



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТО-3 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ  
АППАРАТУРЫ ЭЛЕКТРОВОЗА

(32 страницы, 4 рисунка, список литературы)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Цель и задачи работы.....	
1 Краткая характеристика электрических аппаратов.....	
2 Техническое обслуживание ТО-3 электрических аппаратов .....	
2.1 Общие сведения.....	
2.2 Проверка сопротивления изоляции.....	
2.3 Осмотр и ремонт высоковольтной аппаратуры.....	
2.4 Техническое обслуживание низковольтной аппаратуры .....	
2.5 Техническое обслуживание аккумуляторных батарей .....	
3 Меры безопасности при техническом обслуживании электровозов .....	
Заключение.....	
Литература.....	

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>				<i>Техническое обслуживание ТО-3 электрической аппаратуры электровоза</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Иванов</i>						2	
<i>Реценз.</i>	<i>Иванов</i>					<i>ПУ-1 гр. №1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Иванов</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Иванов</i>							

## ВВЕДЕНИЕ. ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ

Днем рождения электрической тяги принято считать 31 мая 1879 г., когда на промышленной выставке в Берлине демонстрировалась первая электрическая железная дорога длиной 300 м, построенная Вернером Сименсом. Электровоз, напоминавший современный электрокар, приводился в движение электродвигателем мощностью 9,6 кВт (13 л. с.). Электрический ток напряжением 160 В передавался к двигателю по отдельному контактному рельсу, обратным проводом служили рельсы, по которым двигался поезд - три миниатюрных вагончика со скоростью 7 км/ч, скамейки вмещали 18 пассажиров.

В том же 1879 г. была пущена внутризаводская линия электрической железной дороги протяженностью примерно 2 км на текстильной фабрике Дюшен-Фурье в г. Брейль во Франции. В 1880 г. в России Ф. А. Пироцкому удалось электрическим током привести в движение большой тяжелый вагон, вмещавший 40 пассажиров. 16 мая 1881 г. было открыто пассажирское движение на первой городской электрической железной дороге Берлин - Лихтерфельд.

Рельсы этой дороги были уложены на эстакаде. Несколько позже электрическая железная дорога Эльберфельд - Бремен соединила ряд промышленных пунктов Германии.

Первоначально электрическая тяга применялась на городских трамвайных линиях и промышленных предприятиях, особенно на рудниках и в угольных копях. Но очень скоро оказалось, что она выгодна на перевальных и тоннельных участках железных дорог, а также в пригородном движении. В 1895 г. в США были электрифицированы тоннель в Балтиморе и

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

тоннельные подходы к Нью-Йорку. Для этих линий построены электровозы мощностью 185 кВт (50 км/ч).

После первой мировой войны на путь электрификации железных дорог вступают многие страны. Электрическая тяга начинает вводиться на магистральных линиях с большой плотностью движения. В Германии электрифицируют линии Гамбург - Альтон, Лейпциг - Галле - Магдебург, горную дорогу в Силезии, альпийские дороги в Австрии.

Электрифицирует северные дороги Италия. Приступают к электрификации Франция, Швейцария. В Африке появляется электрифицированная железная дорога в Конго.

В России проекты электрификации железных дорог имелись еще до первой мировой войны. Уже начали электрификацию линии С.-Петербург - Ораниенбаум, но война помешала ее завершить. И только в 1926 г. было открыто движение электропоездов между Баку и нефтепромыслом Сабунчи.

16 августа 1932 г. вступил в строй первый магистральный электрифицированный участок Хашури - Зестафони, проходящий через Сурамский перевал на Кавказе. В этом же году в СССР был построен первый отечественный электровоз серии Сс. Уже к 1935 г. в СССР было электрифицировано 1907 км путей и находилось в эксплуатации 84 электровоза.

В настоящее время общая протяженность электрических железных дорог во всем мире достигла 200 тыс. км, что составляет примерно 20% общей их длины. Это, как правило, наиболее грузонапряженные линии, горные участки с крутыми подъемами и многочисленными кривыми участками пути, пригородные узлы больших городов с интенсивным движением электропоездов.

Техника электрических железных дорог за время их существования изменилась коренным образом, сохранился только принцип действия. Применяется привод осей локомотива от электрических тяговых двигателей, которые используют энергию электростанций. Эта энергия подводится от

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

электростанций к железной дороге по высоковольтным линиям электропередачи, а к электроподвижному составу - по контактной сети. Обратной цепью служат рельсы и земля.

Применяются три различные системы электрической тяги - постоянного тока, переменного тока пониженной частоты и переменного тока стандартной промышленной частоты 50 Гц. В первой половине текущего столетия до второй мировой войны применялись две первые системы, третья получила признание в 50-60-х годах, когда началось интенсивное развитие преобразовательной техники и систем управления приводами. В системе постоянного тока к токоприемникам электроподвижного состава подводится ток напряжением 3000 В (в некоторых странах 1500 В и ниже). Такой ток обеспечивают тяговые подстанции, на которых переменный ток высокого напряжения общепромышленных энергосистем понижается до нужного значения и выпрямляется мощными полупроводниковыми выпрямителями.

Достоинством системы постоянного тока в то время была возможность применения коллекторных двигателей постоянного тока, обладающих превосходными тяговыми и эксплуатационными свойствами. А к числу ее недостатков относится сравнительно низкое значение напряжения в контактной сети, ограниченное допустимым значением напряжения двигателей. По этой причине по контактным проводам передаются значительные токи, вызывая потери энергии и затрудняя процесс токосъема в контакте между проводом и токоприемником.

Интенсификация железнодорожных перевозок, увеличение массы поездов привели на некоторых участках постоянного тока к трудностям питания электровозов из-за необходимости увеличения площади поперечного сечения проводов контактной сети (подвешивание второго усиливающего контактного провода) и обеспечения эффективности токосъема.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

Все же система постоянного тока получила широкое распространение во многих странах, более половины всех электрических линий работают по такой системе.

Задача системы тягового электроснабжения - обеспечить эффективную работу электроподвижного состава с минимальными потерями энергии и при возможно меньших затратах на сооружение и обслуживание тяговых подстанций, контактной сети, линий электропередачи и т. д. Стремлением поднять напряжение в контактной сети и исключить из системы электрического питания процесс выпрямления тока объясняется применение и развитие в ряде стран Европы (ФРГ, Швейцария, Норвегия, Швеция, Австрия) системы переменного тока напряжением 15000 В, имеющую пониженную частоту 16,6 Гц. В этой системе на электровозах используют однофазные коллекторные двигатели, имеющие худшие показатели, чем двигатели постоянного тока. Эти двигатели не могут работать на общепромышленной частоте 50 Гц, поэтому приходится применять пониженную частоту. Для выработки электрического тока такой частоты потребовалось построить специальные "железнодорожные" электростанции, не связанные с общепромышленными энергосистемами. Линии электропередачи в этой системе однофазные, на подстанциях осуществляется только понижение напряжения трансформаторами. В отличие от подстанций постоянного тока в этом случае не нужны преобразователи переменного тока в постоянный, в качестве которых применялись ненадежные в эксплуатации, громоздкие и неэкономичные ртутные выпрямители. Но простота конструкции электровозов постоянного тока имела решающее значение, что определило ее более широкое использование. Это и обусловило распространение системы постоянного тока на железных дорогах СССР в первые годы электрификации. Для работы на таких линиях промышленностью поставлялись шестиосные электровозы серии Сс (для железных дорог с горным профилем) и ВЛ19 (для равнинных дорог). В

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

пригородном движении использовались моторвагонные поезда серии Сэ, состоявшие из одного моторного и двух прицепных вагонов.

В первые послевоенные годы во многих странах была возобновлена интенсивная электрификация железных дорог. В СССР возобновилось производство электровозов постоянного тока серии ВЛ22. Для пригородного движения были разработаны новые моторвагонные поезда Ср, способные работать при напряжении 1500 и 3000 В.

В 50-е годы был создан более мощный восьмиосный электровоз постоянного тока ВЛ8, а затем - ВЛ10 и ВЛ11. В это же время в СССР и Франции были начаты работы по созданию новой более экономичной системы электрической тяги переменного тока промышленной частоты 50 Гц с напряжением в тяговой сети 25 000 В. В этой системе тяговые подстанции, как и в системе постоянного тока, питаются от общепромышленных высоковольтных трехфазных сетей. Но на них нет выпрямителей.

Трехфазное напряжение переменного тока линий электропередачи преобразуется трансформаторами в однофазное напряжение контактной сети 25 000 В, а ток выпрямляется непосредственно на электроподвижном составе. Легкие, компактные и безопасные для персонала полупроводниковые выпрямители, которые пришли на смену ртутным, обеспечили приоритет этой системы. Во всем мире электрификация железных дорог развивается по системе переменного тока промышленной частоты.

Для новых линий, электрифицированных на переменном токе частотой 50 Гц, напряжением 25 кВ, были созданы шестиосные электровозы ВЛ60 с ртутными выпрямителями и коллекторными двигателями, а затем восьмиосные с полупроводниковыми выпрямителями ВЛ80 и ВЛ80с. Электровозы ВЛ60 также были переоборудованы на полупроводниковые преобразователи и получили обозначение серии ВЛ60к .

В настоящее время основными сериями грузовых электровозов постоянного тока являются ВЛ11, ВЛ10, ВЛ10у и переменного тока ВЛ80к,

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВЛ80р, ВЛ80т, ВЛ-80с, ВЛ85. Электровоз ВЛ82М является локомотивом двойного питания. В пассажирском движении эксплуатируются электровозы постоянного тока серий ЧС2, ЧС2Т, ЧС6, ЧС7, ЧС200 и переменного тока ЧС4, ЧС4Т, ЧС8.

На Коломенском и Новочеркасском заводах изготовлен восьмиосный пассажирский электровоз переменного тока ЭП200, рассчитанный на скорость движения 200 км/ч.

## 1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Электрические аппараты и приборы предназначены для замыкания и размыкания электрических цепей электровозов, для управления работой тяговых двигателей, вспомогательных машин и другого оборудования, для контроля за работой машин и аппаратов и защиты оборудования при возникновении ненормальных режимов, а также для освещения электровозов. Электрические цепи электровоза принято разделять на три группы: силовые цепи тяговых двигателей, силовые цепи вспомогательных машин (вспомогательные цепи) и цепи управления, освещения и сигнализации.

В соответствии с разделением цепей электрические аппараты также разделяют на аппараты силовых цепей тяговых двигателей, вспомогательных цепей и цепей управления.

Аппараты могут иметь непосредственное управление или косвенное (дистанционное). При непосредственной системе управления машинист приводит в действие аппарат поворотом рукоятки (разъединители, рубильники, отключатели тяговых двигателей). При дистанционном управлении аппараты включают на расстоянии, используя аппаратуру цепей управления. В этом случае машинист рукояткой или кнопкой включает и выключает ток цепи управления данного аппарата и с помощью этого тока воздействует на включение или выключение самого аппарата. При системе

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8



дистанционного управления применяют электромагнитные, электропневматические и электродвигательные приводы. Электромагнитный привод основан на использовании электромагнитной силы, т. е. силы, создаваемой магнитным полем, которое возникает в сердечнике при прохождении тока цепи управления по насаженной на этот сердечник катушке. Под действием создаваемого магнитного потока к сердечнику притягивается якорь, с которым соединен подвижной контакт аппарата. При небольших размерах самих аппаратов и их катушек можно получить сравнительно небольшие силы нажатия контактов. Поэтому электромагнитный привод применяют обычно в аппаратах вспомогательных цепей и цепей управления, рассчитанных на небольшие токи.

Значительно большие силы можно получить при электропневматическом приводе. Под действием тока цепи управления в аппарате создается магнитный поток, который воздействует на открывание или закрывание клапана пневматической системы. Сжатый воздух поступает в цилиндр аппарата и воздействует на поршень, соединенный с подвижным контактом. За счет давления сжатого воздуха в пневматической системе управления силы нажатия контактов получают большими, и такие аппараты используют для включения и отключения силовых цепей тяговых двигателей, а иногда и вспомогательных цепей.

При электродвигательном приводе аппарат работает от электрического двигателя, включаемого под напряжение цепи управления электровозом.

Приводы подразделяют также на индивидуальные и групповые. При индивидуальном приводе каждый аппарат срабатывает от своего электромагнитного или электропневматического привода. Если необходимо получить строгую последовательность работы нескольких аппаратов, их цепи управления связывают блокировками. При этом электрическая схема получается сложной. Для ее упрощения применяют групповой привод, обычно электропневматического или электродвигательного типа, от которого

работают несколько механизмов или контактов аппарата, обычно через кулачковые валы и механические передачи.

В этом случае последовательность срабатывания отдельных контактов или других электрических звеньев цепи осуществляется их взаимной механической связью.

В отличие от электрических аппаратов, находящихся в стационарных условиях (в неподвижном шкафу или на стене здания), аппараты электровозов работают в более тяжелых условиях. Их детали и элементы испытывают тряску, вибрации и удары, аппараты работают в запыленной атмосфере, а в ненастную погоду при высокой влажности. Зимой на аппараты возможно попадание снега, который при нагревании может увлажнить части аппарата и прежде всего изоляцию. Температура, при которой работают аппараты, колеблется в широких пределах от  $+40^{\circ}\text{C}$  летом и до  $-50^{\circ}\text{C}$  зимой. Напряжение в контактной сети и в цепях управления не остаются неизменными. Номинальное напряжение в контактной сети установлено 3000 В, но в действительности оно изменяется до 3800 В, а кратковременно даже до 4000 В. Напряжение в цепях управления, освещения и сигнализации может снижаться от номинального 50 до 35 В при питании от генератора управления, а если катушки аппарата получают питание от аккумуляторной батареи — до 30 В,

В зависимости от нагрузок тяговых двигателей, изменяющихся в широких пределах, значительно изменяются и токи, проходящие через элементы аппаратов силовых цепей. В эксплуатации электровоза номинальное давление сжатого воздуха в пневматической системе управления 5 кгс/см<sup>2</sup> может изменяться от 3,5 до 6,75 кгс/см<sup>2</sup>. Приводы электропневматических аппаратов при таких изменениях давления испытывают разные усилия.

Все эти специфические условия работы электрических аппаратов электровозов учитывают при разработке и изготовлении аппаратов.

Детали аппаратов должны иметь достаточную механическую прочность, а крепление их не должно ослабляться при работе в условиях тряски, вибрации

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

и ударов, высоких и низких температур и т. д. Изоляция при увлажненном состоянии и в пыльной атмосфере должна быть достаточной и не допускать пробоя при нормальных напряжениях и при возникновении перенапряжений. Таким образом, каждый аппарат электровоза должен обеспечить четкую и надежную работу при всех изменениях условий эксплуатации.

## 2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТО-3 ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

### 2.1 Общие сведения.

Перед постановкой электровоза на канаву для выполнения ТО-3 ходовые части очищают, а тяговые двигатели продувают сжатым воздухом. В зимнее время очищают снегозащитные фильтры. Перед началом технического обслуживания проверяют работу вспомогательных машин, регулятора напряжения, реле обратного тока, действие тормозов и песочницы. Мегаомметром измеряют сопротивление изоляции обмоток тяговых двигателей, изоляторов крышевого оборудования и электрической аппаратуры.

При ТО-3 осматривают основные узлы ходовых частей, рессорного и люлечного подвешивания, тормозной рычажной передачи, ударно-сцепных устройств, оборудование песочниц, тяговые двигатели, вспомогательные машины, низковольтную и высоковольтную аппаратуру, пусковые резисторы, крышевое оборудование, аккумуляторную батарею, пневматическое оборудование, устройства автоматической локомотивной сигнализации и радиосвязи. Выявленные при этом неисправности, а также дефекты, записанные в журнале технического состояния электровоза, устраняют.

По окончании работ по ТО-3 проверяют электровоз под рабочим напряжением контактной сети. При этом убеждаются в правильности включения аппаратов, работы вспомогательных машин, трогания с места при

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

управлении из обеих кабин, проверяют работу тормозов. ТО-3 выполняют рабочие комплексных и специализированных бригад на ремонтных стойлах основного локомотивного депо.

## 2.2 Проверка сопротивления изоляции

При ТО-3 проверку электрооборудования начинают с измерения сопротивления изоляции всех силовых аппаратов, обмоток тяговых двигателей и вспомогательных машин. Для измерений используют мегаомметр напряжением 2500 В. Благодаря малой мощности этого прибора прикосновение к токоведущим частям электровоза во время проверки не представляет непосредственной опасности. Однако электрический ток может вызвать произвольные движения и быть причиной ушибов или падения. Поэтому сопротивление изоляции целесообразно измерять до начала всех работ, предварительно убедившись в отсутствии людей на крыше электровоза.

Для измерения силовую цепь обычно разбивают на несколько участков.

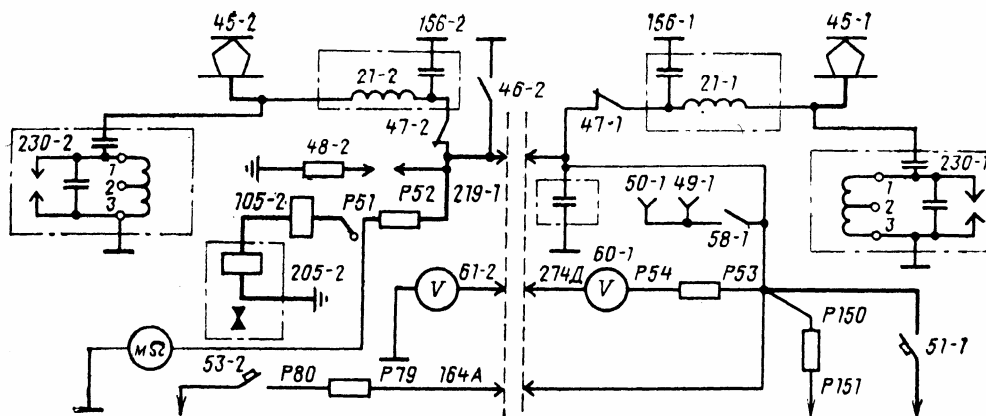


Рис. 1. Схема измерения сопротивления изоляции крышевого оборудования электровоза ВЛ10

Одним из участков является все крышевое оборудование. При измерении сопротивления изоляции этого участка на электровозе ВЛ10