

20 коп.

666/003/96
2/82
МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
Главное управление метрополитенов

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЗАЩИТЕ СООРУЖЕНИЙ,
КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВ
МЕТРОПОЛИТЕНОВ
ОТ КОРРОЗИИ
БЛУЖДАЮЩИМИ
ТОКАМИ



МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР

Главное управление метрополитенов

ЦМетро

3986

Согласовано:

Отдел охраны труда ЦК
профсоюза рабочих
железнодорожного транспорта

23.02.81. Д.Н.Смирнов

Техническое управление
Министерства транспортного
строительства СССР

23.06.81 В.Н.Сафонов

Главное управление по
строительству тоннелей и
метрополитенов Министерства
транспортного строительства
СССР

19.06.81 С.Н.Власов

Государственный проектно-
изыскательский институт
"Метрогипротранс" Министерства
транспортного строительства СССР

10.02.81 В.А.Алихашкин

Утверждаю:

Зам.министра путей
сообщения

27.07.81 Б.А.Шелков

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЗАЩИТЕ СООРУЖЕНИЙ,
КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВ
МЕТРОПОЛИТЕНОВ
ОТ КОРРОЗИИ
БЛУЖДАЮЩИМИ
ТОКАМИ**



МОСКВА "ТРАНСПОРТ" 1982

Инструкцию разработали сотрудники ВНИИЖТа кандидаты техн. наук: А. В. Котельников, А. В. Наумов, А. В. Кузнецов, А. Н. Глонти; инженеры В. И. Иванова, В. А. Бондаренко, В. Н. Терентьев с участием инженеров С. И. Жукова, Б. В. Панина, В. М. Гофмана (Государственный проектно-исследовательский институт "Метрогипротранс"), Ю. И. Грачева (Главное управление метрополитенов МПС), А. М. Колузаева, М. А. Вартамяна, Л. Б. Кротова, А. В. Малинина (Московский метрополитен), а также инженеров М. Н. Макушева (Киевский метрополитен), Е. А. Власова (Харьковский метрополитен), Н. К. Азизова, В. П. Денисенко, И. Б. Рафаилова (Бакинский метрополитен), В. А. Михайлова (Ленинградский метрополитен).

В основу Инструкции положены ГОСТ 9.015-74 "Единая система защиты от коррозии и старения. Подземные сооружения. Общие технические требования" (с учетом изменений и дополнений); СНиП II-40-80 "Метрополитены. Нормы проектирования"; "Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами" (СН-65-76).

Инструкция предназначена для работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией устройств тоннельных сооружений, пути, электроснабжения, связи, автоматики и телемеханики (АТДП), саптехники и искусственных сооружений метрополитенов.

Выпущено по заказу Министерства путей сообщения СССР

И 3602030000-724

049(01)-82

без объявл.

© Главное управление метрополитенов, 1982

1.1. Требования настоящей Инструкции распространяются на следующие сооружения, конструкции и устройства метрополитенов:

конструкции подземных сооружений — чугунные, железобетонные тоннельные обделки и внутренние стальные оболочки;
стальную арматуру железобетонных конструкций мостов и эстакад;
рельсы и рельсовые скрепления;
кабели: силовые, связи, контрольные и сигнально-блокировочные;
стальные и чугунные трубопроводы;
устройства тягового электроснабжения в части требований по ограничению утечки тяговых токов;

устройства рельсовых цепей автоблокировки в части требований канализации тяговых токов, подключения отсасывающих (отрицательных питающих) линий и междупутных рельсовых перемычек (соединителей) тяговой сети, защитных устройств от электрокоррозии;

устройства слива, налива и хранения легковоспламеняющихся материалов в части требований по устранению искробразования, вызываемого блуждающими токами

1.2. Инструкция устанавливает порядок проектирования, осуществления и эксплуатации защиты сооружений конструкций и устройств, упомянутых в п.1.1, от коррозии блуждающими токами¹ (электрокоррозии), вызываемой метрополитенами и другими источниками (трамвай, электрифицированные железные дороги постоянного тока), а также требования к устройствам электроснабжения метрополитенов как к источнику блуждающих токов в части ограничения утечки тягового тока.

1.3. Инструкция распространяется на защиту сооружений, конструкций и устройств метрополитенов от почвенной коррозии в тех случаях, когда при осуществлении защиты от электрокоррозии представляется возможным одними и теми же средствами обеспечить защиту от почвенной коррозии.

1.4. Прокладка и защита кабелей и трубопроводов, не принадлежащих метрополитену, должна осуществляться в тоннелях, на мостах и эстакадах или в пределах ограждения открытых участков метрополитена с соблюдением всех требований настоящей Инструкции.

1.5. Защита от электрокоррозии проектируемых, строящихся, действующих и реконструируемых сооружений, конструкций и устройств метрополитенов должна осуществляться по проектам защиты, разработанным в соответствии с гл.2 настоящей Инструкции.

1.6. Электрокоррозионная опасность для сооружений, конструкций и устройств метрополитенов определяется по показателям, приведенным в гл.3 настоящей Инструкции

1.7. Не допускается принимать в эксплуатацию участки метрополитенов до выполнения всех предусмотренных проектом мер по ограничению утечки

¹ Блуждающий ток — часть тягового тока, потребляемого подвижным составом, ответвляющаяся с ходовой рельсовой сети в обделку, трубы, кабели, землю и т. п.

ПРОТОКОЛ
автоматической регистрации блуждающих токов

Лента № _____

Станция (объект) _____

Обследуемое сооружение _____

Точка № _____

Дата измерения _____ 19__ г.

Время измерения: начало _____ ч _____ мин

конец _____ ч _____ мин

Режим измерения _____

Вид измерения _____

Тип и № прибора _____

Единица измерения _____

Знак	Площадь регистра- граммы, см ²	Длина обработанного участка ленты, см	Среднее значение регистрируемой величины, см	Цена 1 см в вольтах или амперах
+				
—				
+	макс + среднее	+ мин.	— макс. — среднее	— мин

Обработку произвел _____

Проверил _____

тяговых токов и защиты сооружений, конструкций и устройств от электрокоррозии. Если эти меры можно определить только после ввода метрополитена в эксплуатацию и измерения блуждающих токов, то они должны быть осуществлены в течение первых двух лет эксплуатации метрополитена по отдельному проекту, разрабатываемому в соответствии с пп. 2.1, 2.6 настоящей Инструкции. Мероприятия, не требующие разработки проекта, должны быть осуществлены в первый год эксплуатации метрополитена.

1.8. Эксплуатационный контроль за выполнением требований настоящей Инструкции осуществляется в соответствии с гл.9.

1.9. Требования настоящей Инструкции относятся к сооружениям, конструкциям и устройствам метрополитенов, находящимся в постоянной эксплуатации, и не распространяются на технические мероприятия и конструктивные решения, временно осуществляемые на период строительства метрополитена.

2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТЫ СООРУЖЕНИЙ, КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВ МЕТРОПОЛИТЕНОВ ОТ КОРРОЗИИ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ

2.1. Проект защиты сооружений, конструкций и устройств от коррозии блуждающими токами для строящихся или реконструируемых линий (участков) метрополитена разрабатывается, как правило, в составе комплексного проекта строительства или реконструкции линии (участка), для действующих метрополитенов в случае необходимости — отдельным проектом по договору, заключаемому между метрополитеном и проектной организацией.

2.2. Защита от электрокоррозии вновь прокладываемых кабелей и трубопроводов на действующих участках метрополитена должна быть предусмотрена проектом прокладки этих коммуникаций; проектируемая защита увязывается с защитой от блуждающих токов действующих сооружений, конструкций и устройств и должна исключать вредное электрокоррозионное влияние на них.

2.3. Защита от электрокоррозии кабелей и трубопроводов других ведомств, прокладываемых в тоннелях и на открытых участках строящихся и действующих линий (участков) метрополитена, должна предусматриваться проектом прокладки этих коммуникаций.

2.4. Комплексным проектом строительства линии или участка метрополитена предусматривается пассивная защита от блуждающих токов в соответствии с гл.5 настоящей Инструкции. Раздел "Защита от коррозии" комплексного проекта должен содержать общую характеристику принятых проектом мер по ограничению утечки тяговых токов, по пассивной защите чугунных и арматуры железобетонных тоннелей обделки, по способам прокладки кабелей и трубопроводов в тоннелях и на наземных участках, исключая их электрокоррозию, по размещению контрольно-измерительных пунктов; в этом же разделе на основе анализа взаимного расположения трасс метрополитена, трамвая и железной дороги указывают районы возможного влияния на сооружения и конструкции метрополитенов внешних источников блуждающих токов.

Мероприятия по ограничению утечки тяговых токов и защиты от электрокоррозии, включая спецификации оборудования, материалов и сметы, предусматривают в соответствующих разделах проекта линии или участка метрополитена.

2.5. Основанием для разработки отдельного проекта защиты от электрокоррозии сооружений и конструкций на действующих линиях метрополитенов должны являться результаты электрокоррозионных обследований, электрометрических исследований блуждающих токов, факты появления электрокоррозионных повреждений.

тяговых ток
коррозии. Ес
тена в экспе
осуществлен
отдельному
тоящей Ин
должны бы
1.8. Эю
щей Инстру
1.9. Тр
конструкци
эксплуатац
структивны
метрополит

**2. ОБЩИЕ
КОНСТ**

2.1. П)
блуждающ
етков) ме
го проект
ющих мет
договору,
2.2. Э
бпровод
мотрена г
увязывает
конструк
влияние в
2.3. Э
домств, г
действию
проектом
2.4. Э
литена п
ветствии
плексот
том мер
ных и а
ки кабел
щих их
тов; в э
рополит
влияние
блужда
Мер
рокорр
дусмат
политег
2.5
корроз
нов де
электр
электр

ПРОТОКОЛ
измерения блуждающих токов интегратором
потенциалов

ПРИЛОЖЕНИЕ

О Г Л А В Л Е Н И Е

Объект измерения _____

Обследуемое сооружение _____

Пункт измерения _____
(пикет, км, № КИПа и т. д.)

Время измерения: начало _____ ч _____ мин

конец _____ ч _____ мин

Прибор № _____

Показания приборов:

до начала измерений "+" _____, "-" _____

после окончания измерений "+" _____, "-" _____

Отсчитанные вольт-часы (разница показаний после и до измерений) "+" _____, "-" _____

Средние значения потенциалов "+" _____, "-" _____

Измерения провел _____

	Стр.
Общие положения	3
Общие указания по проектированию защиты сооружений, конструкций и устройств метрополитенов от коррозии блуждающими токами	4
Показатели электрокоррозионной опасности для сооружений, конструкций и устройств метрополитенов в условиях эксплуатации	5
Требования к сооружениям, конструкциям и устройствам метрополитенов по ограничению утечки тяговых токов	7
Защита сооружений, конструкций и устройств метрополитенов от коррозии блуждающими токами	11
Требования по обеспечению нормального функционирования рельсовых цепей автоблокировки при ограничении утечки тяговых токов и защите от электрокоррозии	14
Контрольно-измерительные пункты	16
Электрические измерения. Измерительная аппаратура	18
Контроль за выполнением требований настоящей Инструкции	41
Техника безопасности при производстве электрических измерений и эксплуатации защитных устройств	44
<i>ПРИЛОЖЕНИЯ</i>	
Устройство вентильного секционирования рельсовой сети метрополитена	46
Мероприятия по устранению причин искрообразования в местах слива, налива и хранения легко воспламеняющихся и горючих жидкостей.	51
I. Требования к устройству контроля изоляции рельсов в здании электродепо	52
Акт о нарушении требований по обеспечению защиты сооружения от коррозии	53
Акт о коррозионном повреждении сооружения	54
I. Акт приемки в эксплуатацию защитного устройства	57
II. Журнал проверки схемы вентильного секционирования рельсовой сети.	58
III. Журнал проверки переходного сопротивления рельсового пути.	59
Ж. Журнал проверки изолирующих муфт, изолирующих фланцев	59
З. Журнал проверки и калибровки искровых промежутков	59
II. Протокол измерений блуждающих токов	60
III. Протокол автоматической регистрации блуждающих токов	61
III. Протокол измерения блуждающих токов интегратором потенциалов	62

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

ПРОТОКОЛ № _____ Измерительный пункт „____“, _____ 19__ г.

№ _____ Начало _____ ч _____ мин

Конец _____ ч _____ мин

Обследуемое сооружение _____

Участок _____

(+) прибора соединен с _____

(-) прибора соединен с _____

прибор типа _____ № _____

Запись показаний через _____ с

№ п/п	Сумма показаний		Средние значения измеренных величин	
	+	-	+	-
1	13	25	37	49
2	14	26	38	50
3	15	27	39	51
4	16	28	40	52
5	17	29	41	53
81	105	129	153	177
82	106	130	154	178
83	107	131	155	179
84	108	132	156	180

Измерение производил _____

Примечание _____

2.6. Отдельный проект защиты действующих линий метрополитенов разрабатывают, как правило, одностадийно — технорабочим проектом. В состав проекта должны входить:

исходные данные: совмещенные планы коммуникаций, подверженных влиянию блуждающих токов и источников блуждающих токов (рельсовая сеть метрополитена, трамвая, железной дороги); размещение тяговых подстанций метрополитена, трамвая и железной дороги; места подключения отсасывающих линий, межпутных рельсовых перемычек и установки путевых дроссель-трансформаторов; данные по коррозионным повреждениям на сооружениях, конструкциях и устройствах метрополитена (представляются заказчиком); сведения об осуществленных защитных мероприятиях на других городских коммуникациях;

материалы электрометрических изысканий: результаты синхронных измерений разностей потенциалов "сооружение (обделка, кабель, труба) — земля", "рельс — земля" и т. п.; результаты опытного опробования мероприятий по защите с целью определения их характеристик, эффективности и влияния на смежные сооружения; данные по коррозионной активности грунтов по трассе сооружений на глубине их укладки; заключение о необходимости защиты;

чертежи, спецификация оборудования и материалов; сметы на осуществление защитных мероприятий.

3. ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ, КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1. Для оценки степени опасности электрокоррозии сооружений, конструкций и устройств метрополитенов, имеющих контакт с электрической средой (грунт, водные растворы, бетон), необходимо проводить комплекс электрических измерений с последующим сравнением их результатов с приведенными в п.3.5 показателями опасности электрокоррозии.

3.2. Поверхности сооружений, конструкций и устройств, контактирующие с воздушной средой, независимо от ее влажности не подвергаются электрокоррозионному разрушению. При этом значения тока, протекающего по сооружению, конструкции или устройству, и потенциал по отношению к другим сооружениям или конструкциям не являются показателями электрокоррозионной опасности. Оценка коррозионной опасности для трубопроводов водоснабжения, проложенных внутри тоннелей метрополитена, производится по показателям коррозионной активности транспортируемой воды по отношению к внутренней поверхности трубопровода без учета электрокоррозионных показателей.

3.3. Оценка опасности почвенной коррозии для сооружений, конструкций и устройств метрополитенов производится по показателям ГОСТ 9.015-74.

3.4. Сооружения, конструкции и устройства метрополитена считаются защищенными от коррозии блуждающими токами, если их потенциалы относительно земли или токи утечки не превышают значений, приведенных в п.3.5 настоящей Инструкции для данного типа сооружений, конструкций и устройств.

При одновременном воздействии блуждающих токов и почвенной коррозии показатели защищенности выбираются как при защите от почвенной коррозии по ГОСТ 9.015-74.

3.5. Показатели электрокоррозионной опасности

3.5.1. Прямым показателем коррозионной опасности блуждающих токов для поверхностей металла, контактирующих с грунтом или грунтовыми водами, является наличие тока утечки плотностью выше, mA/dm^2 :

для чугуна (тюбинги чугунные, трубопроводы)	0,75
для стальной арматуры в бетоне (железобетонные обделки, конструкции мостов, эстакад, подрельсовых опор, шпал)	0,6
для стали (водо-, тепло-, воздухопроводы, стальная бронелента кабелей, стальные элементы тоннельной обделки)	0,15

Ж У Р Н А Л
проверки изолирующих муфт, изолирующих фланцев

Участок _____

Для сооружений, конструкций и устройств метрополитенов опасным является ток утечки, среднечасовое значение плотности которого, определенное в час пик движения поездов, превышает указанные значения.

3.5.2. Косвенным показателем коррозионной опасности воздействия блуждающих токов для сооружений, конструкций и устройств метрополитенов является наличие потенциалов (или вызванное током утечки смещение потенциалов) по отношению к измерительному электроду, контактирующему с грунтом, среднечасовые значения которых, определенные для часа пик движения поездов, превышают значения, приведенные в пп. 3.5.3-3.5.7.

3.5.3. Для внешних поверхностей тоннельных обделок электрокоррозионно опасными являются вызванные током утечки смещения потенциалов от стационарного значения, измеренные по отношению к измерительному электроду, контактирующему с грунтом, превышающие:

- для чугунных тюбингов — значения, приведенные в табл. 1;
- для стальной арматуры железобетонной обделки +0,5 В.

3.5.4. Для ходовых рельсов и деталей рельсовых скреплений электрокоррозионно опасными являются участки пути в тоннелях, на которых наряду с пониженным переходным сопротивлением "рельсы — обделка" (ниже 0,5 Ом.км) имеют место повышенные (более +10 В) среднечасовые потенциалы "рельс — обделка", определенные для часа пик движения поездов.

3.5.5. Оценка электрокоррозионной опасности для железобетонных метромостов и эстакад производится по расчетной плотности тока утечки с арматуры, определяемой по методике п.8.4.9 настоящей Инструкции.

3.5.6. Для кабелей со свинцовой оболочкой и стальной броней без наружного полимерного шлангового покрытия, проложенных непосредственно в грунте, показатели электрокоррозионной опасности приведены в табл. 2.

3.5.7. Для кабелей в алюминиевых оболочках с ленточным полимерным или битумно-дрютовым покрытием поверх стальной брони, проложенных непосредственно в грунте, опасными являются средние значения потенциалов "кабель—земля", не входящие в пределы: минус 0,85 — минус 3,00 В (к медносульфатному электроду) и минус 0,3 — минус 2,45 В (к стальному электроду).

3.5.8. Показателем опасности коррозии, вызываемой блуждающими токами, для стальных трубопроводов и стальных резервуаров, находящихся

Ж У Р Н А Л
проверки и калибровки искровых промежутков

№ п/п	№ искрового промежутка	Тип	Место установки	Пробивное напряжение (первичная калибровка)	Дата проверки	Результат проверки
1	2	3	4	5	6	7

П р и м е ч а н и е. В графу 7 необходимо вносить причины выхода из строя вкладыша, замены изолирующего материала и значение пробивного напряжения после замены.

Таблица 1

Удельное сопротивление грунта вблизи обделки тоннеля, Ом·м	Опасные значения смещения потенциалов обделки ^x , В
До 10	Свыше +0,015
Свыше 10 до 20	Свыше +0,150
Свыше 20 до 100	Свыше +0,300
Свыше 100	Свыше +0,5

^x По отношению к стержневому электроду длиной 0,4—0,5 м.

ЖУРНАЛ
проверки схемы вентильного секционирования
рельсовой сети¹

Место установки вентильного секционирования _____
 (перегон, станция, _____

 участок энергоснабжения, дистанция сигнализации и связи, _____

 дистанция пути)

Тип вентильного блока _____

Тип рельсовых цепей _____

№ п/п	Дата проверки	Контролируемый параметр ²	Заключение о работе	Фамилия и подпись лица, проводившего проверку

- ¹ Журнал ведется каждой хоз. единицей в соответствии с распределением обязанностей по обслуживанию вентильного секционирования.
- ² Контролируемые параметры заполняются каждой хоз. единицей в соответствии с распределением обязанностей по табл. 10.

ПРИЛОЖЕНИЕ VIII

ЖУРНАЛ

проверки переходного сопротивления рельсового пути

Перегон, станция _____

№ п/п	Общая характеристика участка измерения			Дата измерения	Фактически измеренное сопротивление участка, Ом	Переходное сопротивление участка, Ом-км
	№ рельсовой цепи	пикетная привязка, путь	длина рельсовой цепи, м			
1	2	3	4	5	6	7

Опасные ^X потенциалы "кабель-земля", В, по отношению к измерительным электродам		Грунт с удельным сопротивлением, Ом-м
стальному	медносульфатному	
0	-0,55	Менее 100
0,1	-0,45	От 100 до 500
0,2	-0,35	От 500 до 1000
0,4	-0,15	Более 1000

^X Опасные потенциалы — такие, которые смещены относительно указанных значений безопасных потенциалов по оси ординат вверх. При этом по оси ординат вверх ведется отсчет значений положительных потенциалов, а вниз — отрицательных; по оси абсцисс — отсчет времени.

Значения потенциалов для $\rho > 100$ Ом-м получены исходя из нормируемой плотности тока утечки с кабеля 0,15 мА/дм².

непосредственно в грунте, является наличие анодных и знакопеременных зон потенциалов по отношению к стальному электроду сравнения, а при измерениях по отношению к медносульфатному электроду — наличие потенциалов, смещенных по оси ординат вверх относительно значения минус 0,55 В (см. примечание к табл. 2).

3.5.9. Чугунные трубопроводы с плохой проводимостью стыков (стыкованные на цементной основе) практически не подвергаются электрокоррозии блуждающими токами. Для чугунных трубопроводов с хорошей проводимостью стыков (стыкованных на свинце) и проложенных непосредственно в грунте, показателем коррозионной опасности является наличие анодных зон потенциалов по отношению к стальному электроду сравнения.

3.5.10. Для алюминиевых или сталеалюминиевых конструкций без защитных покрытий (декоративные карнизы, водоотводящие зонты и т. п.), контактирующих с грунтом или грунтовыми водами, опасными являются потенциалы, не входящие в пределы: минус 0,85 — минус 1,4 В (к медносульфатному электроду).

3.5.11. Для арматуры железобетонных шпал и подрельсовых опор электрокоррозионно опасным является отсутствие или неисправность изолирующих элементов между арматурой и деталями рельсового скрепления, находящимися под потенциалом рельсов.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СООРУЖЕНИЯМ, КОНСТРУКЦИЯМ И УСТРОЙСТВАМ
МЕТРОПОЛИТЕНОВ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ УТЕЧКИ ТЯГОВЫХ ТОКОВ

4.1. Требования к устройствам электроснабжения

4.1.1. Контактная сеть метрополитена должна быть соединена с положительной (плюсовой) шиной, а ходовые рельсы — с отрицательной (минусовой) шиной тяговой (тягово-понижительной) подстанции.

4.1.2. Для метрополитенов является предпочтительной система питания тяговой сети с размещением тягово-понижительных подстанций у каждой станции (распределенная система).

4.1.3. Потенциалы ходовых рельсов по отношению к обделке (земле) должны иметь преимущественно устойчивый знакопеременный характер (методику определения см. п.8.2.2. настоящей Инструкции). Среднесуточные значения потенциалов рельсов по отношению к обделке (земле) не должны превышать ± 30 В.

А К Т
приемки в эксплуатацию защитного устройства

» _____ 19__ г. Служба или хоз.единица _____

4.1.4. В нормальном режиме работы контактная сеть перегонов должна иметь двустороннее питание от подстанций при наименьшей разнице напряжений холостого хода на шинах постоянного тока. Допускается одностороннее питание контактной сети отдельных участков линий, тупиков, соединительных веток и веток в электродепо.

4.1.5. Проектирование питания тяговой сети разных линий от одной подстанции не допускается.

4.1.6. На существующих тяговых (тягово-понижительных) подстанциях, питающих электроэнергией две линии метрополитена, должно выполняться секционирование и положительной, и отрицательной шин с установкой секционных коммутационных аппаратов.

4.1.7. Отрицательная шина тяговой подстанции не должна иметь глухого заземления. Данное требование не распространяется на временные заземления, устанавливаемые на периоды снятия напряжения с контактной сети и выполнения профилактических и ремонтных работ.

4.1.8. Отсасывающие линии подстанций должны выполняться кабелями с сопротивлением изоляции не менее 0,5 МОм при испытательном напряжении 1000 В.

4.1.9. Кабели +825В должны быть оборудованы защитой от токов короткого замыкания, не требующей непосредственного соединения оболочек этих кабелей с отсасывающими линиями или ходовыми рельсами: с этой целью кабели должны иметь специальную изоляцию между свинцовой (алюминиевой) оболочкой и броней. Оболочка соединяется со средним выводом путевого дроссель-трансформатора через искровой промежуток с пробивным напряжением 200—400 В. Стальная броня заземляется на тоннельную обделку (чугун) или шину заземления (железобетон).

4.1.10. Отсасывающие линии должны присоединяться к ходовым рельсам главных путей с соблюдением требований, изложенных в гл.6 настоящей Инструкции. От любого участка ходовой рельсовой сети должен обеспечиваться двусторонний отвод тягового тока, за исключением однопутных рельсовых цепей длиной не более 12,5 м на станционных путях, а также рельсов соединительных веток, веток в электродепо, рельсов в отстойно-ремонтном корпусе электродепо.

4.1.11. Тяговая сеть электродепо должна иметь основное питание от автономной деповской подстанции и резервное от тяговой сети ветки в электродепо. При этом в местах разделения контактной сети ветки и парковых путей осуществляется секционирование и по ходовым рельсам путем включения в междроссельный соединитель разъединителя, сблокированного с разъединителями резервного питания.

4.1.12. На существующих линиях допускается электропитание тяговой сети электродепо осуществлять от ближайшей подстанции линии метрополитена, на которой секционируется шина +825 В.

4.1.13. Контактный рельс соединительной ветки между линиями метрополитена должен иметь постоянное питание от контактного рельса главных путей одной линии и резервное — от другой линии. Ходовые рельсы со стороны резервного питания изолируются от рельсов соединительной ветки с включением в рельсовую сеть шунтирующего разъединителя, сблокированного с разъединителем резервного питания. Допускается осуществлять питание соединительной линии 825 В от подстанции одной из линий метрополитена.

4.1.14. Основное питание контактного рельса ветки в электродепо предусматривается от главных путей линии метрополитена или самостоятельной питающей линии 825 В от подстанции линии, резервное питание — от контактной сети парковых путей электродепо. Допускается основное питание осуществлять от подстанции электродепо, а резервное — от контактной сети главных путей.

4.2. Требования к устройствам пути и тоннельным обделкам

4.2.1. Удельное переходное сопротивление между ходовыми рельсами (две нити в параллель) и обделкой (землей) должно быть:

1. Характеристика защитного устройства _____
(тип, номинальные или

паспортные параметры)

2. Место установки защитного устройства _____
(км трассы, перегон,

участок)

3. Характеристика защищаемого объекта _____
(трубопровод, кабель,

рельсы и т.д.)

4. Контролируемые защитные параметры при включении устройства _____
(защитный ток, потенциал "сооружение—земля" при включенной

защитной установке и т.п.)

5. Заключение о работе защитного устройства _____

6. Фамилии и должности лиц, проводивших приемку защитного устройства _____

Подписи _____

11. Фамилии и должности лиц, обследовавших коррозионное повреждение

Подписи _____

для рельсов в тоннелях и закрытых наземных участках на перегонах, смежных с мостами (до 200 м в обе стороны от моста), не менее 1,5 Ом·км;

для рельсов на эстакадах, мостах и в зданиях электродепо не менее 3 Ом·км;

для рельсов открытых наземных линий и парковых путей электродепо не менее 0,5 Ом·км.

Допускается в начальный период эксплуатации метрополитена (не более 6 мес со дня пуска) пониженное (до 0,5 Ом·км) переходное сопротивление рельсов в тоннелях.

4.2.2. Шпалы деревянные, укладываемые в путь, должны быть пропитаны масляными антисептиками, не проводящими электрический ток. Торцы шпал и шурупные отверстия промазываются масляными антисептиками, шурупные отверстия не должны быть сквозными.

4.2.3. Изолирующие свойства рельсовых путей, уложенных на железобетонных шпалах или каком-либо другом железобетонном подрельсовом основании, должны быть не ниже уровня, указанного в п.4.2.1. Это должно обеспечиваться установкой специальных изолирующих элементов (прокладок, втулок и т. п.) в местах сопряжения поверхностей деталей, находящихся под потенциалом рельсов, с поверхностью бетона, арматурой и т. п.

4.2.4. Ходовые рельсы и детали рельсовых креплений не должны иметь соединения или касания с металлическими конструкциями, оборудованием, трубопроводами и кабелями, конструкциями затворов, арматурой железобетонных шпал и подрельсовых оснований, путевым бетоном и щебеночным балластом. Наименьший зазор между ними — 30 мм.

4.2.5. Не допускается использование тоннельной обделки в качестве проводника цепи установок постоянного тока (тяговое электроснабжение, сварочные агрегаты, усилители устройств связи и т.п.).

4.2.6. Корпуса дроссель-трансформаторов и дросселей, а также соединенные с ходовыми рельсами металлические части стрелочных приводов должны быть изолированы от балласта, путевого бетона и тоннельной обделки. Металлические оболочки и броня кабелей, подходящих к стрелочным приводам, должны быть изолированы от корпусов приводов.

4.2.7. Рельсы на металлических или железобетонных эстакадах и мостомостах, а также на расстоянии 200 м вдоль пути с двух сторон от мостов и эстакад, должны укладываться на деревянные шпалы с изолирующими элементами в рельсовых креплениях: изолирующими прокладками под рельсовыми подкладками и изолирующими втулками между шурупом и подкладкой (резина, полиэтилен или другие полимерные материалы).

4.2.8. Ходовые рельсы каждого пути в отдельно-ремонтном корпусе электродепо следует отделять от рельсов парковых путей двумя изолирующими стыками, которые должны шунтироваться коммутационными аппаратами при выезде подвижного состава на парковые пути. Рельсы в здании электродепо не должны иметь контакта с контуром заземления электродепо, металлоконструкциями, трубопроводами, оболочками кабелей, арматурой железобетона. Для контроля этой изоляции в электродепо должно быть установлено сигнализирующее устройство (см. приложение III).

4.2.9. На открытых участках пути метрополитена верхняя поверхность балластного слоя при железобетонных шпалах должна быть на одном уровне с верхней постелью средней части шпал. При деревянных шпалах поверхность балластного слоя на всем промежутке между шпалами должна быть ниже подошвы рельсов на 30 мм.

4.2.10. Рельсы километровой запаса, а также снятые с пути и временно оставляемые в тоннеле, должны укладываться таким образом, чтобы не иметь соприкосновения с какими-либо металлическими элементами конструкции верхнего строения пути.

4.2.11. Шкафы контактной сети, корпуса релейных шкафов, светофоров, автостопов в тоннелях, на открытых участках и в электродепо не должны иметь глухого металлического соединения с ходовыми рельсами.

4.2.12. Толщина путевого бетонного слоя под шпалами или под рельсовыми опорами в местах расположения рельсов на прямых участках пути должна иметь не менее 0,16 м, а на кривых участках — не менее 0,10 м под внутренним рельсом.

4.2.13. Кострукция обделки и пути в тоннелях должна исключать попадание течей на путь и предусматривать отвод грунтовых вод от элементов верхнего строения пути.

4.2.14. Амортизирующие конструктивные элементы, вводимые в верхнее строение пути для снижения шума и вибрации, не должны уменьшать переходного сопротивления между рельсами и обделкой тоннеля.

4.2.15. Анкерные болты, крепящие продольные брусья к железобетонному подрельсовому основанию на мостах, не должны располагаться под рельсовыми подкладками, а под подошвой рельса должны иметь зазор не менее 30 мм.

4.2.16. Электрическое сопротивление каждого сборного рельсового стыка и стыков в пределах стрелочного перевода не должно превышать сопротивления 1 м сплошного рельса.

4.2.17. На сборных стыках, стыках на стрелках, крестовинах должны устанавливаться медные электрические соединители сечением не менее 95 мм² и поверхностью контакта в месте приварки не менее 500 мм².

Преимущественным должно быть применение сварных рельсовых плетей. Сварной стык не должен увеличивать сопротивление рельса.

4.2.18. Сопротивление, вносимое дроссельным стыком в каждую рельсовую нить, не должно превышать сопротивления 36 м сплошного рельса.

Соединение путевых дроссель-трансформаторов с ходовыми рельсами должно быть выполнено медными изолированными кабелями или изолированными проводами на номинальное напряжение не менее 500 В.

4.2.19. Междупутные перемычки (соединители) должны быть установлены на всех станциях, в тупиках, на рампах веток в электродепо, на парковых путях перед въездом в здание электродепо. На станциях, где имеются тяговые или тягово-понижительные подстанции, функции перемычки выполняют отсасывающие линии, присоединяемые к каждому пути. На перегонах размещение междупутных перемычек должно быть увязано с размещением вентиляционных соединительных тоннелей, путевых дроссель-трансформаторов. Перемычки должны быть расположены по возможности ближе к участкам, где поезд движется в режиме тяги или рекуперации. Расстановка междупутных перемычек должна осуществляться с соблюдением требований п. 6.3 настоящей Инструкции; установка междупутных перемычек чаще чем через 300 м как средство уменьшения токов утечки малоэффективна. Междупутные перемычки выполняются кабелями с уровнем изоляции до 1000 В; сопротивление их тяговому току не должно превышать $3 \cdot 10^{-3}$ Ом. Для каждого конкретного случая (место, схема электроснабжения, размеры движения и т. п.) сечение и число кабелей определяется расчетом и выполняется по проекту.

4.2.20. Изолирующими стыками отделяются: все электрифицированные пути от неэлектрифицированных; рельсы действующих линий метрополитена от рельсов строящихся линий (участков);

рельсы линии метрополитена от рельсов железной дороги. Изолирующие стыки при этом устанавливаются по два в каждую рельсовую нить соединительных путей так, чтобы исключалась возможность одновременного перекрытия их подвижным составом.

Тупиковые упоры должны быть отделены от электрифицированных путей с помощью одинарных изолирующих стыков, устанавливаемых в каждую рельсовую нить.

4.2.21. Для ограничения утечки тяговых токов с локальных участков пути, на которых в процессе эксплуатации наблюдаются электрокоррозионные повреждения элементов верхнего строения пути, допускается приме-

5. Электрические параметры сооружения до повреждения (по данным эксплуатационных проверок) и после повреждения (сопрот. изоляции или растеканию, потенциал "сооружение — земля" и т.д.) и состояние защитных устройств _____

6. Каким способом обнаружено повреждение _____
(осмотром, измерением,
откопкой, нарушением работы сооружения)

7. Последствия коррозионного повреждения _____
(перерыв в движении
поездов, перекрытие сигналов автоблокировки, перерыв в работе
связи и т. д.)

8. Заключение _____

9. Что сделано по устранению повреждения _____
(объем выполненных
работ; замена кабеля длиной ... м и т. д.)

10. Мероприятия по предотвращению повреждений в дальнейшем _____

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер
метрополитена

„ ____ „ _____ 19__ г.

А К Т
о нарушении требований по обеспечению защиты
сооружения от коррозии

„ ____ „ _____ 19__ г.

Служба или хоз. единица, допус-
тившая нарушение _____

1. Характеристика сооружения _____

2. Место обнаруженного нарушения _____
(участок, перегон, пикет,
№ КИПа и т. д.)

3. Характер нарушения _____
(подробное описание)

4. Причины нарушения _____

5. Рекомендуемые мероприятия по ликвидации нарушения _____

6. Примечания _____

7. Акт составил _____ 8. Акт вручен _____ 9. Срок устранения
нарушения согласован _____

„ ____ „ _____ 19__ г. „ ____ „ _____ 19__ г. „ ____ „ _____ 19__ г.

10. Отметка об устранении нарушения Подпись _____

_____ (подпись)

Проверка наличия продольной металлической связи по арматуре осуществляется по методике п.8.4.6.

5.5.3. В тоннелях с обделкой из чугунных тубингов при наличии участков, выполненных из бетона, железобетона или железобетонных тубингов, эти участки должны быть шунтированы стальной шиной сечением не менее 160 мм². Шина не должна иметь металлической связи с арматурой.

В тоннелях с железобетонной или бетонной обделкой стальная шина (или труба того же сечения) прокладывается вдоль всего тоннеля с приваркой к ней каждого пятого кабельного кронштейна. В стволах шахт шина приваривается к каждому кронштейну. Шина соединяется с контуром заземления тяговой подстанции.

5.5.4. При выборе на стадии проектирования вариантов прокладки подземных трасс линий метрополитена предпочтительными являются варианты с более удаленной прокладкой их от рельсов трамвая и электрифицированных железных дорог постоянного тока.

5.5.5. В местах сближения в плане (до 50 м) и местах пересечения тоннелей метрополитена, построенных открытым способом, с трамвайными или электрифицированными железнодорожными путями железобетонная обделка должна иметь внешнее усиленное защитное гидроизоляционное покрытие. При пересечении усиленное гидроизоляционное покрытие наносится непосредственно под путями трамвая или железной дороги и на 50 м в каждую сторону от них.

5.6. Защита кабелей и трубопроводов

5.6.1. Пассивная защита кабелей и трубопроводов обеспечивается прежде всего комплексом мероприятий, предусмотренных гл.4 настоящей Инструкции, предотвращающих или снижающих до определенного уровня токи утечки с рельсов, а вследствие этого и их воздействие на кабельные металлические оболочки, броню кабелей и трубопроводы.

5.6.2. Кабели, прокладываемые в тоннелях, должны быть бронированными без наружного джутового покрова или с полимерным покровом шлангового типа.

5.6.3. В тоннелях и на наземных участках прокладка кабелей должна осуществляться открытым способом по кабельным кронштейнам без применения изолирующих прокладок или других конструктивных элементов.

5.6.4. Прокладка кабелей в тоннелях под путями не допускается. Переход кабелей с одной стороны тоннеля на другую должен осуществляться только под верхним сводом тоннеля.

5.6.5. Прокладка трубопроводов в путевом бетоне допускается как исключение при условии наличия на них усиленного изолирующего покрытия и изолирующих фланцев с обеих сторон. Фланцы располагают в доступных для осмотра сухих местах.

5.6.6. В тоннелях в процессе эксплуатации должен исключаться прямой контакт кабелей и трубопроводов с грунтовыми водами, течами, солевыми отложениями и т. п.

5.6.7. Все кабели и трубопроводы, выходящие за пределы сооружений метрополитена, должны иметь изолирующие муфты или фланцы, которые устанавливаются в пределах сооружений метрополитена в сухих доступных для осмотра местах. На участках от изолирующей муфты или фланца до места выхода за пределы сооружений метрополитена кабели и трубопроводы должны быть изолированы от окружающих конструкций и устройств.

5.6.8. Стальные трубопроводы, прокладываемые по территории электродепо непосредственно в земле, должны иметь усиленное защитное покрытие независимо от коррозионной активности грунта, выполняемое по ГОСТ 9.015—74 (п.3.2.10).

5.6.9. Кабели по территории электродепо следует прокладывать, как правило, в кабельных каналах; при непосредственной прокладке в земле они должны иметь преимущественно полимерные покрытия (поверх ме-

ПРИЛОЖЕНИЕ V

Утверждаю:
Главный инженер
метрополитена

_____ 19__ г.

А К Т
о коррозионном повреждении сооружения

« ____ » _____ 19__ г. Служба или хоз. единица _____

1. Характеристика сооружения _____

2. Место повреждения _____

(участок, перегон, пикет, № КИПа

и т. д.)

3. Дата строительства _____

Дата ввода в эксплуатацию _____

4. Характер повреждения _____

(подробное описание с размерами дефектов, внеш-

ним видом и т. д. Прикладывается эскиз или фотография дефектного

_____ (места сооружения)

Место

_____ для эскиза или

_____ фотографии

ние в технически обоснованных случаях вентиляльного секционирования (см. приложение I), т.е. подключение таких участков к остальной рельсовой сети посредством полупроводниковых элементов. При необходимости пропуска тягового тока в обход выделенного участка устанавливается изолированная шунтирующая перемычка.

В исключительных случаях вентиляльное секционирование может применяться для устранения искрообразования на разнопотенциальных изолирующих рельсовых стыках (съезды отстойных тупиков, рампы тоннеля веток электродепо и т.п.) и выноса потенциалов рельсов главных путей на отстойные тупики и смотровые канавы.

Для выделенного вентиляльным секционированием участка пути должны выполняться все требования настоящей Инструкции.

4.2.22. Применение электрических методов защиты сооружений, конструкций и устройств метрополитена от электрокоррозии не должно приводить к увеличению утечки тяговых токов с рельсов метрополитена.

**5. ЗАЩИТА СООРУЖЕНИЙ, КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВ
МЕТРОПОЛИТЕНОВ ОТ КОРРОЗИИ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ**

5.1. Вновь строящиеся, реконструируемые и эксплуатируемые линии или участки метрополитенов должны быть надежно защищены от коррозии блуждающими токами.

5.2. Защита сооружений, конструкций и устройств от электрокоррозии должна производиться по проектам, разрабатываемым в соответствии с гл.2 настоящей Инструкции.

5.3. Защита сооружений, конструкций и устройств метрополитенов осуществляется преимущественно путем выполнения комплексных мероприятий, относящихся к пассивной защите:

ограничение утечки тяговых токов с рельсов (в объеме мероприятий гл.4 настоящей Инструкции);

уменьшение попадания блуждающих токов в сооружения, конструкции и устройства (изолирующие покрытия, продольное электрическое секционирование, исключение контакта с рельсами и т.п.).

5.4. Активную (электрическую) защиту в метрополитенах допускается применять в исключительных случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании по отдельным техническим условиям, утвержденным Главным управлением метрополитенов МПС.

5.5. Защита тоннельных обделок

5.5.1. Пассивная защита обделок тоннелей обеспечивается прежде всего комплексом мероприятий, предусмотренных гл.4 настоящей Инструкции, предотвращающих или снижающих до определенного уровня токи утечки с рельсов и тем самым их воздействие на обделку.

5.5.2. В целях полного исключения опасности электрокоррозионного разрушения арматуры железобетонных обделок должна быть исключена продольная металлическая связь арматуры отдельных элементов сборной обделки тоннеля. Для этого способы стыковки железобетонных тюбингов (блоков), а также крепления к ним заземляющих шин, кронштейнов, и т.п. должны исключать возможность объединения арматуры в протяженную непрерывную металлическую конструкцию.

При необходимости применения непрерывных стержней распределительной арматуры для армированного омоноличивания элементов сборных обделок тоннелей метрополитена следует предусматривать разрывы этой арматуры, имея в виду, что длина участков омоноличивания должна быть не более 30 м.

Не разрешается оставлять металлические монтажные связи между элементами железобетонной обделки тоннелей, если они создают непрерывную цепь для блуждающих токов.

5.8.5. В процессе эксплуатации метрополитена необходимо контролировать защищенность метромостов и эстакад от электрокоррозии в соответствии с требованиями гл.3 по методике п.8.4.9 настоящей Инструкции.

5.9. Защита конструкций и подземных сооружений электродепо

5.9.1. Защита конструкций и подземных сооружений электродепо обеспечивается выполнением комплекса мероприятий по ограничению утечки тяговых токов, предусмотренных пп. 4.1.10, 4.1.11, 4.1.12, 4.2.1, 4.2.8, 4.2.11, а также мероприятиями на самих сооружениях, осуществляемых по требованиям пп.5.6.8. — 5.6.10 настоящей Инструкции.

5.9.2. После осуществления мероприятий, указанных в п. 5.9.1, устранение опасности электрокоррозии подземных сооружений электродепо в случае ее обнаружения может обеспечиваться активными средствами защиты с учетом требований п. 5.4 настоящей Инструкции.

5.9.3. Кабели и трубопроводы, выходящие за территорию электродепо и имеющие связь с городскими коммуникациями, должны иметь на выходе изолирующие муфты и фланцы.

6. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НОРМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ АВТОБЛОКИРОВКИ ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ УТЕЧКИ ТЯГОВЫХ ТОКОВ И ЗАЩИТЕ ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ

6.1. Отсасывающие линии тяговых и тягово-понижительных подстанций должны подключаться к ходовым рельсам главных путей:

при двухниточных рельсовых цепях с изолирующими стыками и без них — к средним выводам путевых дроссель-трансформаторов или дросселей;

при одностичных рельсовых цепях — к тяговым нитям; на участках, не оборудованных рельсовыми цепями, — в местах установки междурельсовых соединителей.

Во всех случаях дроссель-трансформаторы и дроссели, к которым подключаются отсасывающие линии, должны иметь дроссельные перемычки расчетного сечения.

6.2. Для исключения повреждения приборов рельсовой цепи и других устройств (кабелей, дросселей, реле, изолирующих стыков и т.п.) тяговым током каждая рельсовая цепь электрифицированных путей на станциях и перегонах должна иметь, как правило, не менее двух выходов для тягового тока, предпочтительно по концам цепи. Одностичные рельсовые цепи главных путей при длине 12,5 м могут иметь один выход для тягового тока. В каждой неразветвленной рельсовой цепи должно быть не более двух путевых дроссель-трансформаторов. В разветвленных рельсовых цепях допускается установка трех дроссель-трансформаторов.

Для рельсовых цепей, расположенных на тупиковых путях, второй выход для тягового тока выполняется перемычкой расчетного сечения, подсоединяемой к дроссель-трансформаторам смежных путей. При использовании для пропуска тягового тока обеих рельсовых нитей пути может быть допущен выход для тягового тока с одного конца.

6.3. Присоединение к рельсам отсасывающих линий и междупутных перемычек при двухниточных рельсовых цепях следует осуществлять через средний вывод путевого дроссель-трансформатора и, как правило, не чаще чем через два изолированных стыка на третьем, при этом длина обходного пути по смежным и параллельным рельсовым цепям через соседние междупутные перемычки или через междупутные перемычки и цепи отсоса тягового тока должна быть не менее 1000 м (рис.1).

При меньшей длине обходного пути независимо от числа путевых дроссель-трансформаторов в одной из перемычек следует устанавливать защитный дроссель или дроссель-трансформатор с сопротивлением сигналь-

После этих операций схема считается введенной в эксплуатацию и содержание ее осуществляется в соответствии с настоящей Инструкцией.

Выключение схемы вентиляющего секционирования из работы производится в обратной последовательности.

В схемах секционирования с использованием тиристорного блока перед пуском производится регулировка уставки запуска тиристорного блока. Для этого используются графики регулировочных характеристик: напряжения открытия включающего тиристора по цепи управления в зависимости от сопротивления делителя напряжения и тока управления включающего тиристора в зависимости от сопротивления цепи заземлителя (рис.25). Эти характеристики строят при регулировке блока на заводе и вносят в паспорт каждого блока.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ ПРИЧИН ИСКРОБРАЗОВАНИЯ В МЕСТАХ СЛИВА, НАЛИВА И ХРАНЕНИЯ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ И ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

1. Применение электрической тяги (включая и аккумуляторные электровозы, электрокары и т.п.) на подъездных путях и в пунктах слива, налива и хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей запрещается.

2. Рельсы каждого подъездного пути и тупика отделяются от рельсов электрифицированных путей изолированными стыками, которые устанавливаются в каждой рельсовой нити в начале отвода от электрифицированного пути и на расстоянии не ближе 20 м от мест слива и налива легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с таким расчетом, чтобы подвижной состав не перекрывал их одновременно.

3. Конструкция пути должна обеспечивать отвод талых, дождевых и грунтовых вод.

4. Конструкция пути должна соответствовать требованиям пп.4.2.1 — 4.2.3, 4.2.6, 4.2.9, 4.2.17 настоящей Инструкции.

5. Все сливо-наливные колонки, хранилища легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, эстакады и другие металлические конструкции, которые по технологии производства или случайно могут иметь соприкосновения с рельсами или цистернами, стоящими на них, соединяются с обеими нитями рельсов подъездного или тупикового пути перемычкой из медного изолированного проводника сечением не менее 70 мм² с поверхностью контакта в месте приварки к рельсу, колонке или хранилищу не менее 500 мм².

Если сливо-наливные колонки или хранилища металлически связаны между собой, то их соединение перемычками с рельсами осуществляется не менее чем в двух местах.

6. Все трубопроводы отсоединяются на вводах на территорию хранения легковоспламеняющихся жидкостей парными изолирующими фланцами, а кабели — изолирующими муфтами.

7. Изолирующие материалы, применяемые в изолирующих фланцах, не должны вступать во взаимодействие с транспортируемым продуктом и средой, окружающей трубопровод.

8. Изолирующие муфты и фланцы устанавливаются не ближе 20 м от территории слива, налива и хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

9. Участки трубопроводов, проложенные под ходовыми рельсами, должны отделяться с двух сторон изолирующими фланцами, а трубопровод между этими фланцами должен иметь надежное изолирующее покрытие (хлорвинил или резина).

10. При пересечении с рельсами кабели должны быть проложены на глубине 1 м в металлических трубах, изолированных от земли с помощью надежного изолирующего покрытия, или в коллекторах (изолированных от соединенных с рельсами конструкций).

ПРИЛОЖЕНИЕ III

ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ РЕЛЬСОВ В ЗДАНИИ ЭЛЕКТРОДЕПО

В соответствии с требованиями настоящей Инструкции ходовые рельсы внутри здания электродепо изолируются от контура заземления депо с целью предотвращения значительной утечки тяговых токов и электрокоррозионного разрушения самого контура, а также оболочек кабелей и трубопроводов, соединенных с ним. Для контроля изоляции электродепо оборудуются специальными устройствами.

Устройство предназначено для осуществления непрерывного контроля отсутствия замыкания (металлической связи) ходовых рельсов на канавах и отстойных путях внутри здания электродепо с контуром заземления электродепо и связанными с ним коммуникациями. Устройство должно работать на подачу сигнала дежурному по электродепо или электродиспетчеру (по телеканалу) о нарушении изоляции. Устройство снабжается счетчиком числа срабатываний.

Принцип действия устройства должен основываться на реакции релейной или электронной схемы на появление потенциала на контуре, превышающего уровень 0,3—0,5 В. Верхняя уставка срабатывания устройства должна быть ниже потенциала "рельс — земля" при замкнутом состоянии рельсов с контуром (определяется опытным включением и составляет, как правило, 1 — 2 В).

Контроль потенциала контура должен осуществляться по отношению к независимой земле, т. е. к измерительному электроду заземления, потенциально не связанному с контуром и удаленному от него на 20—30 м.

Элементы схемы устройства и его конструкция выбираются исходя из обеспечения вышеприведенных требований.

таллической оболочки и поверх брони). Предпочтение должно отдаваться кабелям с покрытием шлангового типа.

5.6.10. Кабели в неметаллических полимерных оболочках следует применять на метрополитенах без ограничений по коррозии блуждающими токами.

5.6.11. На наземных линиях запрещается пересечение кабелями и трубопроводами пути в пределах стрелочных переводов.

✓ 5.6.12. Трубопроводы на выходе из водоснабжающих скважин должны иметь изолирующие фланцы.

✓ 5.6.13. На метромостах и эстакадах кабели и трубопроводы должны прокладываться по конструкциям, изолированным от ходовых рельсов и их скреплений; эти конструкции не должны иметь глухой металлической связи с арматурой и металлоконструкцией моста.

✓ 5.6.14. На входах на протяженные (более 300 м) метромосты и эстакады кабели должны иметь изолирующие муфты или вставки кабелей с неметаллической оболочкой, а трубопроводы — изолирующие фланцы или вставки из полимерных труб. Допускается не устанавливать изолирующие муфты и фланцы, если кабели и трубопроводы проложены изолированно от металлоконструкций моста или эстакады.

5.7. *Защита ходовых рельсов и рельсовых скреплений*

5.7.1. Защита ходовых рельсов и деталей рельсовых скреплений обеспечивается прежде всего комплексом мероприятий, предусмотренных гл.4 настоящей Инструкции, предотвращающих или снижающих до определенного уровня токи утечки с рельсов, а вследствие этого и их электрокоррозионное воздействие.

5.7.2. Электрокоррозионная опасность для рельсов и деталей рельсовых скреплений проявляется только в тоннелях при комплексном воздействии факторов, приведенных в п.3.5.4 настоящей Инструкции.

5.7.3. При обнаружении электрокоррозионных повреждений рельсов и рельсовых скреплений необходимо предпринимать меры по снижению потенциалов "рельс — обделка" (нормализация распределения тяговых нагрузок между подстанциями), устранить течи на путь, отвести грунтовые воды, заменить шпалы с пониженным сопротивлением и т.п.

В случае локальных электрокоррозионных повреждений (на нескольких шпалах) наряду с указанными выше мерами следует применить на этих шпалах специальные изолирующие элементы — изолирующие прокладки под подкладку и изолирующие втулки в шурупные отверстия.

Если осуществление этих мероприятий не выполнимо или малоэффективно, а объем электрокоррозионных повреждений значителен, следует этот участок рельсовой сети оборудовать схемой вентильного секционирования в соответствии с приложением I.

5.8. *Защита метромостов и эстакад*

5.8.1. Защита фундаментов металлических и арматуры железобетонных метромостов и эстакад обеспечивается выполнением мероприятий, предусмотренных пп. 4.1.3, 4.2.1, 4.2.7, 4.2.15 настоящей Инструкции, предотвращающих или снижающих до определенного уровня токи утечки с рельсов в мостовые конструкции.

5.8.2. Металлоконструкции моста, арматура железобетонных элементов, перила, стеллажи и т.п. не должны иметь металлической связи с ходовыми рельсами на пролетных строениях моста (эстакады) и с тоннельной обделкой у порталов.

5.8.3. Прокладка кабелей и трубопроводов должна соответствовать требованиям пп. 5.6.13, 5.6.14 настоящей Инструкции.

5.8.4. При совместной прокладке по мосту (эстакаде) линии метрополитена и железной дороги или трамвая все сооружения и конструкции метрополитена (рельсы, кабели, трубопроводы и т.п.) не должны иметь металлических связей с железнодорожными или трамвайными конструкциями, кабелями, трубопроводами и т.п.

порога срабатывания таких устройств следует принимать следующие значения тока:

2 А	— для сигнального тока частотой	25–75 Гц;
0,5 А	— то же	125–375 Гц;
0,2 А	—	375–575 Гц.

10. Вентильные блоки и защитные дроссели устанавливают вблизи изолирующих стыков, разделяющих участки секционирования рельсовых путей с соблюдением требований на габариты. Блоки монтируют на типовых стойках для установки дроссель-трансформаторов или на специально изготовленных опорах на высоте не менее 200 мм от поверхности земли (путевого бетона).

11. Размещение оборудования схемы секционирования, длина соединительных проводов, кабелей, выбор места их прокладки и монтаж отсасывающей перемычки определяются проектом.

12. Эксплуатация устройств вентильного секционирования осуществляется совместно службами пути, электроподстанций и сетей, сигнализации и связи:

- службой пути — обходная отсасывающая перемычка, узлы присоединения к перемычке и к рельсам, изолирующие стыки;
- службой электроподстанций и сетей — вентильные блоки, защитные дроссели и защитные дроссель-трансформаторы, соединительные кабели;
- службой сигнализации и связи — рельсовые цепи участка секционирования, путевые дроссель-трансформаторы, конденсаторы защитных дроссель-трансформаторов и кабели к ним.

Монтаж схемы вентильного секционирования осуществляется поэлементно работниками служб, на которые возложена эксплуатация отдельных узлов и элементов.

Эксплуатационное обслуживание вентильного секционирования осуществляется в соответствии с табл.10.

В случае выхода из строя отдельных узлов и элементов ремонт и восстановление нормальной работы схемы секционирования производится работниками тех служб, к которым этот элемент или узел относится.

При обнаружении неисправностей, устранение которых невозможно при включенном состоянии устройства, блок должен быть зашунтирован междроссельной перемычкой с соответствующей записью в журнале (дата, время и причины включения перемычки, фамилия и подпись).

Включение в работу схемы вентильного секционирования осуществляется при отсутствии движения поездов (ночью) комиссией с участием представителей перечисленных в табл. 10 служб в следующем порядке:

к средним точкам путевых дроссель-трансформаторов последовательно включаются соответствующие плечи вентильного блока;

другой вывод вентильного блока подключается к защитному дросселю (защитному устройству или дроссель-трансформатору); а защитный дроссель — к отсасывающей перемычке;

с путевых дроссель-трансформаторов снимаются междроссельные перемычки.

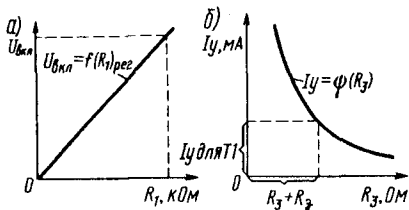
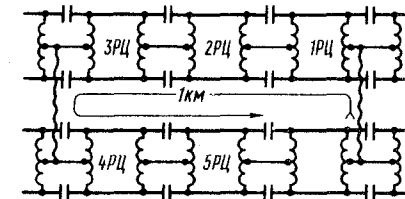


Рис. 25. Графики выбора регулировочных характеристик включающего тиристора Т10 в зависимости от напряжения на изолирующем стыке (а) и тока включения от потенциала "рельс — земля" внутри участка секционирования (б)

Рис.1. Примерная схема расстановки междупутных соединителей на двухпутных участках



ному току 50 Гц не менее 2 Ом. В качестве защитного дросселя допускается использовать типовые дроссель-трансформаторы ДТМ-0,17-1000 или ДТ-0,6-1000, настроенные в резонанс для тока 50 Гц согласно ТУ.

Учитывая, что работоспособность защитного дросселя определяется в момент отсутствия в нем тягового тока, допускается уменьшение воздушного зазора в магнитопроводе до 0,5-1,0 мм. Не следует допускать установку двух междупутных электротяговых соединителей с двух сторон станции; при подключении у станции к обоим путям отсасывающих линий подстанции данное подключение принимается за одно междупутное соединение.

6.4. В электродепо и на станциях тяговые нити однониточных рельсовых цепей соединяются между собой и подключаются к средним выводам путевых дроссель-трансформаторов двухниточных цепей смежных или параллельных путей соединителями расчетного сечения.

Для обеспечения нормального функционирования рельсовых цепей в контрольном режиме в перемычку, соединяющую тяговые рельсы на тупиковых путях с дроссель-трансформаторами смежных или параллельных путей, следует устанавливать тиристорный блок с уставкой открытия, определяемой расчетом (рис.2); допускается применение дросселя или дроссель-трансформатора с параметрами по п.6.3 настоящей Инструкции.

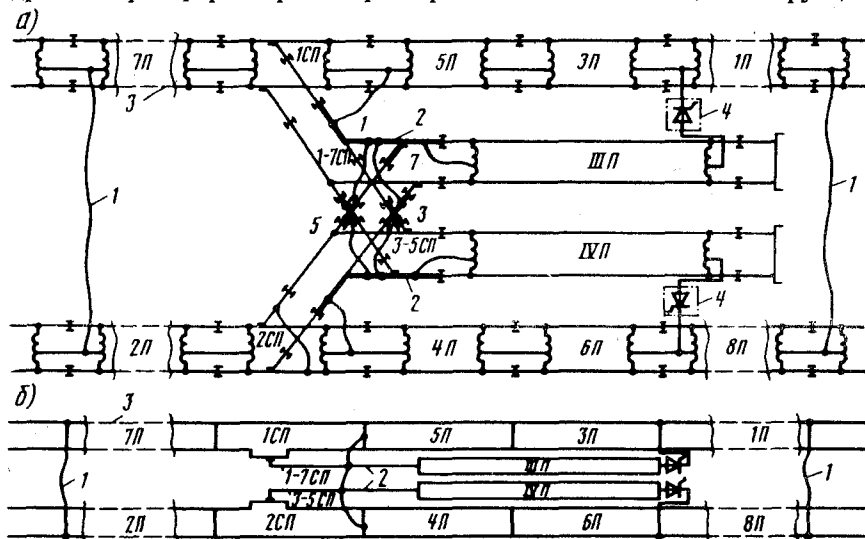


Рис. 2. Примерная схема расстановки междупутных соединителей на станциях (а) и вспомогательная схема выбора места их подключения (б): 1 — междупутный соединитель; 2 — тяговая нить однониточной рельсовой цепи; 3 — двухниточная рельсовая цепь; 4 — тиристорный блок (включается при необходимости обеспечения контрольного режима рельсовых цепей)

Вид и сроки обслуживания	Работы, выполняемые при эксплуатационном обслуживании вентильного секционирования		
	энергоучастком	дистанцией пути	дистанцией сигнализации
Периодическое техническое обслуживание (раз в квартал)	Осмотр всех элементов блоков, защитных дросселей и дроссель-трансформаторов.	Осмотр обходной отсасывающей перемычки, состояния стыковых соединителей на ходовых рельсах участка секционирования и перемычке.	Проверка состояния изолирующих стыков с измерением их сопротивления изоляции по методике гл.8.
	Проверка плотности контактов, исправности монтажа и отсутствия их механических повреждений.	Затяжка болтовых соединений.	Осмотр крепления конденсаторов к обмоткам защитных дроссель-трансформаторов.
	Очистка элементов установки от пыли и влаги.	Проверка состояния изолирующих стыков и их переборка (при необходимости).	Проверка состояния защитных устройств (дросселей).
	Проверка по схеме правильности подключения соединительных кабелей (проводов) и их состояния. Проверка вентильных свойств полупроводниковых элементов (блоков) по методике, приведенной в гл.8*	Проверка состояния отсасывающей перемычки и узлов присоединения кабелей к перемычке и рельсам	Измерение сопротивления изоляции обмоток защитных дросселей и дроссель-трансформаторов по методике гл. 8
Контроль режима работы (раз в год)	Весь комплекс работ периодического технического обслуживания. Контроль режима работы по методике гл.8. Проверка состояния тиристорных и диодных блоков по методике гл.8. Измерение (один раз в 3 года) сопротивления изоляции обходной отсасывающей перемычки по методике гл.8	То же	То же

* В первый год эксплуатации проверка производится раз в месяц; если наблюдается повышенный выход из строя диодов, то такая периодичность проверки принимается и в дальнейшем.

6.5. Для проверки правильности расстановки междупутных перемычек необходимо составлять вспомогательную схему (см.рис.2) пропуска тягового тока, на которой:

в условной последовательности наносятся на схему все двухниточные рельсовые цепи;

параллельно вычерчивается сплошной линией обозначение однопутных рельсовых цепей;

наносится точки объединения всех рельсовых цепей, а затем проверяется правильность установки междупутных перемычек в соответствии с требованиями п.6.3.

6.6. Асимметрия тягового постоянного тока в каждой из двухниточных рельсовых цепей допускается не более 400 А (на путь) при применении дроссель-трансформаторов ДТМ-0,17-1000 и 240 А (на путь) при наличии путевых дросселей ДОМБ-1000 (согласно ТУ ЦШ-266-68). Это требование обеспечивается приварными соединителями, применением одинаковых по сечению дроссельных перемычек и их надежным закреплением. Разница длин дроссельных перемычек к дальнему и ближнему рельсам не должна быть более 2,2 м.

6.7. Выполнение требований п.4.2.1 обеспечивает нормальное функционирование рельсовых цепей АТДП.

6.8. На линиях метрополитена допускается подключать к средним точкам дроссель-трансформаторов двухниточных рельсовых цепей и к тяговым рельсам однопутных рельсовых цепей только изолированные металлические оболочки кабелей тягового электроснабжения через искровые промежутки, измерительные провода контрольно-измерительных пунктов и устройств активной защиты в технически обоснованных случаях (п.5.4).

7. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПУНКТЫ

7.1. Контрольно-измерительные пункты (КИПы) необходимы для производства электрических измерений по контролю электрокоррозионного состояния сооружений, конструкций и устройств метрополитена и контроля за работой устройств защиты.

7.2. Для измерений контролируемых параметров в тоннелях, которые можно выполнять только при движении поездов, КИПы должны подключаться к специальной электрической сети, позволяющей производить измерения со станции (без захода в тоннель) через шкаф сборки КИПов. Каждый измеряемый параметр должен иметь постоянный выход на шкаф сборки КИПов.

7.3. КИПы оборудуются для измерения:

потенциалов ходовых рельсов по отношению к чугунной обделке тоннеля или шине заземления (КИП-I);

потенциалов чугунной обделки или арматуры железобетонной обделки к внешней (по отношению к телу тоннеля) среде (КИП-II).

Все остальные измерения выполняются непосредственно на объекте контроля без устройства контрольно-измерительных пунктов.

7.4. Установка КИП-I должна быть предусмотрена:

на каждой станции (в одном из торцов);

в пунктах отсоса тяговых токов;

на метромостах или эстакадах;

в тупиках, у рампы тоннеля в электродепо;

в каждом перегонном тоннеле через 500—1000 м.

Места установки КИП-I при двухниточных рельсовых цепях должны совпадать с местами установки дроссель-трансформаторов.

Установка КИП-I на станции или в тоннеле у дроссель-трансформатора, к которому присоединяются кабели отсоса или кабели междупутной перемычки, должна производиться только в одном тоннеле.

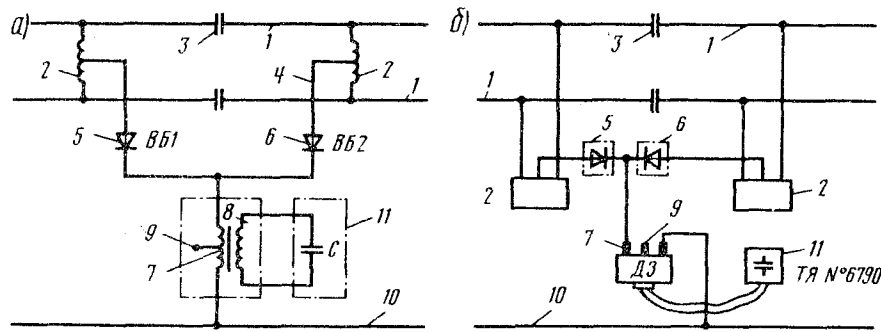


Рис.23. Принципиальная (а) и монтажная (б) схемы включения защитного дросселя в схему секционирования:
 1 — тяговые рельсы; 2 — существующие дроссель-трансформаторы; 3 — изолирующие стыки; 4 — средний вывод ДТ; 5,6 — вентильные блоки ВБ1 и ВБ2; 7, 8, 9 — первичная и вторичная обмотки и средний вывод защитного дросселя (ДТ-0,6-1000); 10 — обходная перемычка; 11 — трансформаторный ящик для установки конденсаторов

Это может быть обеспечено подключением рельсовой цепи к обходной перемычке в каждом дроссельном пункте через индуктивные защитные дроссели, в качестве которых рекомендуется использовать типовые дроссель-трансформаторы ДТМ-0,17-1000 или ДТ-0,6-1000.

При использовании в качестве защитного дросселя (ДЗ) типовых дроссель-трансформаторов их первичная обмотка включается последовательно в цепь вентильного блока, а ко вторичной обмотке подключается конденсатор для настройки дроссель-трансформатора в резонанс для сигнального тока (рис. 23).

Воздушный зазор в сердечнике дроссель-трансформаторов устанавливается при монтаже и в процессе эксплуатации не регулируется.

Конденсаторы выбираются герметизированные, на рабочее напряжение 1000 В (тип МБГП, МБПО и др.) и устанавливаются в специальном трансформаторном ящике; их соединяют кабелем или изолированным проводом (в шланге) с дроссель-трансформатором. В корпус дроссель-трансформатора для охлаждения обмоток заливается трансформаторное масло.

9. Разрешается для контроля работоспособности рельсовых цепей во всех режимах при применении вентильного секционирования использовать специальные устройства, контролируемые путем индуктивного восприятия прохождения сигнального тока через цепь подключения вентильного блока к обходной перемычке (рис.24). При этом расчетным значением

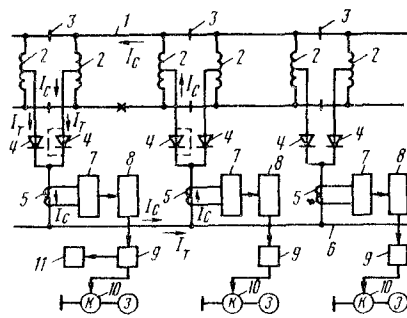
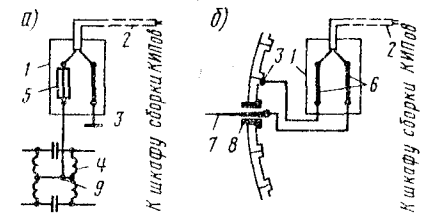


Рис. 24. Схема устройства для контроля состояния блоков и работы рельсовых цепей:
 1 — тяговые рельсы; 2 — дроссель-трансформаторы; 3 — изолирующие стыки; 4 — вентильные блоки; 5 — датчик сигнального тока; 6 — обходная перемычка; 7 — фильтр; 8 — пороговый элемент; 9 — блок сигнальных реле; 10 — светофор; 11 — пульт диспетчера (блок сигнализации) I с и I т — сигнальный и тяговый токи

Рис.3. Принципиальные схемы контрольно-измерительных пунктов КИП-I (а) и КИП-II (б):
 1 — ящик КИП; 2 — кабель к шкафу сборки КИПов; 3 — контакт с телом тоннеля (шиной заземления); 4 — путевые дроссель-трансформаторы; 5 — плавкий предохранитель; 6 — съемные перемычки; 7 — измерительный электрод; 8 — изолирующие конструктивные элементы; 9 — контакт со средним выводом дроссель-трансформатора (съемный)



7.5. Установка КИП-II должна предусматриваться в тоннелях с чугунной обделкой, а также с железобетонной обделкой (если арматура на всем протяжении имеет металлическое соединение непосредственно или через шину заземления) в местах пересечения или сближения трасс метрополитена с линиями трамвая или электрифицированной железной дороги постоянного тока.

При пересечении линий КИП-II устанавливается в одном из тоннелей непосредственно вблизи пересечения и по обе стороны от него на расстоянии 200 м, при сближении — в ближайшем к электрической наземной дороге тоннеле по концам участка сближения и через каждые 300 м (расстояние между трассами — не менее 100 м) и 500 м (расстояние между трассами — от 100 до 200 м). Если в зоне пересечения или сближения располагается тяговая подстанция трамвая или электрифицированной железной дороги, то установка одного из КИП-II должна предусматриваться вблизи пункта отсеса этой подстанции.

КИП-II устанавливается также в перегонных тоннелях на участках трасс метрополитена с усиленной тоннельной обделкой.

7.6. КИП-I и КИП-II, как правило, устанавливают вместе.

7.7. В процессе эксплуатации метрополитена возможна установка дополнительных КИПов на основе измерений потенциалов, выполненных в первый год эксплуатации; установка дополнительных КИПов предусматривается отдельным проектом защиты метрополитена от электрокоррозии (пп. 2.5 и 2.6 настоящей Инструкции).

7.8. КИП-I и КИП-II размещаются в специальных ящиках, изготовленных в соответствии со схемами (рис.3).

КИП-I подключается (рис.3,а) медными изолированными проводами сечением 2,5 мм² к среднему выводу путевых дроссель-трансформатора (при однониточных рельсовых цепях непосредственно к тяговому рельсу) и к обделке тоннеля: при чугунных туннелях — непосредственно к одному из них, при железобетонной обделке — к шине заземления. В цепи, идущей к дросселю или рельсам, в КИПе должен быть установлен плавкий предохранитель на 5А. КИП-I подключается к шине, объединяющей средние выводы дроссель-трансформаторов только при проведении измерений.

КИП-II подключается (рис.3,б) гибким медным изолированным проводом сечением 2,5 мм² к тоннельной обделке (при чугунных туннелях — к туннелю, при железобетонной обделке — к арматуре или шине заземления) и к специальному измерительному электроду, контактирующему с грунтом с внешней стороны обделки. Материал электрода: чугун — при чугунной обделке, сталь — при железобетонной обделке. Допускается изготовление электрода для чугунной обделки из стали при условии соблюдения технологии измерения по п. 8.4.1. настоящей Инструкции.

7.9. Шкаф сборки КИПов, устанавливаемый на каждой станции (в коридоре служебных помещений), должен иметь ввод 220 В со штеп-

сельными розетками для питания измерительных приборов, обеспечивать по габаритам возможность их установки на длительное время (ориентировочные габариты — 400x100x1200 мм).

7.10. При проектировании новых линий метрополитена по заданию заказчиков на станциях могут устанавливаться стационарные интеграторы потенциалов "рельс — обделка тоннели" для постоянного контроля за потенциальным состоянием рельсовой сети.

7.11. Для контроля электрокоррозионного состояния кабелей и трубопроводов метрополитена, проложенных непосредственно в земле (например, по территории электродепо), в первую очередь используются доступные места трасс, например смотровые колодцы, вводы и здания, распределительные шкафы, щитовые коробки и т.п.; при протяженных трассах (более 200 м) устанавливаются специальные КИПы, аналогичные КИПам на железнодорожных кабелях, в соответствии с гл. 8 Инструкции по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами (ЦЭ—3551).

8. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

8.1. Общие положения по электрическим измерениям

8.1.1. При контроле мер по ограничению утечки тяговых токов и установлении опасности электрокоррозии для сооружений, конструкций и устройств метрополитенов должен быть проведен определенный комплекс электрических измерений как на ходовой рельсовой сети, так и на самих сооружениях. Причем большая зависимость от конкретных условий делает результат электрических измерений практически единственным источником информации о коррозионной опасности и защищенности для каждого реально существующего сооружения.

8.1.2. Электрические измерения потенциалов рельсовой сети тоннельных обделок, кабелей и трубопроводов должны производиться при нормальных условиях работы метрополитена или внешнего источника блуждающих токов (движение поездов осуществляется по графику, все подстанции работают в обычных режимах).

Продолжительность измерений должна определяться их целью в соответствии с табл.3. Наименьшая продолжительность измерений для определения средних значений — время, за которое проходит 10 поездов метрополитена обоих направлений.

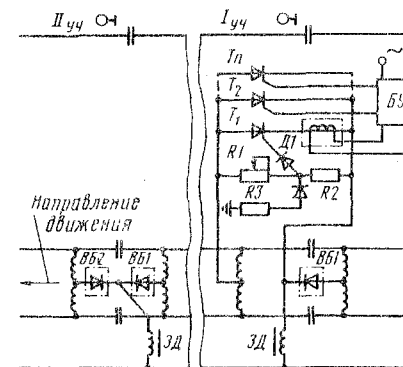
Наименьшая продолжительность измерений по выявлению влияния на сооружения метрополитена внешних источников блуждающих токов — не менее получаса.

8.1.3. Вольтметры, применяемые для измерений потенциалов сооружений метрополитена, должны иметь внутреннее сопротивление:

- ✓ при измерениях "рельс — обделка" (шина заземления) стрелочным или регистрирующим прибором — не менее 1000 Ом/В;
- интегрирующими приборами — не менее 1000 Ом (всего прибора);
- ✓ при измерениях "обделка — земля" — не менее 20 000 Ом/В (чугун) и не менее 10⁶ Ом (арматура железобетона);
- при измерениях "кабель (труба) — земля" — не менее 20 000 Ом/В;
- при измерениях "арматура — бетон", "арматура — земля" на метромостах и эстакадах — не менее 10⁶ Ом.

Сопротивление измерительного электрода, контактирующего с грунтом (бетоном), при всех типах измерений не должно быть выше 1000 Ом (входное сопротивление чугунной обделки составляет 10⁻² — 10⁻³ Ом, шины заземления при железобетонной обделке — 1—2 Ом).

Рис. 22. Схема искрогашения с тиристорным блоком на смежном стыке



4. В целях предотвращения искрообразования на изолирующих стыках в схемах секционирования (если это необходимо) допускается вместо одного из вентиляльных блоков применять тиристорный блок (рис. 22), состоящий из параллельно соединенных тиристоров ТЛ-200 6-го—8-го класса с охладителями, цепи запуска включающего и рабочих тиристоров (резисторный делитель, развязывающие диоды, стабилитрон и заземлитель), смонтированных в том же корпусе. Ток управления включающего тиристора должен быть наименьшим из всех тиристоров блока и не превышать 100 мА.

Число параллельно включенных тиристоров в блоке должно определяться требованиями п.3.

5. Обходная отсасывающая перемычка (ОП) представляет собой электрически неразрывную рельсовую нить из контактного рельса, уложенного изолированно на шпалах параллельно пути (допускается прокладка внутри колес) на расстоянии не менее 30 см от крайнего рельса. Для непрерывности электрической цепи на каждом стыке ОП привариваются по четыре типовых медных соединителя сечением 95 мм² (по меди) каждый при обязательном наличии на каждом сборном стыке металлических накладок. Допускается сваривание рельсов на всем протяжении перемычки. Сопротивление изоляции обходной перемычки должно быть не ниже 10,0 Ом·км.

Допускается в качестве отсасывающей перемычки применять силовые кабели, проложенные вдоль участка секционирования на кронштейнах.

6. Электротяговые соединители для подключения вентиляльных блоков и защитных устройств (защитных дросселей, датчиков контроля прохождения сигнального тока) к дроссель-трансформаторам, рельсам и отсасывающей перемычке выполняются тремя проводами сечением 120 мм² (по меди) каждый через типовые наконечники. Электротяговые соединители прокладываются изолированно от путевого бегона и надежно закрепляются на шпалах.

7. При секционировании рельсового пути используют типовые сборные или клееболтовые изолирующие стыки. Наименьшее сопротивление изоляции между любой металлической накладкой и каждым рельсом стыка должно быть не менее 150 Ом (см.п.8.3.5).

8. Вентильное секционирование локальных участков пути должно осуществляться на стыке участков, оборудованных только двухниточными рельсовыми цепями. При этом для обеспечения устойчивого функционирования рельсовых цепей АТДП обходная (шунтирующая) перемычка для каждой рельсовой цепи независимо от частоты сигнального тока должна иметь полное сопротивление по переменному току частотой 50 Гц не менее 2 Ом.

При измерениях приборами с меньшим, чем указано, входным сопротивлением ($R_{п}$) или с электродами, имеющими большее, чем указано, сопротивление ($R_{э}$), истинное значение измеренной величины, V :

$$U_{ист} = U_{изм} \frac{R_{п} + R_{э}}{R_{п}}$$

где $U_{изм}$ — показания прибора, В.

8.2. Измерение потенциалов ходовой рельсовой сети. Потенциальные диаграммы

8.2.1. Измерение разности потенциалов "рельс — обделка", "рельс — шина заземления" и "рельс — земля" производится вольтметрами (стрелочными, регистрирующими, интегрирующими), имеющими внутренние сопротивления, указанные в п.8.1.3. Вольтметр через КИП-1 (рис.3,а) соединяется положительным зажимом со средним выводом путевого дроссель-трансформатора, отрицательным — с тубингом (чугун), шиной заземления (железобетон, мост, эстакада), стальным кольшком в грунте (открытые участки).

Стрелочные и регистрирующие вольтметры должны иметь двухстороннюю шкалу с пределами измерений до 100 В. Интеграторы потенциалов должны раздельно интегрировать потенциалы положительного и отрицательного знаков. Продолжительность измерений определяется требованиями п.8.1.2, средние значения — по методике п.8.6. Описание схем приборов и их данные приведены в п. 8.7.

8.2.2. Потенциальные диаграммы ходовой рельсовой сети снимаются по возможности одновременно во всех контрольно-измерительных пунктах

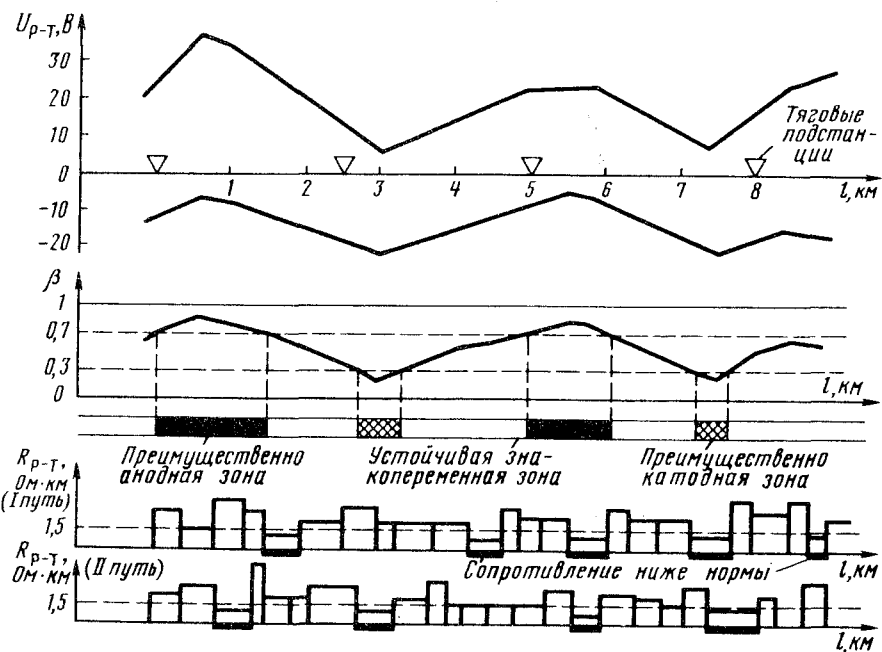


Рис.4. Сводные данные контролируемых параметров тяговой рельсовой сети

10.3. Все электрические измерения следует выполнять дистанционно. При невозможности организации дистанционных измерений внутри тоннеля они выполняются в ночное время при отсутствии движения поездов. Выполнение электрических измерений внутри тоннеля при движении поездов допускается в исключительных случаях по распоряжению руководства метрополитена бригадой, состоящей не менее чем из двух человек (один производит измерения, другой наблюдает за движением поездов), с соблюдением требований Правил ЦМетро/3915. Расположение приборов и людей должно быть вне габарита подвижного состава со стороны, противоположной расположению контактного рельса.

10.4. Во избежание электротравматизма при прикосновении к ходовым рельсам и конструкциям, связанным с ними, а также к зажимам и выводам КИПов присоединение приборов и измерительных проводов следует производить инструментом с изолированными рукоятками или в диэлектрических перчатках.

10.5. На открытых участках метрополитена запрещается проводить все измерения во время дождя, грозы, мокрого снега и тумана.

10.6. Все работы, для выполнения которых требуется подготовка рабочего места, отключение электроустройства, установка переносных заземлений (закороток), установка переносных ограждений, должны выполняться по наряду с разрешения электродиспетчера.

10.7. Все измерительные работы в электродепо выполняют в зависимости от категории по наряду или распоряжению с обязательным уведомлением электродиспетчера и дежурного по электродепо о производстве работ. Запрещается проведение измерений под составом, находящимся под напряжением.

10.8. Провода, применяемые при измерениях в тоннелях, на открытых участках и в электродепо, должны иметь изоляцию, рассчитанную на 2000 В.

При прокладке измерительных проводов под контактным рельсом необходимо надежно закрепить их по всей длине так, чтобы они не могли быть захвачены проходящим поездом или сдвинуты с места потоком воздуха.

Запрещается размещать измерительные провода поверх головок ходовых рельсов.

10.9. Производство работ в колодцах, коллекторах, шурфах, шахтах и ствколах разрешается производить бригадой, состоящей не менее чем из трех человек при условии, что воздушная среда не содержит концентрации газов, определяемой в соответствии с п.2.15 СНиП III -4-80. При выполнении работ двое рабочих должны находиться вне колодца (шурфа и т.п.) и страховать с помощью каната непосредственного исполнителя работ внутри колодца. Канат крепится к предохранительному поясу. При выполнении работ в коллекторах или коммуникационных тоннелях должны быть открыты два ближайших люка или двери с таким расчетом, чтобы работающие находились между ними.

10.10. Производство измерений в наклонных ходах эскалаторов разрешается при остановленном эскалаторе.

Заместитель начальника
главный инженер Главного
управления метрополитенов

А. И. КОРОЛЕВ

УСТРОЙСТВО ВЕНТИЛЬНОГО СЕКЦИОНИРОВАНИЯ
РЕЛЬСОВОЙ СЕТИ МЕТРОПОЛИТЕНА

1. Для ограничения утечки тяговых токов с локальных участков пути (в тоннелях на участках с пониженным переходным сопротивлением, тупиках, электродепо) при соответствующем обосновании (п.5.7) может применяться вентильное секционирование.

Действие вентильного секционирования основано на предотвращении попадания тяговых токов на рельсы внутри участка секционирования от поездов, находящихся в тяговом режиме вне этого участка. Подключение этих участков к остальной рельсовой сети осуществляется через вентильные блоки ВВ (рис. 21, а, б, в).

При необходимости пропуска тягового тока в обход выделенного локального участка должна быть установлена обходная отсасывающая перемычка (ОП) (см. рис.21,б,в), проложенная изолированно, сечением, эквивалентным по проводимости одному контактному рельсу. При устройстве вентильного секционирования должны соблюдаться требования, обеспечивающие нормальное функционирование рельсовых цепей (см. гл. 6 Инструкции).

2. Схема вентильного секционирования состоит из вентильного блока, изолирующих стыков, защитных устройств, соединительных проводов, и обходной отсасывающей перемычки.

При устройстве сплошного вентильного секционирования отвод тяговых токов от поездов, идущих в тяговом режиме внутри участка секционирования, осуществляется через специальные вентильные блоки, состоящие из двух плеч ВВ1 и ВВ2 (см. рис.21, б).

3. Вентильные блоки, входящие в состав устройства вентильного секционирования, должны быть рассчитаны на пропуск тягового тока за время хода поезда по участку секционирования с учетом наименьшего интервала между поездами и режима короткого замыкания в тяговой сети. В вентильных блоках должны устанавливаться циклоустойчивые вентили.

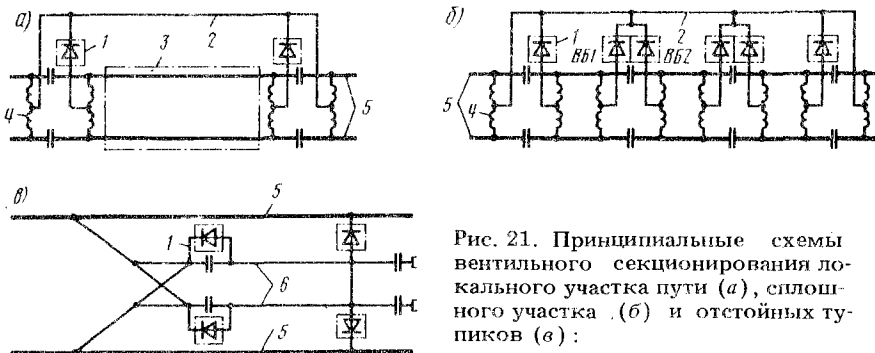


Рис. 21. Принципиальные схемы вентильного секционирования локального участка пути (а), сплошного участка (б) и отстойных тупиков (в):

1 - вентильный блок (ВВ); 2 - обходная отсасывающая перемычка (ОП); 3 - выделяемый секционированием локальный участок пути; 4 - путевые дроссель-трансформаторы; 5 - тяговые рельсовые нити; 6 - пути отстоя (оборота) поездов

Категория измеряемой величины по продолжительности измерений	Цель измерения	Единая система обозначения	Расчетная формула
Среднесуточные значения	Общая оценка характера распределения измеряемой величины, потери от электрокоррозии за сутки, год и т.п.	$A_{ср.с}$	$A_{ср.с} = \frac{n_c}{n_{и}} A_{изм}$
Среднее значение за время работы метрополитена	Общая оценка уровня измеряемой величины	$A_{ср.р}$	$A_{ср.р} = \frac{n_p}{n_{и}} A_{изм}$
Среднее значение за час интенсивного движения (пик)	Превышение величины нормируемых значений по опасности электрокоррозии	$A_{ср.п}$	$A_{ср.п} = \frac{n_{п}}{n} A_{изм}$
Наибольшее (кратковременное) значение	Техника безопасности, соответствие условий работы защитных устройств их номиналам	$A_{м}$	Определяется только измерением
Среднее значение за период измерения	То же	$A_{изм}$	$A_{изм}$

Величины, входящие в расчетные формулы:

- A - измеряемая величина (потенциал, ток);
- T_p - время работы метрополитена, ч;
- N - суммарное число пар поездов за сутки;
- n_p - среднечасовая парность движения поездов за время работы метрополитена, поезд/ч;

$$n_p = \frac{N}{T_p};$$

$n_{п}$ - среднечасовая парность движения поездов для часа пик, поезд/ч;

n_c - среднечасовая парность движения поездов за сутки, поезд/ч;

$$n_c = \frac{N}{24};$$

$n_{и}$ - среднечасовая парность движения поездов в период измерения, поезд/ч.

П р и м е ч а н и е. Значение измеряемой величины на перспективу определяется путем умножения этой величины на коэффициент $P = M_{пс}(\Pi_{пс}) / M(\Pi)$, где $M_{пс}(\Pi_{пс})$ - число вагонов (парность) движения поездов на перспективу; $M(\Pi)$ - то же на период измерений.

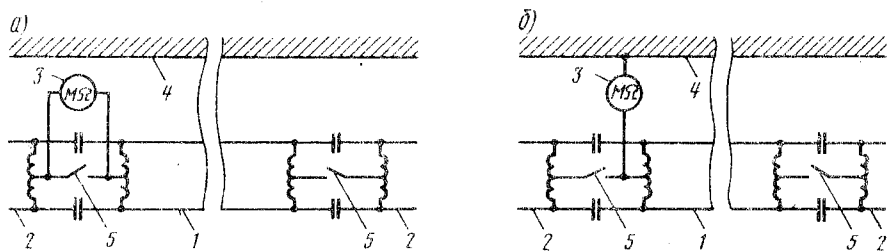


Рис.5. Принципиальная схема измерения переходного сопротивления рельсов относительно смежной рельсовой сети (а) и тела тоннеля (б): 1 — рельсы измеряемого блок-участка; 2 — рельсы смежных участков; 3 — измеритель сопротивления заземлений (М-416, МС-07); 4 — тело тоннеля; 5 — отсоединенная междроссельная перемычка

трансформатора будут вложены изолирующие прокладки из текстолита, прессшпана и т. п. Если к данной междроссельной перемычке подключено междулучное соединение или какая-либо цепь, то они должны остаться подключенными к междроссельной перемычке со стороны, смежной с измеряемой рельсовой цепью (т. е. вне рельсовой цепи, переходное сопротивление которой измеряется).

Измеритель сопротивления подключается одним зажимом к среднему выводу дроссель-трансформатора измеряемой цепи, другим — к среднему выводу дроссель-трансформатора смежной рельсовой цепи (рис. 5,а). В тоннелях с чугунными тубингами последний зажим можно подключать к тубингу или любой конструкции, металлически связанной с ним (рис. 5,б). Измерения проводят в соответствии с инструкцией на пользование прибором.

Переходное сопротивление измеряемой рельсовой цепи, приведенной к 1 км пути, Ом·км,

$$R_{p-г} = R_{изм} l / 1000,$$

где $R_{изм}$ — показания прибора, Ом;

l — длина измеряемого участка, м.

При измерении переходных сопротивлений рельсов на канавах электродепо и в отстойных тупиках обе нити объединяют временной перемычкой и

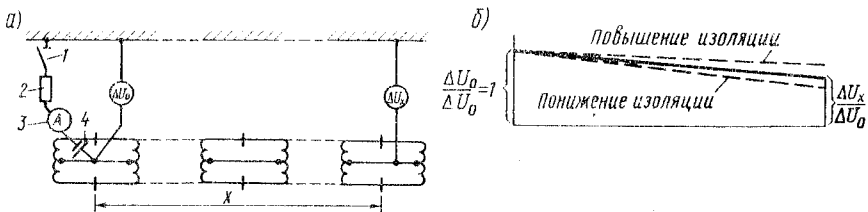


Рис.6. Схема упрощенного метода контроля уровня переходных сопротивлений рельсовой сети (а) и оценка результатов измерений (б):

1 — разъединитель; 2 — резистор; 3 — амперметр; 4 — источник постоянного тока

рий защиты от коррозии, создаваемые при службах ЭПС метрополитенов. Работа лабораторий осуществляется по планам, утверждаемым главным инженером метрополитена.

9.3. Контроль за выполнением требований настоящей Инструкции при строительстве метрополитена осуществляется главным инженером Метро-строя, при проектировании — главным инженером проекта.

9.4. Дирекция строящегося метрополитена должна периодически в процессе строительства новых линий контролировать осуществление предусмотренных проектом защитных мероприятий. Согласование проектов на строительство осуществляется метрополитеном только при отражении в проекте всех требований настоящей Инструкции.

Т а б л и ц а 9

Наименование работ	Периодичность	Методика
Проверка условий прокладки кабелей и трубопроводов в тоннелях, по метромостам и эстакадам	При приемке, затем один раз в 3 года	Путем осмотра
Проверка изоляции изолирующих муфт и фланцев	При приемке, затем один раз в 5 лет	п.8.4.3
Измерение потенциалов чугунных и железобетонных (арматура) тубингов относительно земли в районах сближения с внешними источниками блуждающих токов и на ответственных участках трассы	Не позднее 6 мес после начала эксплуатации, затем один раз в год*	п.8.4.1
Измерение потенциалов на кабелях и трубопроводах, проложенных в земле (но территории депо и т.п.)	Не позднее 6 мес после начала эксплуатации, затем один раз в год	п.8.4.2
Измерение токов утечки с арматуры железобетонных метромостов и эстакад	Не позднее 6 мес после начала эксплуатации, затем один раз в год	п.8.4.9
Проверка устройств контроля изоляции рельсов в здании электродепо	Один раз в квартал	Приложение III
Проверка контрольно-измерительных пунктов и разводящей сети	1 раз в год	п.8.4.8
Контроль установок активной защиты, вентильного секционирования и т.п.	1 раз в квартал	п.8.4.7

* При отсутствии электрокоррозионной опасности для обделки (по критериям п. 3.5.3 настоящей Инструкции), стабильном характере потенциальной диаграммы и отсутствии признаков существенного изменения поля блуждающих токов внешних источников (изменение конфигурации рельсовой сети, размеров движения, подключение новых линий, включение или изменение режимов активной защиты на городских коммуникациях и т.п.) допускается периодичность измерений увеличивать до 3 лет.

9.5. Сдача и приемка в эксплуатацию новых линий (участков) метрополитена производится при обязательном участии лаборатории защиты от коррозии с отражением в приемо-сдаточной документации выполнения требований настоящей Инструкции.

9.6. В предпусковой период лаборатория защиты от коррозии с участием представителя строительной организации производит контрольные измерения в объеме, предусмотренном табл.8. настоящей Инструкции.

Результаты измерений записывают в совместном протоколе. О всех нарушениях требований настоящей Инструкции составляют акт, направляемый строительной организации. После устранения строительной организацией отмеченных нарушений проводят повторные контрольные измерения.

Протоколы измерений приобщают к приемо-сдаточной документации.

9.7. При эксплуатации метрополитена соответствующие службы должны обеспечивать поддержание технического состояния сооружений, конструкций и устройств на уровне требований настоящей Инструкции.

Лаборатория защиты от коррозии осуществляет периодический контроль за мерами по ограничению утечки тяговых токов и защите сооружений и конструкций от электрокоррозии в объеме, предусмотренном табл. 8,9 настоящей Инструкции.

Управление метрополитена по согласованию с Главным управлением метрополитенов МПС при эксплуатационной длине метрополитена более 50 км может часть работ по контролю и измерениям (табл.8,9) передать соответствующим подразделениям метрополитена. В этом случае лабораторией осуществляется методическая помощь службам и контроль за периодичностью и результатами проверок и измерений закрепленных за службами параметров.

9.8. О всех нарушениях требований настоящей Инструкции лабораторией защиты от коррозии составляется акт (приложение IV), представляемый главному инженеру метрополитена на утверждение. Устранение отмеченных актов нарушений производится в срок, указанный главным инженером метрополитена, той службой, в чьем ведении находится сооружение или конструкция, на которой обнаружено нарушение. Эта служба уведомляет лабораторию защиты об устранении нарушения.

В случае невозможности устранения нарушения силами службы (большой объем работ, отсутствие специалистов, механизмов) в метрополитенах могут создаваться временные подразделения (бригады, участки) для выполнения этих работ.

10. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

10.1. При проведении электрических измерений и эксплуатации защитных устройств метрополитена следует руководствоваться действующими "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", "Правилами технической эксплуатации метрополитена", "Инструкцией по сигнализации на метрополитенах" (ЦМетро/3441) и "Правилами прохода (проезда) в тоннели и на наземные участки метрополитенов в период движения электропоездов и наличия напряжения на контактном рельсе" (ЦМетро/3915).

10.2. Персонал лаборатории должен иметь следующие квалификационные группы:

начальник лаборатории	— V;
инженерно-технический состав	— IV;
остальные работники	— III.

Характер зоны потенциалов рельсов	Коэффициент несимметричности потенциальной диаграммы β
Преимущественно анодная зона	Свыше 0,7
Устойчивая знакопеременная зона	0,3 — 0,7
Преимущественно катодная зона	Ниже 0,3
Коэффициент несимметричности:	

$$\beta = \frac{U_{p-t}(+)}{|U_{p-t}(+)/+|U_{p-t}(-)|},$$

где $U_{p-t}(+)$, — соответственно положительные и отрицательные значения среднесуточных потенциалов рельсов по отношению к тоннельной обделке.

с шагом 0,5—1 км. Возможно одновременное измерение потенциалов в разных пунктах с последующим приведением их значений к средним за соответствующий период (табл.3). Потенциальная диаграмма (среднесуточные значения) строится следующим образом: по оси абсцисс наносят длину данной линии метрополитена с соответствующей пикетной разметкой; по оси ординат положительные значения потенциалов откладываются вверх, а отрицательные — вниз (рис.4). Ниже значений потенциалов соответственно пикетной разметке наносятся измеренные величины переходных сопротивлений "рельс — обделка" и нормируемые значения по п.4.2.1 настоящей Инструкции.

Для оценки потенциальной диаграммы вводятся понятия преимущественных и устойчивых потенциальных зон в соответствии с табл.4.

Диаграмма изменений коэффициента β вдоль линии метрополитена совмещается с потенциальной диаграммой (см. рис.4). Оценка вида потенциальной диаграммы производится по коэффициенту β в соответствии с п.4.1.3 исходя из следующих положений:

чем более симметрична (относительно нуля) потенциальная диаграмма или чем на большей протяженности имеется устойчивая знакопеременная зона ($\beta = 0,3 \div 0,7$), тем оптимальнее распределение потенциалов с точки зрения минимизации токов утечки с рельсов.

Направленность мероприятий по нормализации потенциальной диаграммы (например, регулированием распределения нагрузок тяговых подстанций) должна заключаться в снижении протяженностей преимущественно анодных и катодных зон.

8.3. Измерения по контролю мер ограничения утечки тяговых токов

8.3.1. Электрическое переходное сопротивление между рельсами и тоннельной обделкой определяется в рельсовых цепях с изолирующими стыками измерителями сопротивлений заземлений М-416 или МС-07 (МС-08) по двухэлектродной схеме (рис.5). Измерения производятся при отсутствии движения поездов в ночное время.

Перед измерениями интересующая рельсовая цепь отделяется от остальной рельсовой сети перегона или станции отсоединением междроссельных перемычек от средних выводов дросселей измеряемой цепи с обеих сторон. Разрешается не снимать полностью перемычки при условии, что после снятия крепежных болтов между перемычкой и средним выводом дроссель-

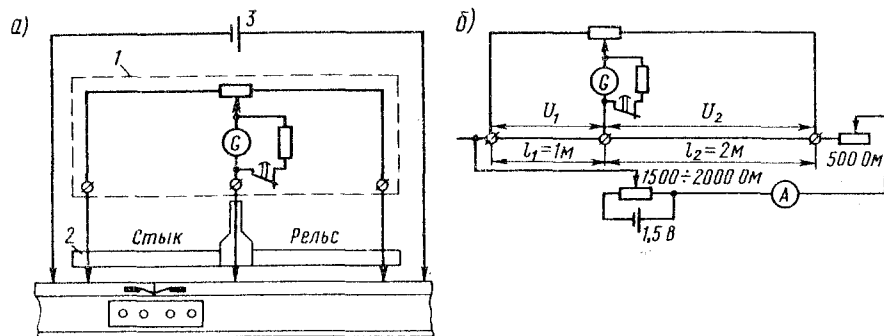


Рис. 7. Схемы измерения сопротивления сборного стыка (а) и проверки стыкоизмерителя (б): 1 — измерительная коробка стыкоизмерителя ЦНИИ-56; 2 — контактная штанга; 3 — источник постоянного тока

следить за тем, чтобы рельсовые накладки и стыковые соединители полностью находились между крайним и средним зажимами штанги (с отметкой "стык"), и за поддержанием хорошего контакта между зажимами и рельсовой нитью.

При измерении с помощью двух милливольтметров сопротивление стыка, выраженное в метрах длины рельса, определяется по формуле

$$R_{ст} = \frac{U_1}{U_2} - 1,$$

где U_1 — падение напряжения на 1 м рельса со стыком;
 U_2 — падение напряжения на 1 м рельса без стыка.

При этом синхронная фиксация U_1 и U_2 производится не менее пяти раз, затем определяется среднее значение.

8.3.4. Электрическое сопротивление дроссельного стыка измеряют по схеме, представленной на рис. 9, двумя милливольтметрами:

mV₁ — с пределом измерений 1000—0—1000 мВ,
mV₂ — с пределом измерений 100—0—100 мВ.

Измерения проводят при отсутствии движения поездов в ночное время; для создания тока в рельсах используют источник постоянного тока, аналогичный источнику при измерениях электрического сопротивления рельсовых стыков (п.8.3.3). При кратковременном подключении к рельсам

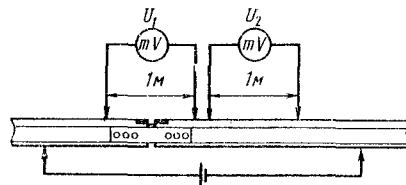


Рис. 8. Схема измерения сопротивления сборного стыка двумя милливольтметрами

8.7.5. Измерительные электроды сравнения предназначены для создания электрического контакта измерительной цепи с землей при измерениях потенциалов сооружений и конструкций по отношению к земле. Потенциал поляризации электрода, возникающий в контакте его с грунтом, должен вносить наименьшее искажение в показания прибора (стальные электроды) или иметь заранее известное постоянное значение, на которое можно внести поправку при обработке результатов измерений (неполяризующиеся электроды). Практически стальные электроды можно использовать при измерениях значений более 1 В. Переносной стальной электрод сравнения изготавливается из стальной проволоки диаметром 10—12 мм длиной 300—350 мм с винтом на конце для присоединения измерительных приборов. Стационарный стальной электрод сравнения (например, для КИП-II) должен иметь длину заглублиения в грунте не менее 0,5 м и устанавливаться по рабочим чертежам.

Переносной медносульфатный неполяризующийся электрод сравнения состоит (рис. 20) из корпуса (эбонит, оргстекло), в нижней части которого крепится пористая диафрагма из дуба, предохраняемая от повреждений в нерабочем состоянии колпачком из латуни. В верхней части через резиновую пробку внутрь корпуса вводится медный электрод, имеющий на наружном конце зажим для подключения измерительного провода. Внутрь корпуса заливается насыщенный водный раствор медного купороса (CuSO₄) с добавлением еще нескольких кристаллов его. Раствор, приготовленный на основе химически чистого купороса и дистиллированной воды, заливается за сутки до измерения. При измерениях электрод устанавливается на увлажненный грунт или поверхность бетона пористой диафрагмой.

Пластинчатый свинцовый электрод применяется лишь при измерениях на голых освинцованных кабелях, проложенных в канализации. Электрод изготавливается из куска свинцовой оболочки кабеля или специально отливается из кабельного свинца.

9. КОНТРОЛЬ ЗА ВЫПОЛНЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ НАСТОЯЩЕЙ ИНСТРУКЦИИ

9.1. Для постоянной координации комплексного решения вопросов защиты от электрокоррозии в метрополитенах должны быть созданы технические комиссии из представителей заинтересованных служб, возглавляемые главным инженером метрополитена.

9.2. Контроль за выполнением требований настоящей Инструкции при эксплуатации метрополитена возлагается на специализированные лаборато-

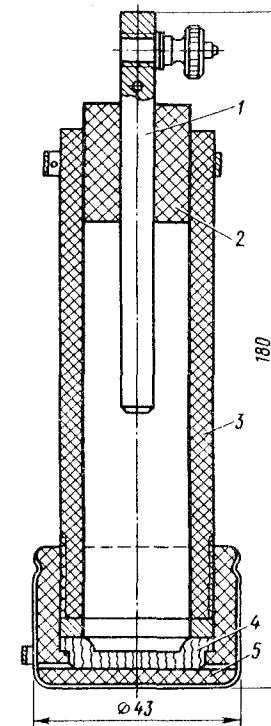


Рис. 20. Медносульфатный неполяризующийся электрод ИМ-СЭ-58: 1 — медный электрод; 2 — корпус; 3 — пористая диафрагма; 4 — резиновая пробка; 5 — крышка защитная

Т а б л и ц а 8

Наименование работ	Периодичность	Методика
Измерение переходного сопротивления рельсового пути	При приемке, спустя 6 и 12 мес после начала эксплуатации, затем один раз в 2 года*	п.8.3.1
Снятие среднесуточных потенциальных диаграмм рельсовой сети	Не позднее 6 мес после начала эксплуатации, затем один раз в 2 года**	п.8.2.2
Измерение сопротивления сборных рельсовых стыков	При приемке, затем один раз в год	п.8.3.3
Проверка состояния приварных стыковых соединителей	Раз в квартал	Путем осмотра
Измерение сопротивления дроссельных стыков	При приемке, затем один раз в 2 года	п.8.3.4
Проверка состояния изолирующих стыков, установленных по п. 4.2.20	При приемке, затем один раз в год	п.8.3.5
Проверка состояния изолирующих втулок и прокладок на ходовых рельсах мостов, эстакад и на железобетонных шпалах	При приемке, затем один раз в 2 года	п.8.3.9
Измерение переходного сопротивления рельсового пути в здании электродепо, отстойных тупиках	При приемке, затем один раз в 2 года, а также при срабатывании устройств контроля изоляции	п.8.3.1
Проверка изоляции отрицательных питающих линий тяговых подстанций и междупутных соединителей	При приемке, затем один раз в 3 года	
Контроль состояния обделки тоннелей и выявление течей, обводненных участков, загрязнения путевого бетона, рельсовых скреплений и т.п.	Регулярно с учетом местных условий; а также при выполнении работ в тоннеле	Путем осмотра

* Допускается на участках с переходным сопротивлением, устойчиво превышающим нормируемые значения, периодичность измерений увеличивать до 5 лет, если за этот период не появятся признаки (течи, обводнение тоннелей, повышение влажности и т. п.), могущие повлиять на снижение переходного сопротивления рельсового пути.

** Допускается более частое снятие потенциальной диаграммы при необходимости регулировки нагрузок тяговых подстанций, при изменении режимов их работы, изменениях, связанных с работой энергосистемы, при подключении новых участков метрополитена, и др.

На участках со стабильными потенциальными диаграммами контролировать потенциалы допускается лишь в характерных (до 30%) пунктах линии (участки метрополитена (отсосы, концы участков консольного питания, станции и т.п.).

измерения проводят по отношению к контуру заземления депо. Эти измерения выполняют при снятом напряжении с данной канавы или тупика.

8.3.2. В процессе эксплуатации метрополитенов допускается использовать упрощенный метод контроля уровня переходных сопротивлений ходовой рельсовой сети, осуществляемый сразу по всей линии или на протяженных участках. Этот метод применим лишь после того, как на всех рельсовых цепях достигнут уровень сопротивления, превышающий нормируемый. Метод позволяет контролировать поддержание достигнутого уровня переходных сопротивлений в целом всей рельсовой сети. Метод заключается в следующем. После завершения очередного измерения переходных сопротивлений по участкам (по методике п.8.3.1.) специальным источником постоянного тока ($U=50\pm 60$ В, $I=50\pm 100$ А), временно подключаемым ночью между средним выводом путевого дроссель-трансформатора и обделкой (шиной заземления) тоннеля (рис.6), создается разделение телематрицы (3—5) импульсов смещения потенциала "рельс — обделка" длительностью 3—5 с каждый; при этом значение тока каждого импульса поддерживается постоянным (контролируется по амперметру). Во время выполнения измерений ходовые рельсы, отсасывающие линии, минусовая шина подстанции не должны иметь заземления; закоротки между ходовыми и контактными рельсами остаются включенными*.

Импульсы смещения потенциалов фиксируются регистрирующими приборами в точке воспроизводства импульсов (ΔU_0) и через 1—3 км по обе стороны от этой точки (ΔU_x).

По результатам измерений строится график относительных смещений потенциалов $\frac{\Delta U_x}{\Delta U_0}$. Повторные измерения производят с периодичностью,

приведенной в табл.8. Методика повторных измерений (точка воспроизводства импульсов, пункты измерения, схема рельсовой сети и т.п.) аналогична. По графикам изменения относительных смещений потенциалов (на рис. 6,б пунктиром) определяют изменения в уровне переходных сопротивлений: если график относительного смещения потенциала лежит выше соответствующего графика по прошлым измерениям, то уровень переходного сопротивления на этом участке возрос, если ниже — то снизился.

В последнем случае секцию рельсовой цепи, на которой понизилось переходное сопротивление, можно определить по методике, приведенной в п.8.3.1.

8.3.3. Электрическое сопротивление рельсовых стыков измеряют специальными (рис.7) стыкоизмерителями (например, типа ЦИИИ-56) или с помощью двух милливольтметров с пределами измерений 10—100 мВ (рис.8). Измерения проводят при отсутствии движения поездов в ночное время; для создания тока в рельсах кратковременно подключают к рельсам источник постоянного тока (например, щелочной аккумулятор 1,2 В — две банки НКМ-10 на 10 А·ч, соединенные параллельно, или любой другой источник достаточной мощности).

Схемы стыкоизмерителей собраны по принципу неполного моста, дополняемого двумя плечами при установке на путь (сплошной рельс длиной 1 м и стык рельсов с двумя концами рельсов общей длиной 1 м). Нулевое показание (мост уравновешен) индикатора в измерительной диагонали моста достигается изменением регулируемых плеч моста. При измерениях стрелку индикатора следует установить на нуле. Отсчет измеренного сопротивления стыка рельсов производят по положению ручки на шкале потенциометра. В измеренное сопротивление не входит сопротивление концов рельсов, образующих стык. При измерениях необходимо

* Во время подачи импульсов нельзя производить смену рельсов, рассоединение средних точек дроссель-трансформаторов и т.п.

но осмотром мест и участков наиболее возможных сообщений и затем (после устранения найденных при осмотре сообщений) специальными измерениями.

Наиболее возможные места сообщения рельсов:

- с тоннельной обделкой — в местах расположения затворов;
- с трубопроводами — в местах прохода их под путями;
- с оболочками кабелей — через конструкции, заземленные на рельс или средний вывод путевого дроссель-трансформатора, через конструкции стрелочного привода;
- с арматурой лотковых железобетонных тубингов — через выпуски арматуры;
- с арматурой и деталями мостовых (эстакадных) конструкций — через болты крепления верхнего строения пути на мостах (эстакадах).

Сообщения могут выявляться при последовательном (вдоль всего метрополитена) измерении электрического переходного сопротивления рельсовых цепей по методике, приведенной в п. 8.3.1. Если сопротивление "рельс — обделка" равно нулю, то данная рельсовая цепь имеет сообщение.

Другой метод отыскания сообщений конструкций метрополитена с ходовыми рельсами заключается в следующем.

Специальный источник постоянного тока ($U=50\pm 60$ В, $I=50\pm 100$ А) в ночное время включается в разрыв междроссельной перемычки. Переносным стрелочным вольтметром на пределах 10 В и выше измеряют вдоль тоннеля разность потенциалов "рельс — обделка" (шина заземления, трубопровод, конструкция и т. п.). В месте сообщения показания вольтметра равны нулю. При проведении измерений нельзя производить работы, связанные с заменой рельсов.

Аналогичным образом отыскивают сообщения на метромостах и эстакадах. Если измерения потенциалов могут выполняться при движении поездов, то устанавливать источник постоянного тока нет необходимости, а вольтметром измеряется разность потенциалов "рельс — конструкция", создаваемая тяговыми нагрузками.

8.3.7. Выявление участков локального понижения переходного сопротивления "рельс — тело тоннеля" производится с целью устранения причин, вызвавших понижение, первоначально путем осмотра, а затем специальными измерениями.

Наиболее возможные места понижения переходного сопротивления располагаются в местах:

- течей (особенно засоленных) с тоннельной обделки на путь;
- подсоса влаги путевым бетоном;
- промокших шпал, которые утратили электроизолирующие свойства;
- загрязнения верхнего строения пути.

Для выявления путем электрических измерений участков с пониженным переходным сопротивлением используется метод, приведенный в пп. 8.3.1, 8.3.8.

8.3.8. Выявление шпал с пониженным сопротивлением в цепи "рельсовая подкладка — шпала — бетон" в случае необходимости производится следующим образом. На ближайших пяти-шести шпалах с обеих сторон от измеряемой шпалы рельс высвобождается от закрепления путем поворота штыря, затем приподнимается домкратом от верхней поверхности путевой подкладки; между подошвой рельса и подкладкой прокладывается огибающая изоляционная прокладка (полиэтиленовая пленка, резина, пластмасса и т. п.). Измерения проводят мегаомметром М-1101 (на 500 В) по схеме рис. 11, а в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора. Узел рельсового скрепления на шпале с хорошими изоляционными свойствами должен иметь сопротивление не менее 6000 Ом каждый (в целом на шпалу 3000 Ом).

Если не удастся изолировать рельс от подкладки, то описанное измерение возможно проводить только при снятом с пути рельсе. При этом один из полюсов прибора присоединяют к смежному рельсу, а другой — к подкладке.

коэффициента 10, указанного на шкале счетчика (или с умножением на 0,1, если коэффициент на шкале не указан).

Все счетчики с измененными номиналами в обязательном порядке должны быть заново тарированы на стенде при стабилизированном номинальном напряжении.

Для снятия потенциальных диаграмм ходовой рельсовой сети метрополитена могут быть использованы интеграторы блуждающих токов ИТБ-1 (рис. 19, в). Они предназначены для определения средних значений разности потенциалов и осуществляют раздельное интегрирование положительных и отрицательных значений потенциалов. Интеграторы имеют следующие технические данные:

диапазон интегрирования входных сигналов (без добавочного делителя напряжения)	от 0,3 до 3 В
входное сопротивление	не менее 100 кОм
максимальное время интегрирования при максимальном сигнале	10 сут
цена деления шкалы	25 В·ч
габариты	32x105 мм
масса	150 г

Для использования ИТБ-1 в цепях с напряжением больше 3 В их включение осуществляется через делитель напряжения (рис. 19, з). Например, для использования ИТБ в цепи с напряжением 30 В резисторы R1 и R2 могут быть соответственно 900 и 100 Ом, для цепи с напряжением 90 В — 2900 и 100 Ом. При этом порог чувствительности ИТБ сдвигается в сторону больших значений потенциалов кратно соотношению сопротивлений делителя напряжения. Так, при использовании ИТБ с первым делителем его порог чувствительности будет 3 В, а со вторым — 9 В.

Для повторного использования интеграторов применяется специальное перезарядное устройство, которое возвращает показание прибора в исходное положение.

8.7.3. Для измерения переходных сопротивлений, сопротивлений заземления конструкций, изоляции и определения удельного сопротивления грунта используются приборы МС-08 (07), М-416, М-1101 (с номинальным значением напряжения в разомкнутой цепи 500 В). Основные технические данные приборов приведены в табл. 7.

Составитель: Г. С. Сидорова
в соответствии с образцом в СССР
Таблица 6

Основные технические данные	СВ-М641	СВ-М642	СВ-Ф605
Номинальное напряжение, В	200, 400, 800 (20, 40, 80 см. п.8.7.2)	26, 50	6, 24, 100, 400
Класс точности	0,5	1	0,2
Питание	—	—	220 В, 50 Гц
Масса, кг	4	4	6
Допустимая перегрузка (кратно) в течение			
7 мин	3	3	3
5 мин	5	5	—
Порог чувствительности, В	0,7—1,0	0,5—0,7	0,1—0,2

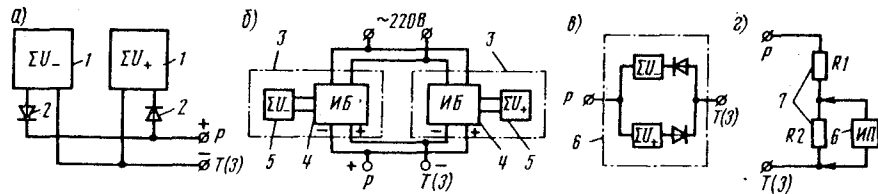


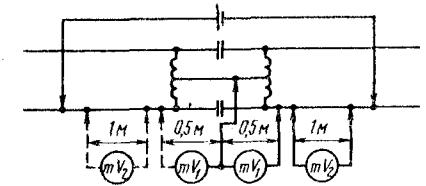
Рис.19. Схемы подключения интеграторов потенциалов "рельс — тело тоннеля (земля)" на базе механических (а), электронных (б), хемотронных (в,г) счетчиков вольт-часов: 1 — счетчик вольт-часов СВ-М641, СВ-М642; 2 — диодные развязки; 3 — счетчик вольт-часов СВ-Ф605; 4 — измерительный блок счетчика; 5 — отсчетное устройство счетчика; б — интегратор потенциала ИТБ-1; 7 — резисторный делитель

8.7.4. Для измерения сопротивления сборных рельсовых стыков на линиях метрополитенов используется стыкоизмеритель типа ЦНИИ-56. Основным элементом этого прибора является гальванометр М-122 (см.рис.7,а) с двусторонней шкалой 20—0—20 мкА с внутренним сопротивлением 10—20 Ом и чувствительностью $S_0=0,3$ мкА на одно деление. В схему прибора входит также потенциометр контактного типа, который состоит из точно тарированных резисторов. Конструктивно (см. рис.7,а) стыкоизмеритель выполнен как штанга из двух реек в виде перевернутой буквы "Г". На горизонтальной рейке, прикладываемой к рельсу в месте стыка, находятся три ножевых контакта, расстояние между которыми равно по 1 м. На вертикальной рейке смонтирована площадка для установки измерительного прибора (гальванометра и потенциометра). Положения рукоятки контактного потенциометра тарированы в метрах целого рельса. Сопротивление сборного стыка можно измерить от 0 до 9 м целого рельса. Переключая рукоятку потенциометра в различные положения, добиваются нулевого показания гальванометра при нажатой кнопке шунта. При нулевом показании гальванометра сопротивление стыка будет равно показанию шкалы потенциометра. Источником питания прибора является тяговый ток, проходящий по рельсовой нити, или ток от специально подключаемого к рельсам источника.

Т а б л и ц а 7

Основные технические характеристики	Тип прибора		
	МС-08 (07)	М-416	М-1101
Пределы измерения, Ом	0—10 0—100 0—1000	0—10 0—50 0—200 0—1000	0—1.10 ⁶ 0—5.10 ⁹
Класс точности	1,5	Погрешность ± 7%	1,0
Питание	От встроенного генератора постоянного тока	Автономное (три элемента 373 "Марс", соединенные последовательно)	От встроенного генератора постоянного тока
Габариты, мм	390x195x205	245x140x160	195x130x150
Масса, кг	10,5	3,0	3,6

Рис.9. Схема измерения сопротивления изолирующего стыка



источника одновременно измеряют падение напряжения на половине дроссельного стыка и на рельсе длиной 1 м. Аналогичные измерения производят теми же двумя приборами и для другой половины дроссельного стыка по данной нити рельсов (на рис.9 — пунктиром). Затем измерения повторяют аналогичным образом на противоположной рельсовой нити.

По результатам измерений сопротивление, вносимое дроссельным стыком в каждую рельсовую нить, отнесенное к сопротивлению 1 м рельса, определяется по формуле.

$$R_{дс} = \frac{U_1}{U_2} + \frac{U_3}{U_4} - 1,$$

где U_1 и U_3 — падение напряжения на половинах дроссельного стыка для данной

U_2 и U_4 — падения напряжения на 1 м рельса.

Полученные сопротивления для каждой нити сравниваются с нормируемым величиной (п.4.2.18).

Допускается применять с целью измерения электрического сопротивления дроссельных стыков специальные приборы, например стыкоизмерители.

8.3.5. Контроль изоляции изолирующих стыков, установленных для отделения путей метрополитена от путей железных дорог, от путей других линий, осуществляется путем измерения сопротивления в цепи "металлическая накладка — рельс" (рис.10). Для этого при включенном источнике питания постоянного тока с напряжением не менее 9—10 В (например, две последовательно соединенные батареи типа КБСЛ-0,5-4,5 В) прибором М-231 измеряют ток и напряжение в указанной цепи. Затем вычисляют сопротивление изоляции цепи "накладка — рельс".

Возможно измерение изоляции проводить измерителем сопротивления МС-07 (08) или М-416 по схеме рис. 10, б.

8.3.6. Выявление мест металлического сообщения (касания, контакта) сооружений и конструкций с ходовыми рельсами производится первоначаль-

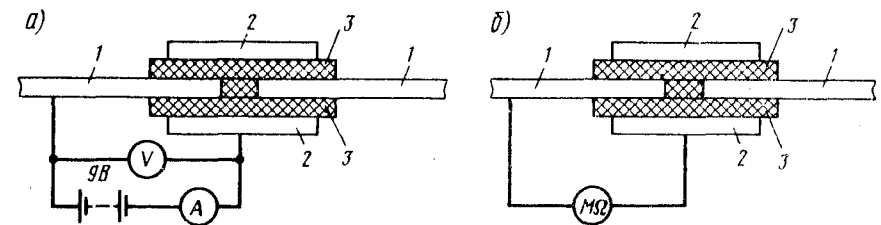


Рис.10. Схемы контроля изоляции стыка при помощи вспомогательного источника питания (а) и измерителем сопротивления МС-07 (МС-08) или М-416 (б):

1 — рельс; 2 — путевая накладка; 3 — изолирующие конструктивные элементы

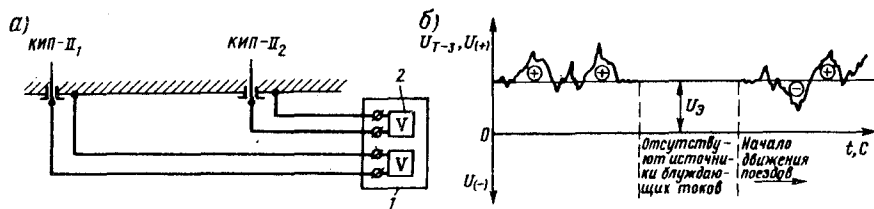


Рис.12. Принципиальная схема измерения потенциалов "тоннельная обделка — земля" (а) и метод обработки регистрограммы потенциалов для определения наложенных от блуждающих токов анодных и катодных смещений потенциала (б):

1 — шкаф сборки; 2 — регистрирующие вольтметры

зации U_0 , если нет возможности применить медносльфатный неполяризуемый электрод, следует переключить в КИП-II выводы "обделка" и "земля" (при стальном электроде — не ранее, чем за 6 ч, при чугунном — не раньше, чем за 3 ч до начала измерений). Действительная разность потенциалов, U , тоннельной обделки определяется по измеренной разности потенциалов ($U_{изм}$) по формуле

$$U_{T-3} = \pm U_{изм} - U_0$$

При необходимости выявления источника смещения потенциала обделки (метро, трамвай, железная дорога) совмещаются регистрограммы потенциалов обделки с регистрограммами потенциалов рельсов метро, трамвая, железной дороги. По синхронным аналогичным отклонениям потенциалов обделки и рельсов каждого источника делается вывод о действительном источнике вызываемого смещения потенциала обделки. Более эффективно это достигается при применении двухкоординатного регистрирующего прибора (например, двухкоординатного потенциометра Н-306 на вход одной оси которого подается потенциал обделки, на вход другой оси — потенциал "рельс — земля" одного из источников блуждающих токов (в соответствующих масштабах). В течение 10 — 15 мин потенциометром вычерчивается график зависимости двух измеряемых параметров. Затем измерения повторяют с подключением к входу прибора потенциала "рельс — земля" другого источника и т. д.

Полученные графики сопоставляют. По наиболее ярко выраженной (устойчивой и многократно повторяемой) зависимости изменения потенциала арматуры от потенциала рельсов определяют наиболее влияющий на потенциальное состояние арматуры источник блуждающих токов.

8.4.2. Разность потенциалов "сооружение (кабель, трубопровод) — земля" при прокладке их непосредственно в земле измеряется вольтметрами, соответствующими требованиям п.8.1.3. Вольтметр в контрольно-измерительном пункте подключается положительным зажимом к сооружению, отрицательным — к измерительному электроду. Если наибольшие значения измеряемой разности потенциалов не превышают 1 В, то должны применяться неполяризуемые электроды сравнения, при больших значениях могут быть использованы металлические электроды.

При использовании медносльфатного неполяризуемого электрода разность потенциалов между сооружением и землей

$$U_{c-3} = \pm U_{изм} - U_c$$

где $\sum_{i=1}^m U_i$ — сумма мгновенных значений потенциалов отрицательного знака, превышающих по абсолютному значению значение U_c ;
 m — число отсчетов отрицательного знака, превышающих по абсолютному значению значение U_c ;
 n — общее число отсчетов.

8.6.3. При регистрации потенциалов самопишущим прибором на диаграммную ленту наносится линия, смещенная по отношению к нулю шкалы на расстояние, соответствующее значению U_c . Планиметрирование площадей положительных и отрицательных импульсов производится относительно указанной линии.

8.6.4. При измерении потенциалов интеграторами вольт-часов в протокол измерений (приложение XIII) записывают начальные значения показаний прибора (N_1) и конечные (N_2). Среднее значение потенциала определяется по формуле

$$N_{cp} = (N_2 - N_1) / T,$$

где T — длительность включенного состояния интегратора, ч.

8.6.5. По средним значениям потенциалов рекомендуется строить диаграммы распределения потенциалов. С этой целью указанные величины откладывают в масштабе по схеме сети (трассе) подземного сооружения.

8.7. Измерительная аппаратура

8.7.1. При предусмотренных настоящей Инструкцией измерениях в связи с особыми требованиями, предъявляемыми к ним, следует использовать как приборы общего назначения, так и специальные приборы. Вольтметры для измерения потенциалов на рельсах, тоннельных обделках, подземных сооружениях, конструкциях, рельсах должны быть переносными, с двусторонней шкалой, с высокоомным входом (см. п.8.1.3), многопредельными, с быстрым успокоением. Промышленность выпускает универсальные приборы для измерений при защите подземных сооружений в поле блуждающих токов как стрелочного типа (М-231), так и регистрирующие (Н-373-1, Н-373-2, Н-373-3, Н-39, Н-399). Основные технические данные приборов приведены в табл. 5.

8.7.2. Для измерений потенциалов "рельс — обделка" могут быть использованы счетчики вольт-часов механические (СВ-М641, СВ-М642) или электронные (СВ-Ф605). Основные технические данные счетчиков приведены в табл. 6.

Счетчики вольт-часов комплектуются попарно — на одно номинальное напряжение. Для разделения положительных и отрицательных значений потенциалов счетчики СВ-М641 и СВ-М642 подключаются через диодную развязку (диоды Д226) по схеме (рис. 19,а), а счетчики СВ-Ф605 по схеме (рис. 19,б).

Счетчики СВ-М641 выпускаются на номинальное напряжение 200, 400, и 800 В. Конструктивно их отличие от СВ-М642 заключается в подключении последовательно со счетчиком добавочных резисторов, соответственно 9, 18 и 36 кОм. Подбирая вместо заводских добавочных резисторов новые (резисторы МЛТ-1, ВЗР) так, чтобы ток потребления счетчика был равен 25 мА, можно уменьшить номинальное напряжение счетчиков и использовать их для измерений потенциалов рельсовой сети. Для удобства отсчета по шкале счетчика сопротивление добавочных резисторов берут в 10 раз меньшим, чем заводских. Тогда номинальное напряжение счетчиков также снижается в 10 раз (соответственно 20, 40 и 80 В) и отсчет показаний производится по шкале непосредственно в вольт-часах, т.е. без введения

Основные технические данные	Регистрирующие		
	Н-373-1, Н-373-3	Н-373-2	Н-39
Пределы измерения напряжения	0,5; 1,5; 5; 15; 50; 150 мВ 0,5; 1,5; 5; 15; 50; 150 В	5; 15; 50; 75; 150 мВ 0,5; 1,5; 5; 15; 50; 150 В	5; 10; 25; 50; 75; 250 мВ 1; 2,5; 5; 10; 25; 50; 100 В
Пределы измерения тока	5; 50; 100 мА 1,5; 10 А	5; 15; 50; 150 мкА 0,5; 1,5; 5; 15; 50; 75; 150 мА	10; 50; 250 мкА С наружным шунтом до 500 А
Шкала приборов	Двусторонняя	Двусторонняя	Двусторонняя или с нулем слева
Класс точности	1,5	2,5	1,5
Время установления с погрешностью	—	3	2
Входное сопротивление	20 кОм/В	66,6 кОм/В на шкале В 20—500 кОм на шкале мВ	1 МОм на пределах 5—250 мВ 200 кОм на пределах 1—100 В
Питание	—	Переменное напряжение 127/220 В	Переменное напряжение 220 В или аккумуляторная батарея на 12 В с преобразователем П39
Масса, кг	1,4	9,5	9,5
Скорость движения бумаги, мм/ч	—	блок питания 0,5	блок питания 0,5

20, 60, 180, 600, 1200, 1200 (кроме Н-373), 1800, 5400

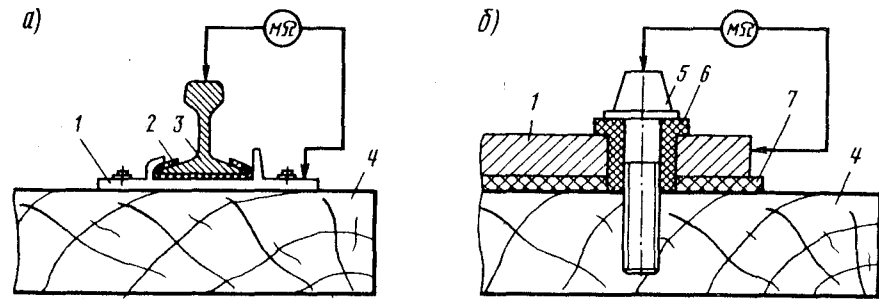


Рис.11. Схема выявления шпал с пониженным сопротивлением (а) и поврежденных изолирующих втулок (б):

1 — путевая подкладка; 2 — временная изоляционная прокладка; 3 — рельс; 4 — шпала; 5 — шуруп; 6 — изолирующая втулка; 7 — изолирующая прокладка

8.3.9. Проверка целостности изоляции деталей рельсовых креплений на метромостах и эстакадах производится прежде всего осмотром изолирующих втулок и прокладок; лопнувшие втулки, поврежденные прокладки заменяют на новые. Электрометрический контроль изоляции осуществляется измерением переходного сопротивления блок-участков рельсовых цепей на мосту (эстакаде) по отношению к смежным участкам пути, к шине заземления или металлической конструкции (арматуре) моста по методике, приведенной в п.8.3.1. Значение переходного сопротивления сравнивается с нормируемым (п. 4.2.1).

Отыскание поврежденных изолирующих втулок (если не удастся их выявить путем осмотра) производится измерением приборами М-416, МС-08, М-1101 сопротивления цепи "шуруп — подкладка — рельс" по схеме рис. 11,б. Втулка считается поврежденной, если сопротивление измеряемой цепи равно или близко к нулю.

Для контроля целостности втулок можно использовать специальные приборы (например, по предложению Киевского метрополитена).

8.4. Контроль коррозионного состояния и средств защиты сооружений и конструкций метрополитенов

8.4.1. Разность потенциалов 'обделка — земля' ('арматура — земля') измеряется вольтметром с характеристиками, соответствующими требованиям п.8.1.3. Вольтметр через КИП-II соединяется положительным зажимом с тубингом (арматурой), отрицательным — с измерительным электродом (рис.12,а). Для фиксации смещения потенциалов от влияния блуждающих токов собственно метрополитена и внешних источников необходимо отстроиться от постоянного во времени электрохимического потенциала 'тубинг (арматура) — электрод заземления' U_z , возникающего вследствие разнородности металлов (чугун, сталь) и отличия их собственных потенциалов при размещении в разных средах (земля, бетон).

С этой целью ночью, когда отсутствует движение поездов метро, трамвая, пригородных поездов железной дороги (но не ранее получаса после окончания движения), фиксируется (при отсутствии изменений потенциала) значение U_z (рис. 12,б), в дальнейшем принимаемое за нулевую линию при определении знака и значения смещений потенциалов от блуждающих токов. Если измерения выполняются по отношению к неполяризованному электроду сравнения, то за U_z принимается значение стационарного потенциала данного металла U_c (потенциал металла в данной среде без внешней поляризации по отношению к медносульфатному электроду). Среднее значение U_c составляет для стали в земле — минус 0,55 В, для стали в бетоне — минус (0,1 — 0,3) В, для чугуна в земле — минус 0,75 В. Для минимизи-

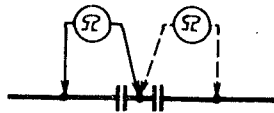


Рис. 14. Схема контроля состояния изолирующих фланцев

сопротивление между нейтральной вставкой и внешними участками трубопроводов (с обеих сторон). Изолирующие фланцы считаются исправными, если сопротивления превышают 10 Ом.

В случае отсутствия нейтральной вставки контроль состояния изолирующего фланца производится по методике п.8.4.3. Фланец считается исправным, если $R_{\text{ф}} \geq 10 \text{ Ом}$.

8.4.5. Искровые промежутки перед установкой проверяются на отсутствие короткого замыкания в цепи и соответствие уровня пробивного напряжения требуемому (п.4.1.9). Проверка осуществляется мегаомметром М-1101 на 1000 В. К зажимным болтам искрового промежутка подключают параллельно мегаомметр, высокоомный вольтметр и конденсатор емкостью 0,1 мкФ на рабочее напряжение 1000 В. Увеличивая постепенно число оборотов ручки мегаомметра, наблюдают за стрелкой вольтметра. При исправном искровом промежутке стрелка вольтметра отклоняется в сторону увеличения напряжения до момента пробоя промежутка, после чего возвращается в исходное положение.

При нескольких подобных испытаниях показания прибора не должны выходить за границы требуемого пробивного напряжения. Если искровой промежуток закорочен, то стрелка вольтметра не отклоняется. В этом случае требуется разобрать промежуток, зачистить медные электроды от заусенцев и опилок, собрать его и вновь испытать. Если пробой искрового промежутка наступает при напряжении ниже или выше требуемых значений, то следует его разобрать и увеличить или уменьшить число слюдяных прокладок. Болт вкладыша должен быть затянут до отказа. После каждого изменения числа прокладок следует вновь производить испытания.

В эксплуатационных условиях искровые промежутки проверяются мегаомметром М-1101 аналогично описанной выше методике.

В отдельных случаях в качестве индикаторного метода, не дающего, однако, возможности проверки сохранности вкладышей и соответствия пробивных напряжений нормируемым, можно проводить измерения с помощью батареи на напряжение 4—5 В с последовательно включенной лампочкой, подключаемыми к искровому промежутку. Отсутствие свечения лампочки свидетельствует об отсутствии короткого замыкания в искровом промежутке.

8.4.6. Проверка наличия металлической связи между арматурой железобетонных тубингов, арматурой и шиной заземления осуществляется с помощью измерителя заземления (М-416, МС-08), подключаемого по схеме (рис. 15). Для контакта с арматурой тубинга можно использовать накладные и монтажные металлические детали или вскрытую поверхность

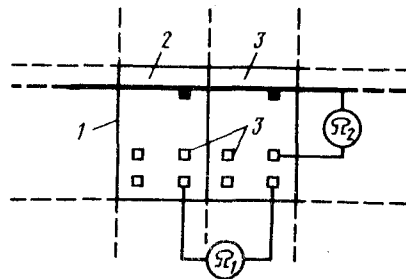


Рис. 15. Схема проверки наличия металлической связи между арматурой железобетонных тубингов (Ω_1), арматурой и шиной заземления (Ω_2): 1 — тубинг; 2 — шина заземления; 3 — накладные детали

$$K = \frac{U_{1\text{дт}} - U_{2\text{дт}}}{U_{1\text{дт}} + U_{2\text{дт}}} \cdot 100\% \leq 6\%$$

Если полученное значение коэффициента асимметрии тягового тока больше нормируемого, производится проверка состояния стыковых электротяговых соединителей, надежности присоединения дроссельных переключателей, их допустимые длины, состояние обмоток и т.п.

Обнаруженные неисправности устраняются, а коэффициент асимметрии по постоянному току приводится к норме.

8.5.4. Измерение сопротивления переменному току 50 Гц защитных индуктивных дросселей и дроссель-трансформаторов с учетом подмагничивания постоянным током выполняется по схеме (рис.18), где

V_1, V_2 — вольтметры переменного тока;

C_1, C_2 — конденсаторы емкостью 20—40 мкФ на рабочее напряжение не ниже 100 В (тип МБГП, МБГПО и т. п.);

R — резистор 1—2 Ом;

T_p — дроссель-трансформатор ДТ-0,6-500 (ДТ-0,6-1000);

A_1, A_2 — амперметры постоянного и переменного тока, включенные через шунты;

АБ — источник постоянного тока (до 400 А).

Измерения проводятся в такой последовательности: контакты $K1$ и $K3$ размыкаются, $K2$ — замкнут, переключатель ставится в положение I и в цепи устанавливается требуемый ток насыщения (измеряется амперметром $A1$). Затем переключатель устанавливается в положение II , контакт $K2$ размыкается, а $K1$ и $K3$ замыкаются и в схеме устанавливается по амперметру $A2$ переменный ток 1—2 А. По измеренным данным определяется сопротивление дросселя без насыщения, Ом,

$$Z_{\text{зд}} = U_1 / I_2$$

После этого замыкается контакт $K2$, переключатель переводится в положение I и измеряется сопротивление дросселя при подмагничивании. Для этого изменяют значение переменного тока до тех пор, пока показание на приборе $V2$ не достигнет того же уровня, что и в предыдущем случае. Изме-

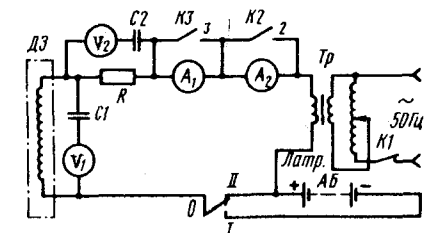


Рис.18. Схема измерения полного сопротивления защитного дросселя

ряется напряжение на дросселе U_1' и рассчитывается полное индуктивное сопротивление (Ом) дросселя при установленном токе подмагничивания

$$Z_{здп} = U_1' / I_2$$

По полученным данным делают вывод о возможности включения дросселя в схему.

8.6. Обработка результатов измерений

8.6.1. Средние за период измерений положительное $N_{cp}(+)$ и отрицательное $N_{cp}(-)$ значения потенциалов или токов соответственно определяют по формулам:

$$N_{cp}(+) = \sum_{i=1}^l N_{i(+)} / n; \quad N_{cp}(-) = \sum_{i=1}^m N_{i(-)} / n$$

где $\sum_{i=1}^l N_{i(+)}$ — сумма мгновенных значений измеряемых величин положительного знака;
 $\sum_{i=1}^m N_{i(-)}$ — сумма мгновенных значений измеряемых величин отрицательного знака;
 n — общее число отсчетов;
 l, m — число отсчетов соответственно положительного и отрицательного знаков.

8.6.2. Среднее значение потенциалов U_{cp} , измеренных с помощью неполяризуемого электрода, определяется для всех мгновенных значений измеренных величин положительного знака и мгновенных значений отрицательного знака, абсолютное значение которых меньше значения стационарного потенциала сооружения U_c (см.п.8.4.2):

$$U_{cp}(+) = \frac{\sum_{i=1}^l U_i}{n} - U_c$$

где $\sum_{i=1}^l U_i$ — сумма всех мгновенных значений потенциалов положительного и отрицательного знака, меньших по абсолютному значению, чем значение U_c ;
 l — число отсчетов положительного и отрицательного знаков, меньших по абсолютному значению, чем U_c .

Для всех мгновенных значений измеренных величин отрицательного знака, превышающих по абсолютному значению значение стационарного потенциала U_c , среднее отрицательное значение потенциала $U_{cp}(-)$ вычисляют по формуле

$$U_{cp}(-) = \frac{\sum_{i=1}^m U_i}{n} - U_c$$

где $U_{изм}$ — потенциал сооружения, измеряемый в поле блуждающих токов, по отношению к медносульфатному электроду.

Среднее значение U_c составляет: для стали — минус 0,55 В, для свинца — минус 0,48 В, для алюминия — минус 0,7 В. Электрод сравнения должен располагаться над трассой сооружения и по возможности ближе к нему.

При отсутствии КИПов или при необходимости определения разности потенциалов "сооружение — земля" ($U_c - z$) в промежуточных точках между КИПами применяется метод выносного электрода, заключающийся в том, что измерительный электрод сравнения устанавливается в интересующей точке над трассой сооружения, но не далее 200 м от КИПа, в котором подключен вольтметр. При этом принимается (исходя из незначительности падения напряжения вдоль самого сооружения), что измеряемый потенциал соответствует точке сооружения, в которой установлен электрод сравнения. При этих измерениях один из измерительных проводов должен иметь длину до 200 м.

8.4.3. Контроль состояния изолирующих муфт на кабелях производится в такой последовательности:

приближенно, измерением падения напряжения на отрезке кабеля при работе метрополитена по схеме рис.13,а (между точками подключения милливольтметра кабель не должен касаться других сооружений, кронштейнов, тубингов). Муфта считается исправной, если на милливольтметре при наличии напряжения на муфте (U) отсутствуют отклонения стрелки; точность оценки может быть повышена путем кратковременного подключения к муфте батареи на 50–60 В (рис.13,б);

точно, измерением по схеме рис.13,в. При кратковременном подключении батареи синхронно фиксируются показания четырех приборов.

Сопротивление изоляции муфты, Ом, определяется по формуле

$$R_M = \frac{U_1 + U_2}{U} \cdot \frac{U}{I}$$

Муфта считается исправной при $R_M \geq 10^3$ Ом. При этих измерениях длина отрезков кабеля, на которых измеряется падение напряжения милливольтметрами, должна быть одинакова.

Точный метод, как правило, следует применять, если по приближенной оценке (рис.13,а) стрелка милливольтметра имела хотя бы незначительные отклонения.

На кабелях напряжением выше 1000 В измерения проводят при снятом рабочем напряжении.

8.4.4. Контроль состояния изолирующих фланцев на трубопроводах производится по схеме (рис.14). Прибором МС-08, М-416 измеряется

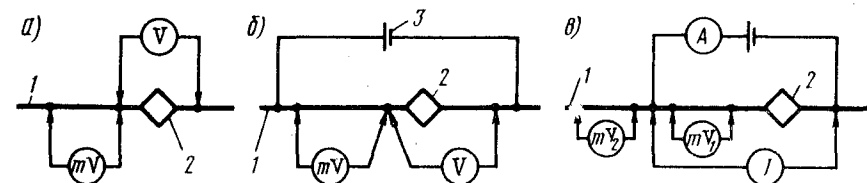


Рис.13. Схема контроля состояния изолирующих муфт на кабелях приближенно без источника тока (а), с источником тока (б) и точно (в): 1 — кабель; 2 — изолирующая муфта; 3 — источник тока

менном специально создаваемом соединении арматуры со средним выводом одного из путевых дроссель-трансформаторов ходовой рельсовой сети на мосту:

$$R_{a-з} = U_{p-з} / I'_{y.c.p.}$$

где $U_{p-з}$ — средний за период измерения потенциал "рельс — земля", В;

$I'_{y.c.p.}$ — средний за период измерения ток утечки с рельсов в арматуру (измеряется амперметром), А

Время измерений $U_{a-з}$, $U_{p-з}$, $I'_{y.c.p.}$ должно быть не менее 10 мин в час интенсивного (пикового) движения поездов (отсчеты с приборов снимаются через 10 с). При измерениях потенциалов "рельс — земля" и "арматура — земля" заземлители (стальные стержни диаметром 10—15 мм и длиной 0,6—0,8 м) располагают в створе устоев моста, в середине пролета между устоями. На двухпутном мосту измерения необходимо производить относительно того рельсового пути, у которого среднее значение потенциалов "рельс — земля" за период измерения больше.

Для удобства измерений приборы располагают в безопасном (по движению поездов) месте; контакт с рельсами осуществляется через кабель, временно подключаемый к среднему выводу путевого дроссель-трансформатора.

В зоне знакопеременных потенциалов на рельсах ток утечки с арматуры определяют по средним положительным значениям $U_{a-з}$ и $U_{p-з}$. Для определения значений этих величин сумму положительных значений потенциалов следует разделить на общее число замеров за период измерений.

Арматура железобетонного моста подвержена электрокоррозионному разрушению, если по данным измерений $I'_{y.c.p.} > I$ без. Если потенциал $U_{a-з}$ не изменяется во времени, делается заключение об отсутствии вообще токов утечки с арматуры, т.е. $I'_{y.c.p.} \approx 0$.

8.4.10. Определение удельного сопротивления грунта производится для оценки его коррозионной активности по отношению к металлу подземных сооружений и для использования полученных результатов при расчете электрохимической защиты.

На поверхности земли (на территории электродепо, на наземных участках и участках мелкого заложения) измерения удельного сопротивления грунта проводятся через 100 м приборами МС-08 и М-416 по четырехэлектродной схеме (рис.16). Электроды размещаются по одной линии, которая для проектируемого сооружения должна совпадать с осью трассы, а для уложенного в землю сооружения должна проходить перпендикулярно или параллельно этому сооружению на расстоянии 2—4 м от него. Расстояние между электродами принимается одинаковым и равным двойной глубине прокладки подземного сооружения.

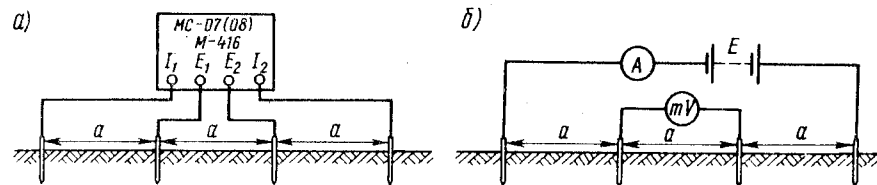
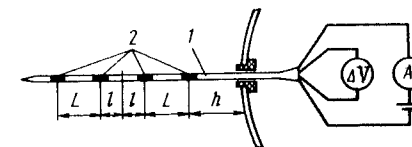


Рис.16. Схемы для определения удельного сопротивления грунта с поверхности земли: измерителем заземления МС-08 (а), по методу "амперметра — вольтметра" (б)

Рис.17. Схема для определения удельного сопротивления грунта в затюбинговом пространстве:
1 — электрод-зонд; 2 — кольцевые электроды



Удельное сопротивление

$$\rho = 2 \pi R a,$$

где a — расстояние между двумя соседними электродами, м;

R — показание прибора, Ом.

Глубина забивки электродов в грунт не должна быть более $1/20 a$. При отсутствии приборов М-416 и МС-08 измерения можно проводить по методу "амперметра — вольтметра" (см.рис.16). Тогда удельное сопротивление определяют из выражения

$$\rho = 2 \pi a \frac{U}{I},$$

где U — среднее значение показаний милливольтметра, полученное при двух вариантах (по полярности) подключения батареи к электродам, В;

I — среднее значение показаний амперметра, А.

Измерение удельного сопротивления грунта за телом тоннеля линий глубокого заложения возможно с помощью специального электрода-зонда, выполненного по рис. 17.

Зонд имеет четыре стальных кольца (или неполяризующиеся электроды кольцевого типа), изолированных друг от друга текстолитовыми (полимерными) вставками. Проводники от каждого кольца внутри зонда выводятся внутрь тоннеля. Зонд вдавливается в грунт и ввинчивается в отверстие для пробки. Измерения выполняются по схеме (см. рис.17).

Удельное сопротивление грунта, Ом·м,

$$\rho = \frac{2 \pi \Delta U}{I \left[\frac{2}{L^2 - l^2} - \frac{1}{(L+2h)^2 - l^2} - \frac{1}{(3L+2h)^2 - l^2} \right]}$$

где ΔU — падение напряжения на участке $2l$ от измерительного тока, В;

I — ток в измерительной цепи между крайними электродами, А.

Для определения удельного сопротивления грунта применимы и методы лабораторных измерений удельного сопротивления на пробах грунта, взятых из затюбингового пространства или на основе химического анализа грунтовых вод.

8.4.11. Определение электрокоррозионной опасности для арматуры железобетонной обделки тоннелей производится по плотности тока утечки лишь при наличии сплошной металлической связи по арматуре вдоль тела тоннеля (устанавливается по методике, приведенной в п.8.4.6). По результатам измерений разности потенциалов "арматура — земля" строит-

ся потенциальная диаграмма с выделением наложенных анодных и катодных зон от источника блуждающих токов (п.8.4.1). Свидетельством наличия блуждающих токов в арматуре является изменение во времени наложенного потенциала по отношению к стационарному потенциалу, измеренному в ночное время (при отсутствии блуждающих токов). Если смещение потенциала не превышает +0,5 В (п.3.5.3), то делается вывод об отсутствии электрокоррозионной опасности для арматуры. В случае если значение измеренного смещения потенциала превышает безопасный уровень, определяется плотность тока утечки с арматуры.

Первоначально определяют общий ток утечки с арматуры, вызвавший анодное состояние ее по отношению к окружающему грунту. Для этого подключают арматуру обделки к рельсам источника блуждающих токов (трамвай, железная дорога) по схеме дренажа (поляризованного, усиленного) или к внешнему анодному заземлителю по схеме катодной защиты и определяют ток (I , А), который создает такое же смещение потенциала арматуры обделки, что и ранее выявленное при определении электрокоррозионной опасности.

Плотность тока утечки, мА/дм^2 :

$$j = \frac{I \cdot 10^3}{S_a}$$

где S_a — площадь поверхности арматуры, с которой стекает ток (принимается половина поверхности внешнего по отношению к грунту ряда стержней арматуры на протяжении анодной зоны потенциалов), дм^2 .

Полученное значение плотности тока сравнивают с нормируемым ($0,6 \text{ мА/дм}^2$).

8.5. *Электрические измерения по контролю требований и норм, обеспечивающих нормальное функционирование рельсовых цепей ЦСБ*

8.5.1. Изоляция дополнительной и основной обмоток дроссель-трансформатора относительно корпуса измеряется в ночное время мегаомметром М-1101 на 500 В один раз в 3 года. Сопротивление изоляции относительно корпуса дополнительной обмотки должно быть не менее 2 МОм, а основной — не менее 10 кОм. Перед измерением все выводы дроссель-трансформатора отключаются от внешней цепи.

Изоляция обмоток от корпуса дроссель-трансформатора, установленного на бетонном основании, вначале проверяется без отключения выводов, а при пониженном сопротивлении изоляции измерения производятся с отсоединением указанных выводов.

8.5.2. Сопротивление изоляции корпуса дроссель-трансформатора относительно металлического основания (тоннельной обделки), обеспечиваемое изолирующими подкладками и втулками на шпильках крепления, проверяется мегаомметром М-1101 на 500 В. Это сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм.

8.5.3. Измерения коэффициента асимметрии постоянного тягового тока проводятся один раз в год измерением напряжения на полуобмотках дроссель-трансформатора. Для этого к каждой полуобмотке подключается вольтметр, а показания снимают с обоих приборов одновременно в течение 10–15 мин. Предпочтение должно быть отдано применению регистрирующих приборов. При использовании стрелочных вольтметров, например М-231, должно быть одновременно зарегистрировано не менее десяти показаний. По полученным средним значениям падения напряжения на полуобмотках дроссель-трансформатора $U_{1дт}$ и $U_{2дт}$ вычисляется коэффициент асимметрии тягового тока

самой арматуры. Если измеряемые сопротивления не равны нулю, то металлическая связь отсутствует.

8.4.7. Проверка эффективности средств активной защиты сооружений и конструкций заключается в измерении разностей потенциалов "сооружение — земля" в контрольно-измерительных пунктах. Электрическая защита работает эффективно, если на протяжении всего сооружения (конструкции) средний измеренный потенциал относительно земли находится в требуемых пределах (см.гл.3).

Эффективность вентильного секционирования определяется по отношению средних (за час пик или за сутки) потенциалов ходовых рельсов вне участка секционирования (или рельса обходной перемычки по отношению к обделке) и внутри его, измеренных регистрирующими вольтметрами, интеграторами потенциалов и т. д.

При осуществлении вентильного секционирования на протяженных участках (сплошное вентильное секционирование) и значительном отличии при этом проводимости обходной перемычки от проводимости двух ходовых рельсов измеренная эффективность секционирования уточняется поправочным коэффициентом, определяемым расчетом. Эта поправка вводится в связи, с тем, что измеряемая разность потенциалов "обходная перемычка — обделка" отличается от потенциалов ходовых рельсов, имевших место осуществления схемы секционирования.

8.4.8. Проверка контрольно-измерительных пунктов и разводящей сети к ним осуществляется:

для КИП-I — по наличию разности потенциалов "рельс — обделка" на соответствующих клеммах шкафа сборки КИПов (при подключенном проводнике к среднему выводу дроссель-трансформатора);

для КИП-II — измерением измерителем заземления М-416 или МС-08 сопротивления цепи "тюбинг (арматура) — измерительный электрод", при этом фактически измеряется сопротивление заземления измерительного электрода, которое не должно превышать значений, указанных в п.8.1.3.

8.4.9. Определение электрокоррозионной опасности для железобетонных мостомостов (метроэстад) производится по значению измеренного тока утечки через конструкцию моста, которое сравнивается с безопасным значением тока для данного моста. Значение безопасного тока утечки I без определяется как произведение безопасной плотности тока утечки с арматуры в бетон ($0,6 \text{ мА/дм}^2$) на поверхность арматуры моста, с которой возможна утечка тока. Поверхность арматуры определяют по чертежам; во всех случаях считается, что утечка тока происходит с половины поверхности наружного слоя арматуры, находящейся в подземной части. Ток утечки с арматуры железобетонных мостомостов определяют по среднему значению потенциала "арматура — земля" и электрическому сопротивлению заземления арматуры

$$I_{у.ср} = U_{а-з} / R_{а-з}$$

где $I_{у.ср}$ — средний за период измерения ток утечки с арматуры железобетонных конструкций моста, А;
 $U_{а-з}$ — средний за период измерения потенциал "арматура — земля", измеряемый при отсутствии соединения арматуры железобетонных конструкций моста с рельсами, В;
 $R_{а-з}$ — электрическое сопротивление заземления арматуры, Ом.

При измерениях все подключения следует производить к основной (рабочей) арматуре моста.

Значение $R_{а-з}$ вычисляют по потенциалам "рельс — земля" и токам утечки с арматуры железобетонных конструкций моста, измеряемым при вре-