

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ФИЛИАЛ ПГУПС

ОДОБРЕНО

на заседании цикловой комиссии

протокол № 6

от «16» июня 2017 г. А.В. Калько / А.В. Калько /

Председатель цикловой комиссии:

М.Ю. Семенов / М.Ю. Семенов / от «16» 06 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

По МДК 02.01 Основы технического обслуживания устройств систем
сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и железнодорожной
автоматики и телемеханики (ЖАТ) (раздел 2)

Специальность: 27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте
(железнодорожном транспорте)

Разработчик: Аблаев В. В. – преподаватель ПФ ПГУПС

2017 г.

Пояснительная записка

Методические указания для выполнения лабораторных работ и практических занятий студентами очной и заочной форм обучения по специальности 27.02.03. Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте) предназначена для оказания помощи студентам в изучении и закреплении теоретического материала выполнением ее практической части по МДК 02.01 Основы технического обслуживания устройств систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) (раздел 2).

Материал в методических указаниях располагается в соответствии с рекомендуемым перечнем лабораторных работ и практических занятий, разработанный на основе рабочей программы по вышеуказанной учебной дисциплине для специальности 27.02.03. Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте).

Методические указания содержат тему, цель, задание по каждому практическому занятию, образцы разрешений.

Методические указания помогут обучающимся получить профессиональные компетенции, а так же освоить нормативные документы.

Приобрести начальный практический опыт, сформировать систему представлений, знаний, умений, и навыков в сфере ЖАТ.

Преподаватель должен поддерживать постоянный контакт с производством, следить за публикуемыми изменениями положений, Правил и других нормативных документов, с учетом этого корректировать содержание выполняемых практических занятий.

Обоснованные изменения, вносимые в задания лабораторных работ и практических занятий по предложению преподавателя, рассматриваются цикловой комиссией и утверждаются начальником УМО.

Учетом приобретенных навыков по каждой выполненной работе и теме в целом, служит оформленный обучающимся отчет и устный дифференцированный зачет.

Перечень практических занятий.

1. Крепление проводов воздушных линий (на изоляторах)
2. Сращивание проводов воздушных линий
3. Разделка силового кабеля
4. Разделка сигнально-блокировочного кабеля
5. Расчет заземления устройств СЦБ

Практическая работа № 7

Крепление проводов воздушных линий (на изоляторах)

Цель: Освоить элементы профессиональных компетенций ПК 2.1, 2.3, 2.4 и общих компетенций ОК 1-9.

Оборудование и раздаточный материал:

1. Изоляторы, штыри или крюки, траверсы, опоры.
2. Плоскогубцы комбинированные, ручные тиски, ножовочное полотно.
3. Линейный провод, перевязочная проволока.

Краткие теоретические сведения

Подвеска и крепление проводов.

При подвеске проводов линейный провод закрепляют на изоляторе начальной опоры (вводной, кабельной) окончной вязкой и на протяжении 6-8 пролетов поднимают с земли и укладывают его в желобки изоляторов следующих опор. Затем при помощи блоков, закрепленных к одной из соседних опор, расположенных за участком подвески, провода натягивают до требуемой стрелы провеса и закрепляют вязкой на изоляторах всех опор, на которые он был принят. После закрепления провода на всех опорах его подвешивают в следующих 4-8 пролетах.

Провода регулируют по стрелам их провеса или при помощи динамометра, натягивая провода с усилием, выбранным в зависимости от температуры окружающего воздуха, принятой по таблицам для данного типа линий, длины пролета и диаметра провода.

Стальные провода крепят (вяжут) на изоляторах промежуточных опор воздушных линий связи двумя кусками стальной перевязочной проволоки, а на изоляторах угловых опор одним куском.

Оконечную заделку стальных проводов выполняют стальной спаечной оцинкованной проволокой, а проводов из цветного металла – при помощи овальных трубочек, которые надевают на провода, а затем закручивают щипцами или аналогично стальным линейным проводам.

В районах, где наблюдается вибрация проводов, для предупреждения их обрыва в местах крепления на изоляторах, вызываемого изношенностью металла, применяют рессорные вязки.



Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с общими сведениями.
2. Ознакомиться с инструментами и приспособлениями, применяемыми при креплении проводов на изоляторах.
3. Ознакомиться с правилами по технике безопасности при работах на воздушных линиях.
4. Выполнить промежуточную вязку.
5. Выполнить угловую вязку.
6. Выполнить окончательную вязку.
7. Вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Промежуточная вязка.

Крепление проводов на промежуточной опоре выполняется следующим образом:

Рисунок	Действия
	Берут два куска перевязочной проволоки длиной 500 мм. Куском перевязочной проволоки охватывают шейку изолятора так, чтобы один конец был больше другого на величину равную длине жёлоба изолятора.

	<p>Охватывают шейку изолятора и перекручивают оба конца перевязочной проволоки между собой на длину, равную высоте от шейки изолятора до желоба на головке изолятора.</p>
	<p>Второй конец перевязочной проволоки аналогично закрепляют с противоположной стороны.</p>
	<p>Линейный провод укладывают в желоб изолятора. Длинные концы перевязочной проволоки параллельно, по диагонали, перекидываются навстречу друг другу через головку изолятора так, чтобы линейный провод оказался прижатым перевязочной проволокой в желобе изолятора.</p>
	<p>Конец перевязочной проволоки подгибается под линейный провод и ставится в параллель другого конца перевязочной проволоки.</p>

	<p>Комбинированными плоскогубцами обвивают вокруг линейного провода оба конца перевязочной проволоки с одной и другой стороны изолятора.</p>
--	--

2. Угловая вязка.

Крепление проводов на угловой опоре выполняется следующим образом:

Рисунок	Действия
	<p>Линейный провод располагают на шейке изолятора с наружной стороны опоры. Куском перевязочной проволоки, линейный провод прижимают к шейке изолятора.</p>
	<p>Перекидывают концы перевязочной проволоки, вокруг шейки изолятора, на противоположную сторону навстречу друг другу и обратно, с таким расчётом, чтобы один конец перевязочной проволоки оказался на линейном проводе, а другой под ним.</p>

	<p>Комбинированными плоскогубцами обвивают концы перевязочной проволоки вокруг линейного провода плотно, виток к витку.</p>
--	---

3. Оконечная вязка.

Крепление проводов на оконечной опоре выполняется следующим образом:

Рисунок	Действия
	<p>Линейный провод охватывает шейку изолятора на оконечной опоре. Кусок перевязочной проволоки пропихивается между линейным проводом и изолятором. На приходящем линейном проводе навивается шесть-семь витков.</p>
	<p>На расстоянии 60 мм от шейки изолятора, свободным концом перевязочной проволоки, обматываются оба линейных провода в месте плотно виток к витку. На расстоянии 75 мм конец линейного провода отгибается на угол.</p>
	<p>После отгиба линейного провода, навивается ещё десять витков на линейном проводе. Оставшийся кусок линейного провода удаляется, оставляя 50 мм его длины.</p>

Практическая работа № 8

Сращивание проводов воздушных линий

Цель: Освоить элементы профессиональных компетенций ПК 2.1, 2.3, 2.4 и общих компетенций ОК 1-9.

Оборудование и раздаточный материал:

1. Плоскогубцы комбинированные
2. Ручные тиски
3. Линейный провод, перевязочная проволока

Краткие теоретические сведения.

Провода ВЛ СЦБ предназначены для передачи сигналов на расстояние. Обрыв провода приводит к сбою в работе систем устройств СБЦ и ЖАТ. Чтобы устранить повреждение на линии, линейный провод необходимо соединить.

Методы и способы выполнения соединения проводов ВЛ описаны ниже.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Ознакомиться с инструментами и приспособлениями, применяемыми при сращивании проводов воздушных линий.
3. Выполнить «русскую скрутку»
4. Выполнить «британскую скрутку»
5. Выполнить «бандажную скрутку»
6. Вывод о проделанной работе

Содержание отчета:

1. Русская скрутка

Сращивание проводов выполняется следующим образом:

Рисунок	Указания и пояснения
	Взять два конца линейного провода, зачистить до металлического блеска при помощи напильника.

	<p>Зажать ручными тесками в месте (провода параллельно друг другу). Скрутить их между собой, сделав 2-3 витка.</p>
	<p>Один из концов провода, при помощи пассатиж, отгибают под углом 90 и обвивают вокруг первого провода плотно виток к витку, навив 6-7 витков. Аналогично отогнуть второй конец провода и навивать 6-7 витков на второй линейный провод (с противоположной стороны).</p>
	<p>Оставшийся излишек провода перекусывается и обламывается пассатижами.</p>

2. Британская скрутка

Сращивание проводов выполняется следующим образом:

Рисунок	Указания и пояснения
	<p>Берут два куска линейного провода, зачищают концы до металлического блеска.</p>

	<p>Зажимают их в ручные тески. Скрутить между собой (3 витка). Ручные тиски снять.</p>
	<p>Далее один из концов проволоки при помощи пассатиж отгибают под углом 90 и обвивают вокруг первого провода виток к витку. Уложив 6-7 витков, плоскогубцы снимают и ими же зажимают обвитую часть провода.</p>
	<p>Далее второй конец проволоки также, при помощи пассатиж, отгибают под углом 90 и обвивают вокруг второго провода плотно виток к витку 6-7 витков.</p>
	<p>Оставшийся длинный конец навиваемого провода, пере-кручиваясь вокруг скрутки (2-3 витка в разбежку), перебра-сывается на противоположную сторону и навивается вокруг линейного провода (6-7 витков).</p>

3. Бандажная скрутка

Сращивание проводов выполняется следующим образом:

Рисунок	Указания и пояснения
	<p>Перед сращиванием соединяемых проводов их зачищают до металлического блеска на $L=100\text{мм}$, отгибают на $L=10\text{мм}$ и угол 90°, обрабатывают флюсом и облуживают. Зажимают по середине ручными тисками.</p>
	<p>Концом спаечной проволоки диаметром до $1,5\text{мм}$ обматывают линейный провод плотно виток к витку (6-8 витков) до угла загиба другого линейного провода.</p>
	<p>Далее обматывают оба линейных провода, делая 10-12 витков.</p>
	<p>Затем наматывают 2-3 витка в разбежку (не плотно) для последующей пайки</p>
	<p>После делается 10-12 витков плотно до изгиба линейного провода и затем навивают еще 6-8 витков.</p>

	<p>Место соединения линейных проводов (2-3 в разбежку) обрабатывается флюсом и пропаивают с помощью паяльника.</p>
--	--

Практическая работа № 9

Разделка силового кабеля

Цель: Освоить элементы профессиональных компетенций ПК 2.1, 2.3, 2.4 и общих компетенций ОК 1-9.

Оборудование и раздаточный материал:

1. Стол для разделки кабеля
2. Силовой кабель
3. Бронерезка или ножовочный станок
4. Ножницы по металлу
5. Плоскогубцы
6. Молоток
7. Зубило
8. Стальная проволока
9. Хлопчатобумажная нить

Краткие теоретические сведения

Линейные устройства современных кабельных линий состоят из трёх основных частей: кабель, кабельной арматуры и кабельных сооружений.

Кабель – это совокупность нескольких проводников, изолированных друг от друга и от земли, заключенных в общую защитную оболочку.

Кабельная арматура – это оборудование, при помощи которого соединяют концы длин кабеля, устраивают ответвления кабеля и его конечные включения. В состав кабельной арматуры входят кабельные соединительные и оконечные муфты; кабельные стойки и ящики; боксы; распределительные коробки; групповые муфты; согласовывающие автотрансформаторы, предназначенные для придания кабельным цепям определённых электрических свойств.

Кабельные сооружения – представляют собой устройства для установки и монтажа кабельной арматуры, а так же устройства и приспособления для прокладки и крепления кабеля. К кабельным сооружениям относятся кабельные опоры, на которых размещают кабельные ящики и кабельные шкафы. Кабельная канализация предназначена для прокладки кабеля в крупных железнодорожных узлах и населённых пунктах.

Силовые кабели используют в устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики для монтажа устройств электроснабжения, прокладки цепей электропитания, в качестве вставок в ВЛ СЦБ.

Конструкция кабеля.

Жилы кабеля – изготавливают из меди в виде прутика или проволоки, алюминиевой проволоки или алюминия. Кабельные жилы имеют определённое сечение и обозначаются в квадратных миллиметрах.

Изоляция жил – для кабелей большого напряжения используется: бумага, пропитанная масляно-канифольным составом; резина – для низковольтных кабелей $U < 380\text{В}$, а так же поливинилхлорид и асбестовые нити, пропитанные лаком.

Защитная оболочка - материалы: пластмасса, резина, свинец, алюминий, гофрированный алюминий (возможна гофрированная сталь); толщина оболочки от 0,8 до 6 мм.

Броня – выполнена, в основном, из стальной круглой или плоской проволоки, стальных лент. Для исключения соприкосновения брони и защитной оболочки, между ними находится подушка из битума.

Наружный покров – на броню наносится слой битума и поверх накладывают наружный защитный слой, выполненный из пряжи, пропитанной противогнилостным составом. Пряжу промазывают тоже битумом. При намотке кабеля на барабаны его обсыпают тальком для исключения слипания.



- 1) жилы кабеля
- 2) изоляция жил
- 3) поясная изоляция
- 4) защитная оболочка
- 5) подушка
- 6) броня
- 7) наружный защитный покров

Буквенное обозначение силового кабеля.

В марках, присваиваемым силовым кабелям указывают первым материал токопроводящих жил, затем материал оболочки кабеля и другие конструктивные характеристики.

Медную жилу в марке кабеля не указывают, алюминиевую обозначают буквой «А», одно проволочные жилы буквами «ож» в конце марки и в скобках.

Буквы, характеризующие изоляцию жил, ставят после материала токопроводящих жил: «В» - поливинилхлорид, «П» - полиэтилен, «Пс» - само затухающий полиэтилен. Обозначение бумажной изоляции с обеднённой пропиткой «В» - указывается в конце марки кабеля; с бумажной изоляцией с не стекающей пропиткой «Ц», бумажной масляно наполненной изоляцией «М» - в начале марки. Бумажную изоляцию с нормальной пропиткой в марке кабеля не отмечают.

Свинцовую оболочку кабелей обозначают буквой «С», алюминиевую – «А», стальную гофрированную - «СТ», поливинилхлоридную - «В», полиэтиленовую – «П», из нейритовой резины – «Н» (букву Н ставят перед обозначением материала изоляции, остальные – после). Буква «О» указывает на отдельную оболочку на каждой жиле – ставят перед обозначением материала оболочки.

К сведению: в марках силовых кабелей буквы Л, П, В, б, Г, Б, П, К, Т характеризуют подушку, бронепокровы и исполнение записывают также, как и в марках сигнально-блокировочных кабелей.

Нормальную подушку ни какой буквой не обозначают, усиленную – «Л», с особо усиленную - «ЛЛ», с полиэтиленовым шлангом – «П», поливинилхлоридным шлангом – «В», если подушка отсутствует – б. Буквы, характеризующие подушку, записывают после букв, характеризующих бронепокров кабеля.

Бронепокров, выполненный из стальных лент, плоской или круглой оцинкованной проволоки, обозначаются буквами «Б, П, К», которые пишут после обозначения материала оболочки кабеля.

Площадь поперечного сечения жил силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией медными и алюминиевыми жилами в свинцовых и алюминиевых оболочках показана в таблице 1:

Тип		Площадь поперечного сечения жил в кв мм на номинальное напряжение, в кВ					
		до 1	до 3	до 6	до 10	до 20	до 35
кабеля	оболочки						
	свинцовая, алюминиевая	10 – 800	10 – 625	-	-	10 - 400	120 – 300
трёхжильный	свинцовая, алюминиевая	6 -	6 -	10 -	16 -	16 -	120 –
	(для кабелей на 35 кВ только свинцовая)	240	240	240	240	240	150 (только свинцовая)

В устройствах электропитания железнодорожной автоматики, телемеханики и связи применяют в основном трёх жильные кабели на напряжение до 1, 3, 6, 10 кВ.

В постах ЭЦ, ДЦ, ГАЦ и других служебно-технических зданиях для монтажа цепей электропитания между релейными штативами, аккумуляторными батареями к другим устройствам, применяют кабели следующих марок: ВРГ, ВВГ, НРГ, СРГ – кабели только с медными жилами, прокладывать силовые кабели с алюминиевыми жилами запрещается.

В помещениях трансформаторных подстанций распределительных пунктов укладывают кабели марок: ААГ, ААЩв, СБГ, АСБГ, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВГ, АПсВГ, ВРГ, НРГ, СРГ, АСРГ, АСГ.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить конструкцию силового кабеля
2. Ознакомиться с оборудованием, применяемым при разделке кабеля
3. Ознакомиться с инструментами, применяемыми при разделке кабеля
4. Составить технологическую карту разделки силового кабеля
5. Ответить на контрольные вопросы
6. Вывод о проделанной работе

Содержание отчета:

Рисунок	Описание операции
1.	На расстояние «А» от конца кабеля, на наружный защитный покров наложить первый проволочный бандаж. Удалить наружный защитный покров до первого проволочного бандажа. Очистить броню от битума с помощью бензина.
2	На расстояние «Б» от первого проволочного бандажа наложить второй проволочный бандаж и удалить броню от конца кабеля до второго проволочного бандажа. (Для удаления брони ее подрезают около второго проволочного бандажа ножовочным полотном или ножницами.)

	Удалить подушку от конца кабеля до второго проволочного бандажа, очистить защитную оболочку.
3.	<p>На расстояние «О» от второго проволочного бандажа сделать первый кольцевой надрез защитной оболочки кабеля, а расстояние «П» от первого надреза - второй кольцевой надрез.</p> <p>От второго кольцевого надреза защитной оболочки и до конца кабеля сделать два продольных надреза на расстоянии 5-10мм друг от друга.</p> <p>Удалить полоску защитной оболочки между продольными надрезами, а затем всю защитную оболочку.</p>
4.	Удалить поясную изоляцию от конца кабеля до второго кольцевого надреза, размотав её и оборвав вручную.
5.	Развести и выгнуть жилы.
6.	<p>На расстояние «П» осторожно удалить поясок оставшейся защитной оболочки между первым и вторым кольцевыми надрезами.</p> <p>Перевязать поясную изоляцию бандажом из х/б нити.</p>

7.	На расстояние «Ж» от конца кабеля наложить бандаж из х/б нити на изоляцию каждой жилы. Удалить изоляцию жил от конца кабеля до этого бандажа.
----	---

Контрольные вопросы:

1. Расскажите название элементов конструкции силового кабеля.
2. Расшифруйте буквенные обозначения силовых кабелей:

ВВГ -

ААГ -

ААШВ -

СБГ -

АСБГ -

АВВГ -

АПВ -

АПсВГ –

Практическая работа № 10

Разделка сигнально-блокировочного кабеля

Цель: Освоить элементы профессиональных компетенций ПК 2.1, 2.3, 2.4 и общих компетенций ОК 1-9.

Оборудование и раздаточный материал:

1. Стол для разделки кабеля
2. Сигнально-блокировочный кабель
3. Бронерезка
4. Ножницы по металлу
5. Плоскогубцы
6. Стальная проволока
7. Хлопчатобумажная нить

Краткие теоретические сведения

Сигнально-блокировочный кабель применяют при сооружении устройств систем СЦБ и ЖАТ различных марок. Все сигнально-блокировочные кабели, не смотря на различия, имеют токопроводящие жилы, выполненные из медной проволоки диаметром 1 мм (поперечного сечения 0,775 кв. мм), которые изолированы друг от друга полиэтиленом (номинальная толщина покрытия 0,45 мм). Для бронированных кабелей с числом пар жил до 7 допускается толщина покрытия до 0,9 мм.

Электрическое сопротивление токопроводящих жил постоянному току, рассчитанное на 1 км его длины при температуре окружающего воздуха +20 С, должно быть не менее 23,5. Ом. Электрическое сопротивление изоляции кабелей, на 1 км длины, должно быть не менее 5000 МОм.

Конструкция сигнально-блокировочного кабеля.



- 1) медные жилы кабеля
- 2) полиэтиленовая изоляция жил
- 3) лента из полиэтиленовой плёнки
- 4) алюминиевая фольга
- 5) поливинилхлоридная или полиэтиленовая оболочка

б) защитный покров

7) наружный покров

Буквенное обозначение марок сигнально-блокировочных кабелей.

В обозначении марки кабеля буквы «С» и «Б» - это сигнально-блокировочный кабель; «П» - полиэтиленовая изоляция жил; «П, В, С» или «А» – оболочка из полиэтилена, поливинилхлорида, свинца или алюминия; «Г» - отсутствие броневых и наружных покровов.

Защитный покров сигнально-блокировочных кабелей состоит из подушки, броневых и наружного покрова. Подушка может быть нормальной, усиленной, особо усиленной, с полиэтиленовым или «ПВХ» шлангом. Нормальную подушку ни какой буквой не обозначают, усиленную – «Л», с особо усиленную - «ЛЛ», с полиэтиленовым шлангом – «П», поливинилхлоридным шлангом – «В», если подушка отсутствует – б. Буквы, характеризующие подушку, записывают после букв, характеризующих бронепокров кабеля.

Бронепокров, выполненный из стальных лент, плоской или круглой оцинкованной проволоки, обозначаются буквами «Б, П, К», которые пишут после обозначения материала оболочки кабеля.

Наружный нормальный покров в марке кабеля не обозначается. Не горючий покров – «Н», с полиэтиленовым шлангом – «Шп», поливинилхлоридным шлангом – «Шв».

Буквы, характеризующие конструкцию наружного покрова или его отсутствие, записывают после букв обозначающих тип покрова или, в случае его отсутствия, материал оболочки.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить общие сведения
2. Изучить конструкцию сигнально-блокировочного кабеля
3. Ознакомиться с оборудованием, применяемом при разделке кабеля
4. Ознакомиться с инструментом, применяемым при разделке кабеля
5. Составить технологическую карту разделки сигнально-блокировочного кабеля
6. Ответить на контрольные вопросы

Содержание отчета:

Рисунок	Описание операции
1.	На расстоянии «А» от конца кабеля сделать первый кольцевой надрез наружного покрова. Удалить наружный покров до этого надреза.

2.	На расстоянии «Б» удалить защитный покров от конца кабеля до второго кольцевого надреза (чтобы удалить броню - ее подрезают бронерезкой).
3.	Полиэтиленовую оболочку необходимо удалить, сделав кольцевой надрез, а затем продольные надрезы. (для удаления, поливинилхлоридную оболочку, при необходимости, нагреть паяльной лампой и удалить).
4.	Удалить алюминиевую фольгу от конца кабеля до кольцевого надреза оболочки.
5.	Удалить полиэтиленовую плёнку Разогнуть и выгнуть жилы.
6.	На расстоянии «Ж» от конца кабеля сделать кольцевые надрезы на изоляции жил, затем продольный надрез. Удалить изоляцию жил от конца кабеля до кольцевого надреза

--	--

Контрольные вопросы:

1. Расскажите название элементов конструкции сигнально-блокировочного кабеля.
2. Расшифруйте буквенные обозначения кабелей:
СБВГ –
СБВБГ –
СБПБГ –
СБПу –
СББШВ –

Практическая работа № 11

Расчет заземления устройств СЦБ

Цель: Освоить элементы профессиональных компетенций ПК 2.1, 2.3, 2.4 и общих компетенций ОК 1-9.

Оборудование и раздаточный материал:

1. Оболочка кабеля
2. Сигнальные приборы поста ГАЦ
3. Линейная цепь ДК
4. Сигнальные приборы поста ЭЦ
5. Линейная цепь ДЦ
6. Шкаф ШМС
7. Молниеотвод на опоре воздушной линии
8. Опора ВЛ АБ

Краткие теоретические сведения

Заземления служат для защиты устройств автоматики, телемеханики и связи, а так же обслуживающего персонала от действия опасных напряжений, возникающих при воздействиях грозовых разрядов, влияющих линий электропередачи и контактных сетей электрифицированных железных дорог.

Заземление - электрическое соединение корпуса оборудования или частей аппаратуры с заземляющим устройством.

Заземляющее устройство – это совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземлитель - представляет собой металлический проводник любой формы (стержень, труба, уголок, пруток), находящиеся в непосредственном соприкосновении с землей (грунтом).

Заземляющими проводниками, или заземляющей магистралью, называют металлические проводники, соединяющие заземляемое оборудование или аппаратуру с заземлителями.

В зависимости от назначения различают: рабочее, рабоче-защитное, линейно-защитное и измерительное заземляющие устройства.

Рабочее заземляющее устройство – служит для соединения с землёй аппаратуры проводной связи и радиотехнических устройств с целью использования земли в качестве одного из проводов электрической цепи.

Защитное заземляющее устройство – предназначено для соединения с землей проводов нейтрали обмоток силовых трансформаторов подстанций, молниеотводов, разрядников, экранов аппаратуры и проводов внутри-станционного монтажа, металлических оболочек бронепроводов кабеля, а также металлических частей силового оборудования, электропитающих установок и другого оборудования, которые нормально не находятся под

напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции токопроводящих проводов.

Защитные заземляющие устройства - предназначены для выравнивания потенциала металлических частей оборудования с потенциалом земли, то есть защищают обслуживающий персонал и аппаратуру от возникновения на них опасной разности потенциалов по отношению к земле.

Рабоче-защитное заземляющее устройство - служит одновременно рабочим и защитным заземляющим устройством. Сопротивление рабоче-защитного заземляющего устройства должно быть не более наименьшего значения, предусмотренного для рабочего и заземляющего устройств.

Линейно-защитное заземляющее устройство – предназначено для заземления металлических оболочек кабеля и бронепокровов по трассе кабеля и на станциях, куда подходят кабельные линии, а на воздушных линиях – для заземления молниеотводов, тросов и металлических оболочек и брони кабеля. В некоторых случаях защитное и линейно-защитное заземляющие устройства объединяют. Такое заземляющее устройство называют объединённым защитным.

Измерительным заземляющим устройством - называют вспомогательное устройство, предназначенное для контрольных измерений сопротивлений рабочего, защитного и рабоче-защитное заземляющих устройств.

Сопротивление заземляющих устройств на воздушных и кабельных линиях измеряют непосредственно на линии, используя временные вспомогательные измерительные земли. Сопротивление рабочего и защитного заземляющих устройств, следует измерять со щитка заземления на станции.

Типы заземлений.

Для заземления устройств автоматики и телемеханики используют вертикальные, горизонтальные, кольцевые заземлители (см. рис. 1).

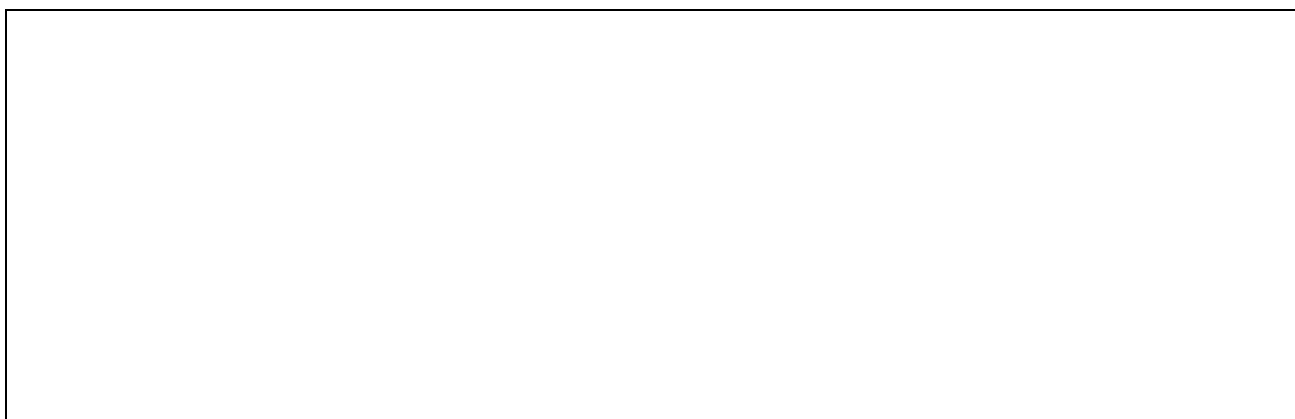


Рис. 1

Вертикальные заземлители находят наибольшее применение. Они представляют собой стальные трубы длиной 2-3 м, диаметром 25-50 мм и толщиной стенки не менее 3,5 мм. Взамен труб используют также стальные стержни диаметром 12 мм, длиной 2-10 м, уголковую сталь размером 50/50/4 или 60/60/4 мм.

Горизонтальные полосовые заземлители в виде лучей или контуров используют как самостоятельные заземлители или как элементы сложного заземлителя, состоящего из горизонтальных и вертикальных заземлителей. Для горизонтальных заземлителей применяют полосовую сталь толщиной не менее 4 мм или круглую сталь диаметром 10 мм.

Сопротивление заземления.

Расчётные формулы для определения сопротивления одиночного заземлителя в зависимости от его типа (см. рис. 1) приведены в табл. 1

Таблица 1

Тип заземлителя	Глубина Укладки м	Сечение заземлителя, м ²	
		круглое	прямоугольное
Вертикальные	$h=0$	$R = \frac{\rho}{2 \pi l} \times \ln \frac{4l}{d_0}$	—
Горизонтальный лучевой	h	$R = \frac{\rho}{2 \pi l} \times \ln \frac{l^2}{h d_0}$	$R = \frac{\rho}{2 \pi l} \times \ln \frac{2l^2}{h b}$
Горизонтальный кольцевой	h	$R = \frac{\rho}{2 \pi D} \times \ln \frac{4 \pi D^2}{h d_0}$	$R = \frac{\rho}{2 \pi l} \times \ln \frac{8 \pi D^2}{h b}$

В однородном грунте глубина заложения вертикальных заземлителей $h=0,5-1\text{м}$ мало влияет на снижение их сопротивления, и поэтому сопротивление заземлителя подсчитывают без учёта глубины заложения, т. е. при $h=0$.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические сведения
2. Ознакомиться с алгоритмом выполнения расчётов
3. Получить вариант задания.
4. Выполнить расчеты заземления.

Содержание отчета:

Определите сопротивление R защитного заземления объекта. Сравните полученную величину с установленной нормой R_n для заданных условий.

Достаточно ли одного заземлителя для заземления заданного объекта? Если не достаточно, то укажите способ доведения до нормы сопротивления заземления объекта. Дайте пояснения.

Данные для расчёта приведены в таблице 2, где L – длина, d_0 – диаметр вертикального заземлителя.

Таблица 2

№ задания	Заземлитель	L, м	do, мм	Грунт	Объект заземления
1	трубчатый	6	150	песок слабовлажный	Сигнальные приборы поста ЭЦ
2	уголковый 50*50*5	2,5	-	чернозём	Линейная цепь ДЦ
3	прутковый	3	12	суглинок	Шкаф ШМС
4	уголковый 60*60*5	2,5	-	глина сухая	Молниезащитный на опоре воздушной линии связи
5	прутковый	2,5	20	чернозём	Линейная цепь ДЦ
6	уголковый 50*50*5	5	-	суглинок	Опора ВЛС АБ
7	полосовой 14*4	2,5	-	суглинок сухой	Оболочка кабеля
8	трубчатый	3	200	глина сухая	Сигнальные приборы поста ГАЦ
9	прутковый	2,5	25	пахотная земля	Оболочка кабеля
10	полосовой 14*4	3	-	каменистая глина	Линейная цепь ДК

Последовательность выполнения расчётов

Расчёт сопротивления заземления одного заземлителя вертикального типа выполняется по формуле:

$$R = \frac{P}{2 \pi L} \times \ln \frac{4L}{d_0} \quad (\text{Ом м}), \quad \text{где}$$

P – удельное сопротивление грунта (см. таблицу 3),

L – длина (см. задание),

d_0 – диаметр вертикального заземлителя (см. задание),

\ln – знак натурального логарифма, который необходимо вычислить с помощью инженерного калькулятора.

Предполагая, что грунт однородный, расчёт выполняется без учёта глубины заложения заземлителя.

Таблица 3:

Грунт	Удельное сопротивление грунта P , Ом м
Суглинок	50
Пахотная земля, каменистая глина	100
Чернозём	200
Глина, суглинок (сухие)	300
Песок слабовлажный	500

При расчёте сопротивления заземлителя из уголкового стали, его диаметр принимается равным ширине стороны уголка $d_o = b$ (мм), а при полосовом заземлителе - его диаметр вычисляется по формуле:

$$d_o = \frac{b}{2}, \text{ где } b \text{ – ширина полосы (мм).}$$

Если расчёт показывает, что сопротивление одного заземлителя значительно превышает норму, то расчёт следует продолжить, так как заземление в этом случае выполняется в виде контура из нескольких заземлителей.

Число заземлителей определяется по формуле:

$$n = \frac{R}{0,8 R_n}, \text{ где } n \text{ – число заземлителей (в шт.)}$$

R_n – норма сопротивления заземления (Ом м)
 R - сопротивление заземления (Ом м)

Сопротивление контура из нескольких заземлителей определяется по формуле:

$$R_k = \frac{R}{0,8 n}, \text{ где } n \text{ – число заземлителей (шт.)}$$

R – сопротивление заземления (Ом м)
 R_k - сопротивление контура заземления (Ом м)

Нормы сопротивления заземлителя R_n для различных объектов приведены в таблице 4.

Таблица 4:

Заземление	Сопротивление заземления (Ом), при удельном сопротивлении грунта (Ом м)			
	До 100	101 - 250	251 - 500	Свыше 500
Защитное для: линейных молниеотводов на опорах воздушной линии связи	30	45	55	75
промежуточных пунктов избира- тельной связи	15	25	35	45
искровых разрядников каскадной защиты	20	30	35	45
Линейно-защитное для оболочек кабелей при защите кабеля от ударов молний	10	20	20	30
Защитное: для шкафов типа ШМС	--	5	5	--
на междугородних телефонных станциях и распределительных станциях избирательной связи, рабочее на узлах связи	10	—	30	—

на телефонных станциях и АТС	10	15	20	35
Измерительное (стационарное или оборудуемое временно)	—	100	100	—
Защитное: для опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки в сети высокого напряжения	10	15	20	30
в сети низкого напряжения при числе сигнальных проводов: до 10 от 11 до 20	30 15	40 20	50 30	70 40
для линейных цепей диспетчерской централизации и диспетчерского контроля, полуавтоматической блокировки	30	40	50	70
для сигнальных приборов, размещённых в служебных помещениях ДСП постов ЭЦ и ГАЦ	10	10	10	20