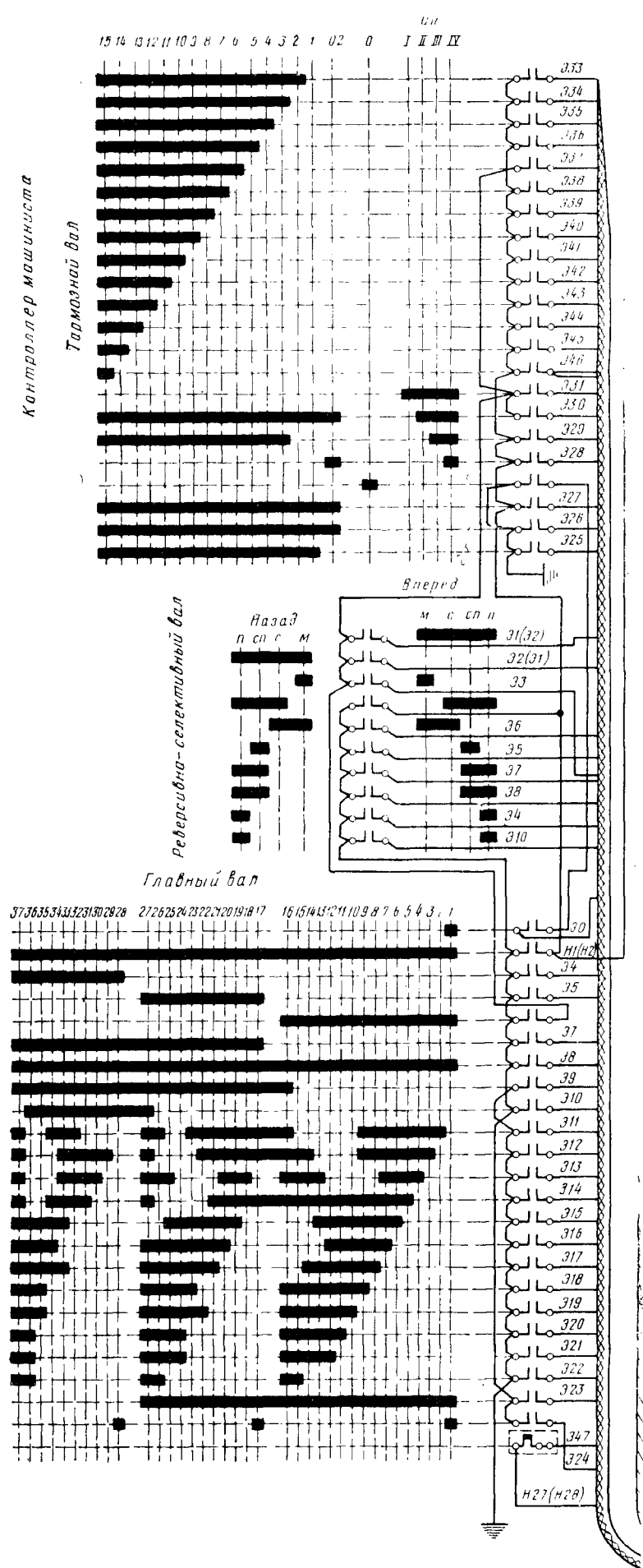


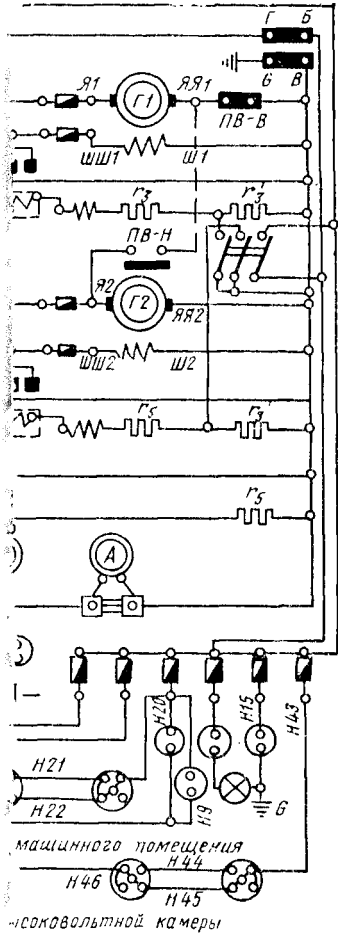
Блокировки контакторов (электромагнитных)



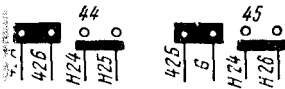
Блокировки реле



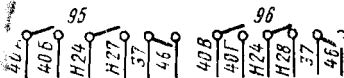




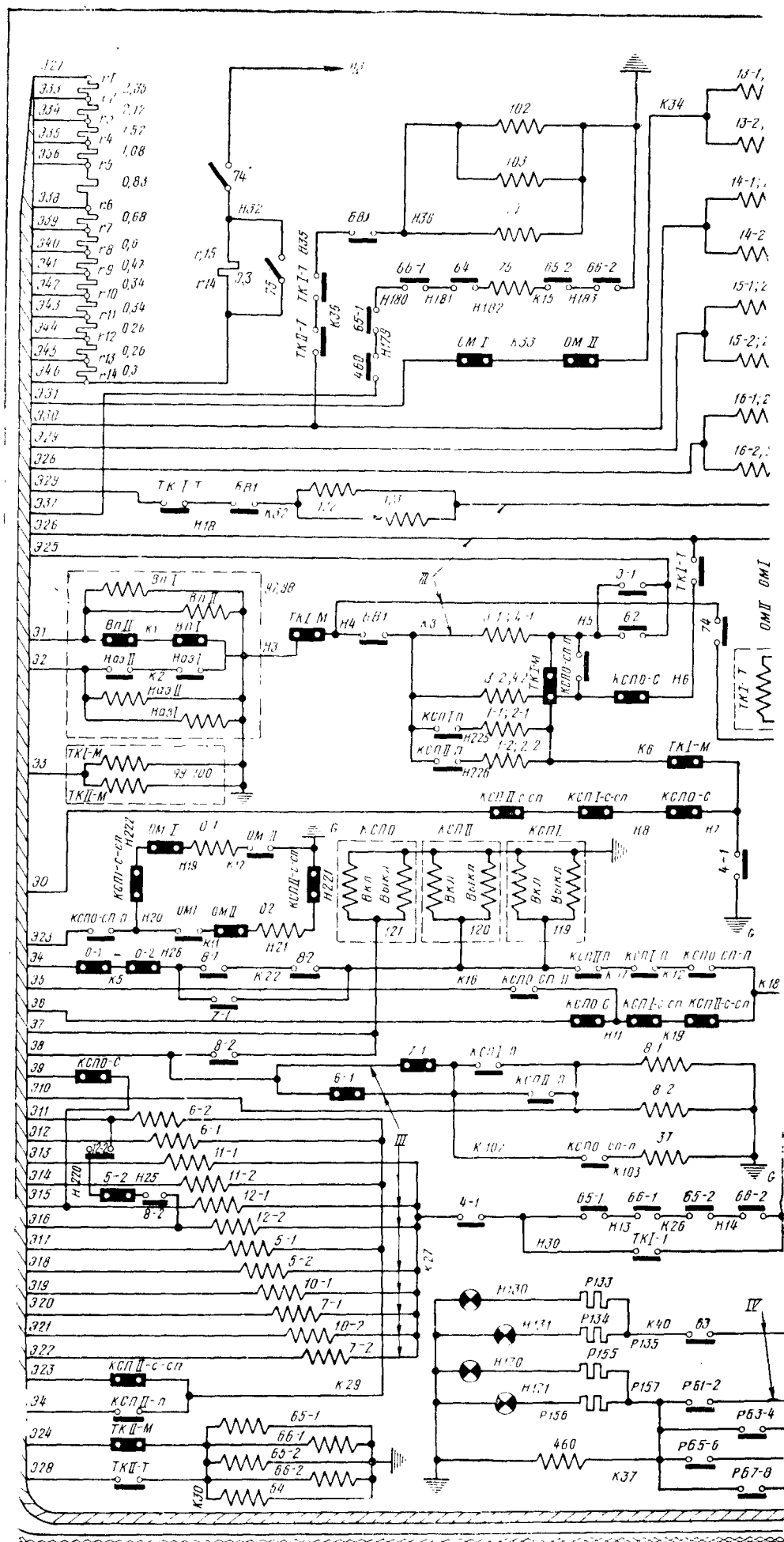
контакторов



перегрузки вспомогательных



проводов
Цель
сеть аккумулятора
энерг. управления
сеть управления
спомогательные цепи
туманка вентилятора
свечение
измерительные приборы
внешн.
измерительные приборы
внутр.



К электропневматическому  
клапану 191

Таблица предохи

Блокировки защитных реле

Аксонья 64 65 1 65 2

А) 403/467-А)

Тип аппар	Наименование
	Цель якоря генератора

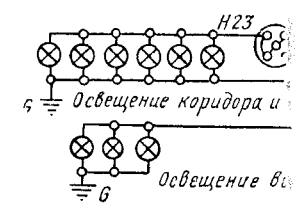
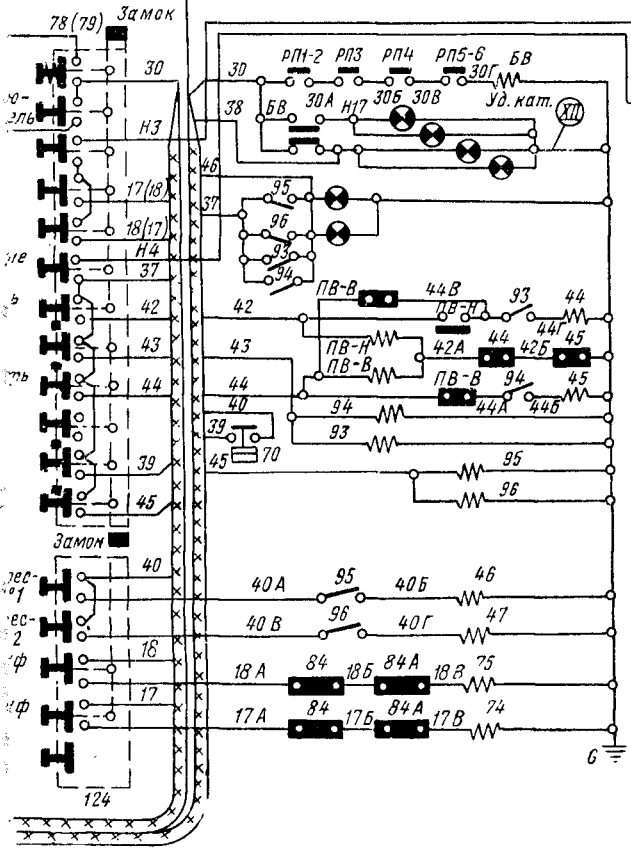
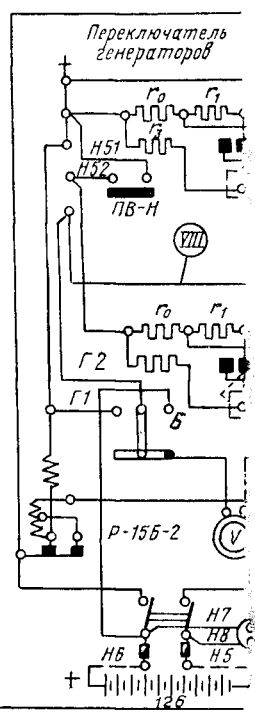
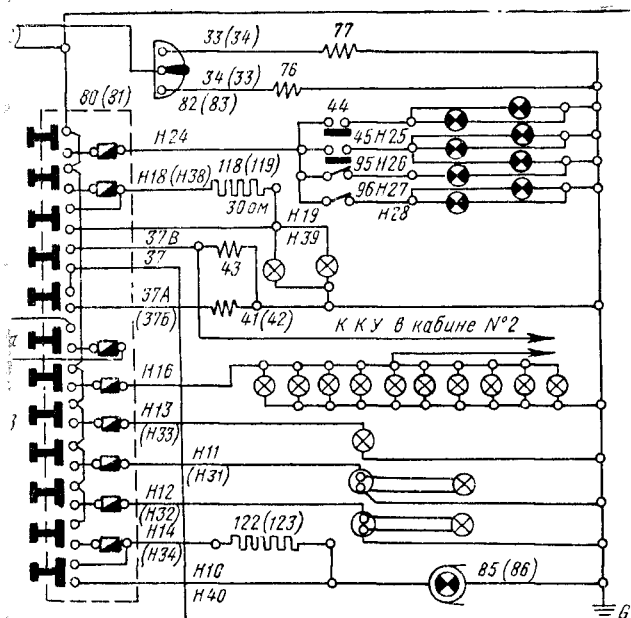
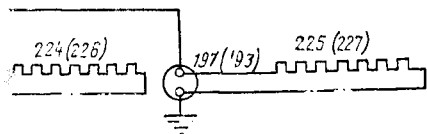
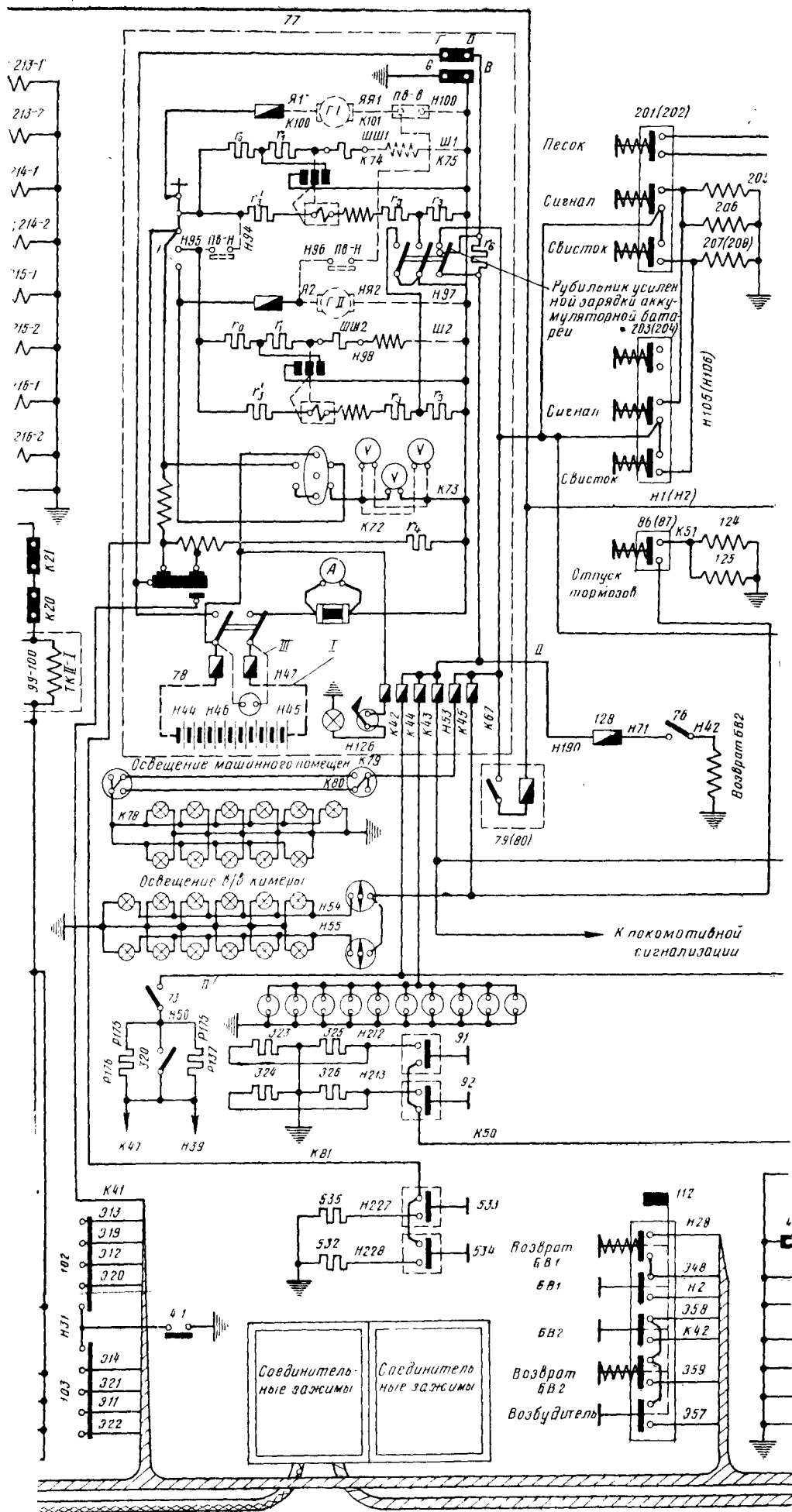


Таблица пр.

Обоз-нач.	Сеч. мм²	Марка
III	25	ПС-1000
IX	1,5	"
X	6	"
XI	2,5	"
XII	1,5	"
XIII	2,5x16	СЗШ-1000
XIV	2,5x16	"



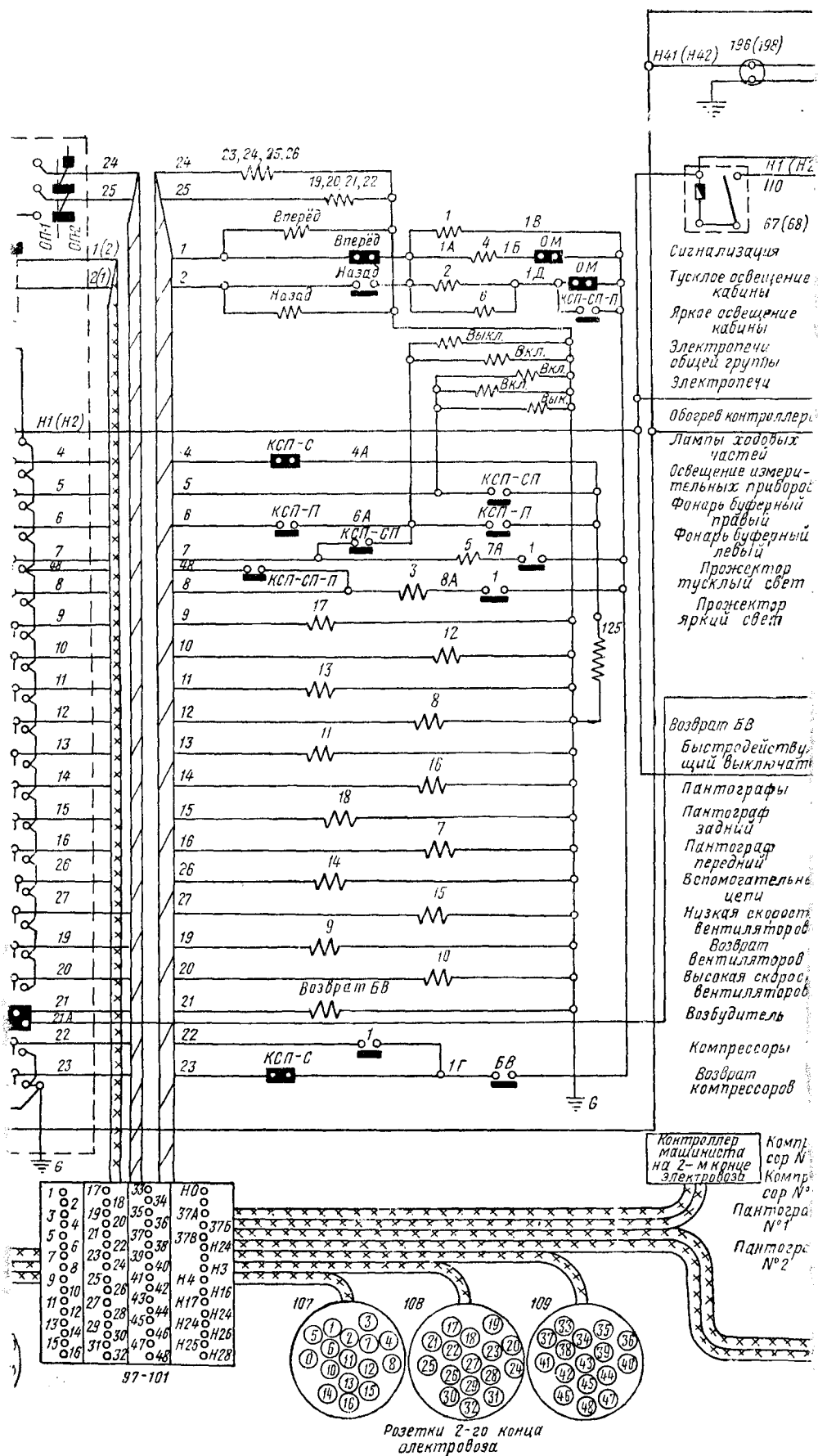
анителей

Таблица сопротивлений

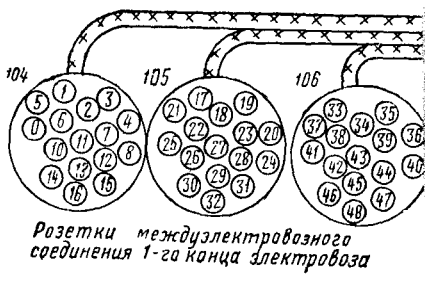
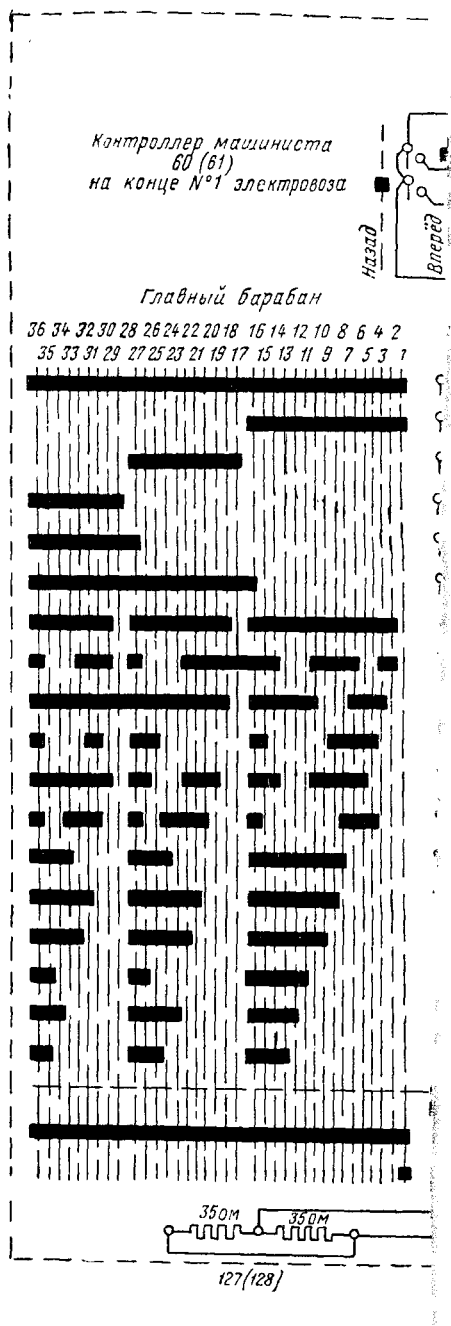
цепи	Ток в а	Напр. в в	Кол-во
управления	80	50	2

Наименование сопротивлений	Сопротивление в ом	Наименование сопротивлений	Сопротивление в ом	Наименование сопротивлений	Сопротивление в ом











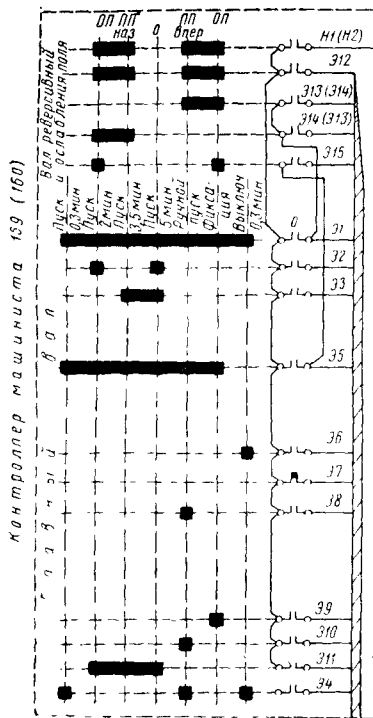
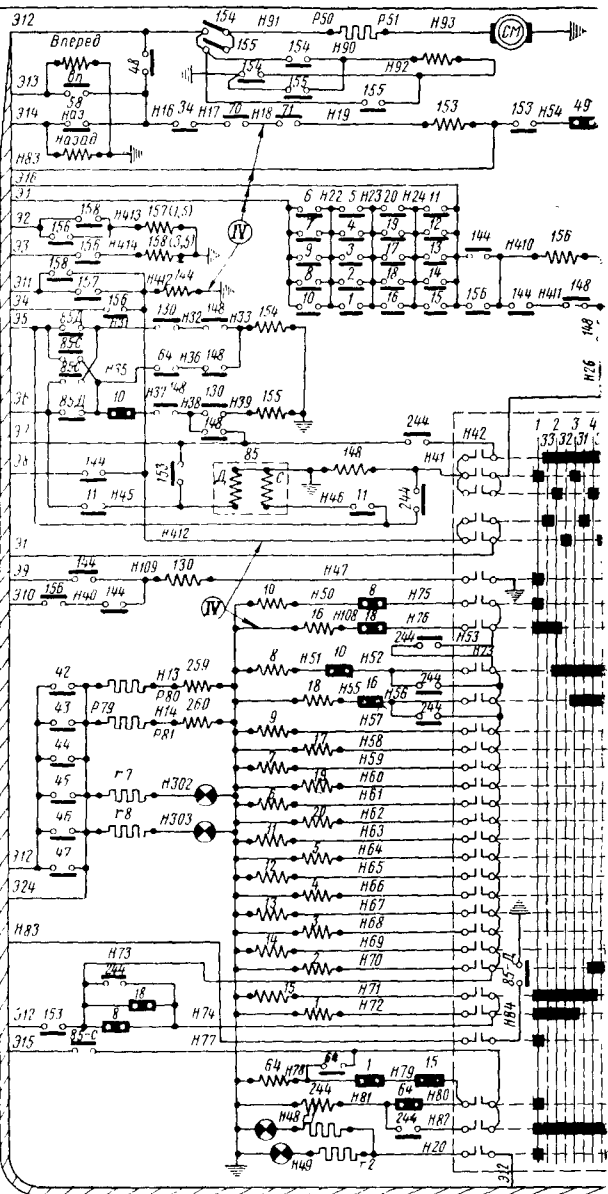
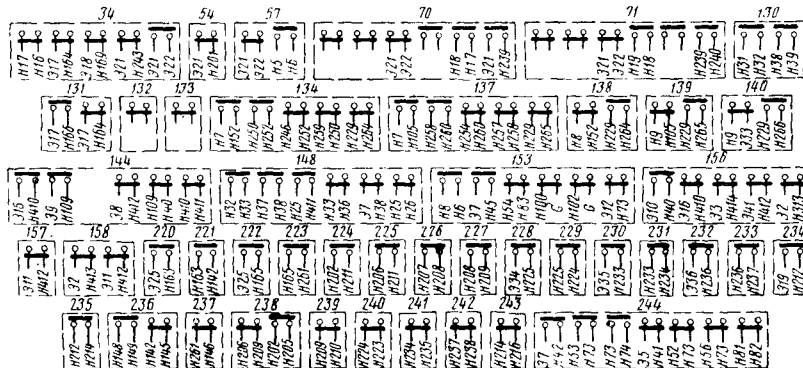


Таблица  
катушек аппаратов

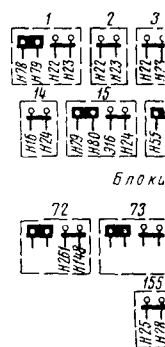
Аппарат	Тип	Наименование катушки	Срок службы в годах при 20°C
Выключатель воздушный	ВЗП-20	Включательная	
Выключатель срабатывающий	ВВБ-15	Подмагничивающая	13
Переключатель автоматический		Включательная	328
Реле обратного		Включательная	109
Реле реверса		Включательная	328
Реле реверса		Включательная	109
Контакты для пневм.	КП-1416		128
Контакты для магн.	КПМ-20180	Подъемная	105
Контакты для магн.	КПМ-22040	Подъемная	105
Контакты для магн.	КПМ-118		
Реле времени	РВ-16		
Реле времени	РВ-519		
Реле обратного	РВ-1	Щитовая	4,22
Регулятор на- пряжения	РН-79-3	Неподвижная	2,62
Реле промежу- точное	РП	Подъемная	167
Вентиль защиты	ВЗ-17-01		215/102,5
Клапан для пневм.	КП-17-01		328
Клапан для пневм.	КП-17-09		328
Реле токовое	РТ-523/100		
Реле токовое	РТ-523/50		



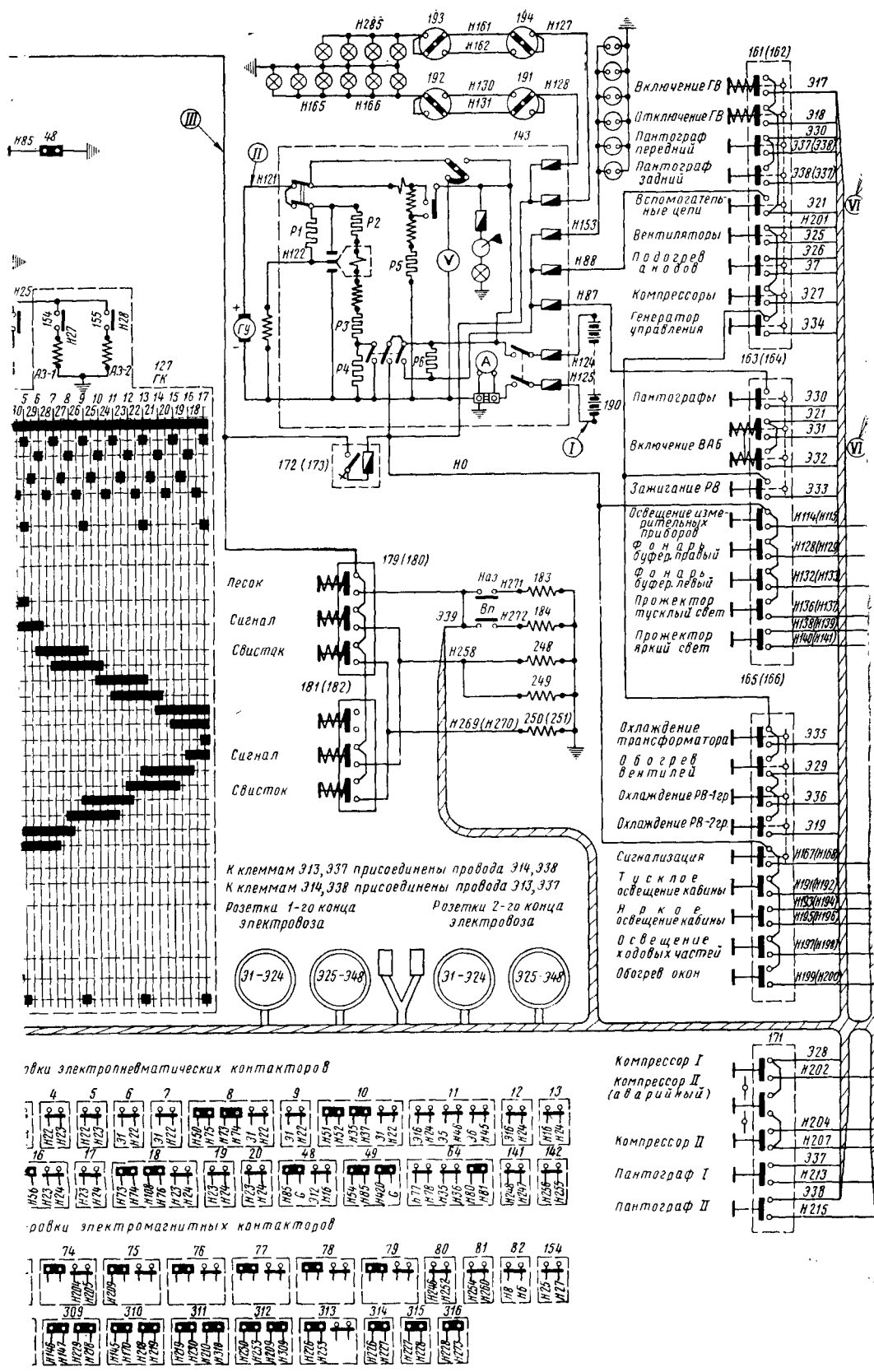
Блокировка реле



Блокир.



Блокир.



Фиг. 62. Схема цепи управления электровоза НО

