

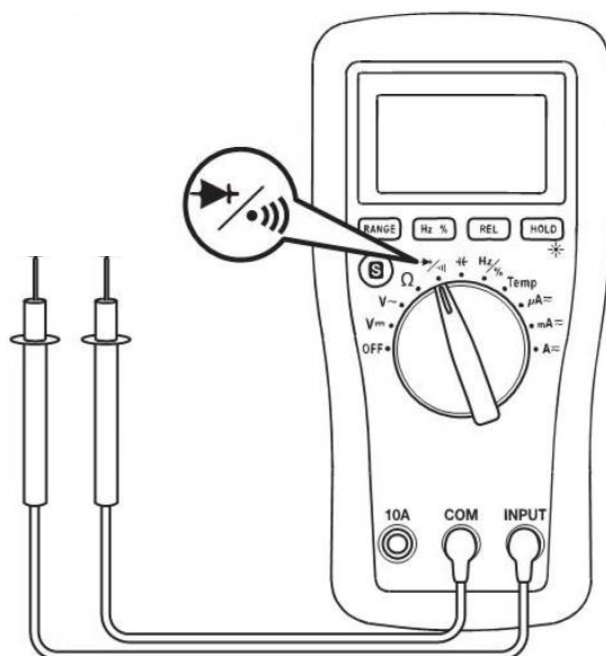
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»
Институт Энергетики и природопользования

Иванюга М.М.

Ремонт электрооборудования

Учебно-методическое пособие
для выполнения лабораторных работ
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



Брянская область, 2024

УДК 621.31 (076)
ББК 31.26
И 23

Иванюга, М. М. **Ремонт электрооборудования:** учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / М. М. Иванюга. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 202 – 52 с.

Учебно-методическое пособие содержит краткие теоретические сведения по изучаемому материалу и выполнению работ, контрольные вопросы для проверки глубины усвоения материала, необходимые данные по оформлению отчета. Предназначено для использования студентами очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рецензенты:

Безик Д.А. – к.т.н. доцент кафедры Электроэнергетики и электротехнологий ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Гринь А.М. к.э.н. доцент кафедры Технические системы в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве;

Рекомендовано к изданию методической комиссией института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол №5 от 26 апреля 2024 года.

© Брянский ГАУ, 2024
© Иванюга М.М., 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа №1 Провода и кабели	5
Лабораторная работа №2 Позвонка и маркировка электрических цепей	29
Литература	48
Приложение	49

ВВЕДЕНИЕ

Энергетика – базовая отрасль России, обеспечивающая потребности экономики и населения страны в электрической и тепловой энергии и во многом определяющая устойчивое развитие всех отраслей экономики страны.

Энергетика создает предпосылки для применения новых технологий, обеспечивает наряду с другими факторами современный уровень жизни населения страны.

Передача электрической энергии от источников питания к потребителям осуществляется по проводам и кабелям.

Успешное решение вопросов энергоэффективности и энергосбережения связано с внедрением новых технологий в промышленности и современных технических средств генерирования и передачи электроэнергии до потребителя.

Новые открытия и разработки в химии полимеров и в области материаловедения позволили за последние десятилетия внедрить и запустить в производство совершенно новые типы и марки проводов и кабелей, выводящие разработку и сооружение линий электропередач на новый уровень. Так применение в качестве изоляции сшитого полиэтилена позволило увеличить удельную пропускную способность кабельных линий по сравнению с кабелями с другим типом изоляции. Применение новых материалов и технологий для соединения и оконцевания позволило значительно сократить время монтажа арматуры, увеличить надежность соединения.

В данном учебно-методическом указании, будут рассмотрены вопросы для освоения материала по курсу ремонт.

Цель данного пособия – изучить назначение, конструкцию проводов и кабелей, их маркировку. Научиться выполнять прозвонку и маркировку проводов и кабелей.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть виды электрических проводов и кабелей.
2. Изучить технологию изготовления.
3. Рассмотреть требования, предъявляемые к проводам и кабелям.
4. Изучить методы и технологии прозвонки и маркировки проводов электрических цепей

Разработанное учебно-методическое пособие можно использовать в рамках производственной практики, а так же для самостоятельного изучения в системе дополнительного образования.

Материал, изложенный в учебно-методическом пособии, поможет будущим руководителям структурных подразделений промышленных предприятий организовывать производство паяных конструкций на производственных участках, грамотно использовать на практике полученные теоретические знания в различных производственных ситуациях.

Лабораторная работа №1

Провода и кабели

Цель работы

Изучение назначения, конструкции проводов и кабелей, их маркировки.

Теоретические сведения

Проводники, по которым передается электрический ток, - важная часть энергосистем. Они пронизывают здания и механизмы, выполняя функции проводника энергии и информационных сигналов.

На сегодняшний день существует множество видов проводов и кабелей. Только в России их выпускается около 20 000 видов. Это и тончайшие проводки для электронных датчиков, и толстые кабели (проводящие сотни тысяч вольт), которые не всегда можно обхватить рукой.

Основные термины

Жила- металлическая проволока, сердечник любого электрического проводника.

Жила бывает цельной монолитной рисунок 1.1 или в виде множества скрученных в жгут тонких проволочек рисунок 1.2. В первом случае она называется однопроволочной, во втором - многопроволочной, или гибкой.

Форма сечения жилы может быть плоской или секторной, особенно это касается кабелей и проводов большого



Рисунок 1.1 - Многожильный кабель с однопроволочными жилами

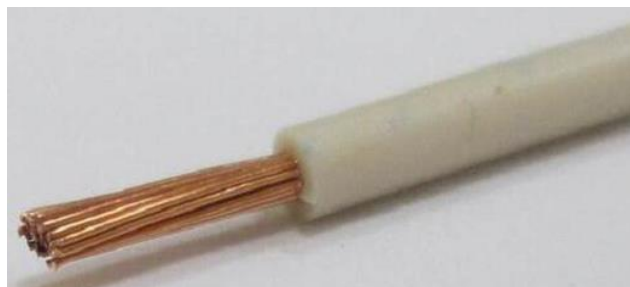


Рисунок 1.2 - Многопроволочная медная жила

Одной из главных характеристик жилы является площадь сечения. Иногда появляется необходимость проверить площадь сечения самостоятельно.

Диаметр провода токоведущей жилы без изоляции измеряют микрометром или штангенциркулем.

Сечение провода рассчитывают по следующей формуле:

$$S = \pi r^2, \text{ или } S = \frac{\pi d^2}{4}$$

где S - сечение провода, мм^2 ; π - число равное 3,14;

r - радиус провода, мм , который равен половине диаметра d .

Сечение проволоки измеряется в квадратных миллиметрах. С многопроволочной жилой дело обстоит сложнее, но можно вполне определить площадь ее сечения. $S = 0,785d^2$,

Другой способ - замерить отдельную проволочку, а затем умножить полученное число на их количество.

Изоляция - это материал, препятствующий распространению электрического тока или - это вещество-диэлектрик, защитная «рубашка», которой покрываются жилы, передающие электрический ток.

В качестве диэлектрика применяются стекло, керамика и различные полимеры, например поливинилхлорид или целлулоид.

В последнее время используются изоляционные полимеры, не только защищающие человека от поражения током и жилы от соприкосновения друг с другом, но и защищают жилы от механического воздействия, температуры и влажности -от разрушающего влияния внешней среды.

Основной характеристикой материала изоляции является **электрическая прочность**. Это такое значение силы тока, при котором заряд пробивает слой изоляционного материала толщиной в 1 мм. Все кабели, которые используются в быту, имеют многократную электрическую прочность. Пробой в такой изоляции возможен лишь в случае механического повреждения или в силу длительной службы провода.

Вторая характеристика - **нагревостойкость**. Чем выше показатель, тем большую температуру нагрева может выдержать изоляция без потери своих свойств. К данному показателю прибавляются морозостойкость и механическая прочность. Чем прочнее и устойчивее на разрыв и изгиб материал изолятора, тем лучше.

Ниже рассмотрим основные виды изоляционных материалов.

Поливинилхлорид (ПВХ) - наиболее распространенный изоляционный материал. Полимер, обладающий высокой устойчивостью к кислотам и щелочам рисунок 1.3. Практически негорюч, мягкий и гибкий материал. Недостатки низкая морозоустойчивость (до -20 °С), при нагревании выделять хлороводород и диоксины.



Рисунок 1.3 - Провод с изоляцией из ПВХ

Резина - изолятор, изготавливаемый из искусственных или природных каучуков. Имеет повышенную гибкость и морозоустойчивость рисунок 1.4.



Рисунок 1.4 - Изоляцией из резины

Полиэтилен - изолятор с хорошими показателями морозостойкости, устойчивый к агрессивным средам рисунок. 1.5.



Рисунок 1.5 - Изоляцией из полиэтилена

Силиконовая резина - весьма эластичный термостойкий изолятор, при сгорании образует диэлектрическую защитную пленку рисунок 1.6.



Рисунок 1.6 - Провод с изоляцией из силиконовой резины

Пропитанная бумага имеет отличные токоизолирующие качества. Недостаток в том, что, хорошо горит и требует дополнительных материалов для термоизоляции.

Карболит - пластический материал, используемый для производства розеточных колодок и оболочек кабельных сжимов, термостойкий, недостаток хрупкий.

Провод - это неизолированный или изолированный проводник электрического тока, состоящий из одного (одножильный провод) или нескольких (многожильный провод) проволок (чаще всего медных, алюминиевых или, значительно реже, стальных). Провода используют при сооружении линий электропередач (ЛЭП), изготовлении обмоток электрических машин, монтаже электрических проводок и радиоаппаратуры, в устройствах связи и т.д.

Провода могут быть голыми рисунок 1.7 или изолированными рисунок 1.8.

Голые провода не имеют никаких защитных или изолированных покрытий, применяются для воздушных линий электропередач.

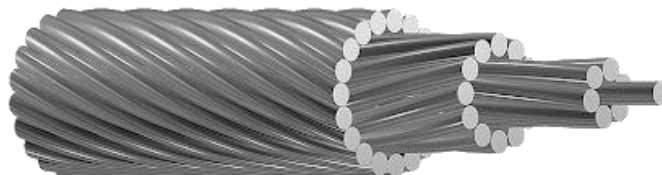


Рисунок 1.7 - Голый провод

Изолированные провода подразделяются на защищенные или незащищенные.



Рисунок 1.8 - Изолированный не защищенный провод

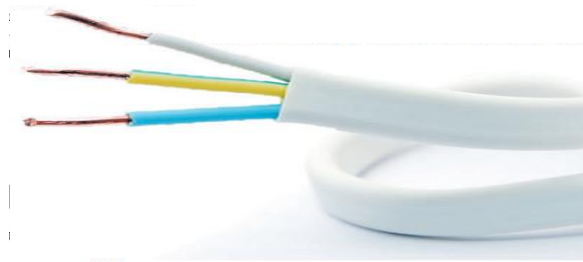


Рисунок 1.9 - Изолированный защищенный провод

Защищенными называют изолированные провода, которые поверх электрической изоляции имеют защитную оболочку, предназначенную для защиты от внешних воздействий рисунок 1.9.

Незащищенные провода не имеют поверх электрической изоляции защитной оболочки.

Шнур - это провод, состоящий из двух или более многопроволочных гибких жил, каждая из которых заключена в изоляцию, покрытых сверху защитной оболочкой из мягкого пластика или резины рисунок 1.10.

Сечением на более 1,5 мм каждая.



Рисунок 1.10- Шнур и вилка с заземлением

Шнуры используют в бытовой технике, поскольку они имеют повышенную мягкость и гибкость по сравнению с кабелем или обычным проводом. Шнур можно крутить и сгибать без риска повредить жилы и изоляцию. У приборов, которые используют при работе заземление, обычно шнуры с количеством более двух жил. Это стиральные машины, пылесосы, чайники и электроинструменты. Две жилы используются там, где заземление необязательно. Это приборы освещения: бра, светильники и т.д.

Провода можно разделить по типу **установочные и обмоточные**

Установочные провода рисунок 11 применяют в зданиях для скрытой или открытой электропроводки. Количество жил в них – одна, две или три. Жи-

лы бывают медными или алюминиевыми. Установочные провода, используемые для квартирной электропроводки, имеют сечение от 1 до 4 мм² и резиновую, полиэтиленовую или поливинилхлоридную (ПВХ) изоляцию. Установочные провода, используемые на промышленных предприятиях, могут иметь сечение от 0,5 до 500 мм².

Установочные провода также используют для фиксированного и гибкого монтажа в щитах, соединений в радиоэлектронной аппаратуре, токоведущие жилы изготовлены из медной или алюминиевой проволоки

Для электропроводки применяют круглые рисунок 1.11а и плоские рисунок 1.11 б провода. Номинальное напряжение, на которое они должны быть рассчитаны, – не ниже 220 В.

В зависимости от условий прокладки электропроводки и ее эксплуатации, по специальным таблицам по величине сечения жил выбирают требуемый тип установочного провода.

Чтобы пользоваться этими таблицами, необходимо знать маркировку установочных проводов, которую можно найти в электротехнических справочниках.

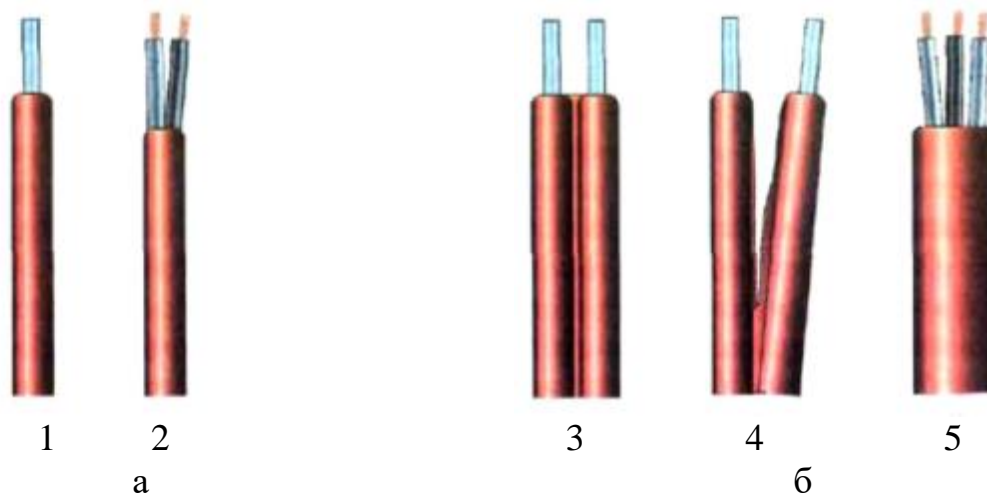


Рисунок 1.11 - Установочные провода

- а – круглые: 1– одножильный однопроволочный с алюминиевой жилой;
 2– двухжильный многопроволочный с медной жилой;
 б – плоские с медными жилами: 3, 4 – двухжильные однопроволочные;
 5 – трехжильный многопроволочный

Провода маркируют буквами и цифрами:

Первая буква - материал жилы (А – алюминий, медь – буква не ставится).

Вторая буква в обозначении провода - буква П – провод или ПП – плоский провод (2-х или 3-х жильный), в обозначении кабеля материал

Третья и последующие материал изоляции жил: А – асбест, Б – бутиловая теплостойкая резина, К -В – поливинилхлоридная (ПВХ), П – полиэтиленовая, Р – резиновая, Н - негорючая резиновая оболочка, Ф – фальцованная (металлическая) оболочка, Г – с гибкой жилой, Т – с несущим тросом, О - изолированные жилы в оплетке из х/б пряжи.

Резиновая изоляция провода может быть защищена оболочками: В - поливинилхлоридная, Н - негорючая резиновая оболочка. Буквы В и Н ставятся после обозначения материала изоляции провода.

Кроме буквенных обозначений, марки проводов, кабелей и шнуров содержат цифровые обозначения: первая цифра - число жил, вторая цифра - площадь сечения, третья – номинальное напряжение сети (может ставиться не всегда).

Отсутствие первой цифры означает, что кабель или провод одножильные. Площади сечения жил стандартизированы. Значения площадей сечений проводов, выбираются, в зависимости от силы тока, материала жил, условий прокладки (охлаждение).

В обозначении шнуров обязательно должна быть буква Ш.

ППВ 2х1,5-380 – провод медный, с ПВХ изоляцией, плоский, двухжильный, площадь сечения жилы 1,5 мм, на напряжение 380 В.

ВВГ - кабель с медными жилами, в ПВХ изоляции, в ПВХ оболочке, без защитного покрова, 4-жильный, с площадью сечения жилы 1,5 мм.

Жилы проводов имеют стандартное сечение в мм: 0,5; 0,75; 1; 1,0; 1,5; 2,5; 4,6; 10; 16; 25; 35; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 325; 800.

ПБПП или (ПУНП) относится к установочным, или монтажным. Провод плоский, с медными однопроволочными жилами, покрытыми изоляцией из ПВХ, внешняя оболочка также из ПВХ рисунок 1.12.



Рисунок 1.12 - Провод ПБПП

Количество жил - 2 или 3, сечение - 1,5...6 мм². Используется для прокладке осветительных систем и для монтажа розеток. Напряжение до 250 В, частота тока -50 Гц. Температура эксплуатации - от -15 ...+50 °С. Радиус изгиба - не менее 10 диаметров.

ПБППг (ПУГНП) - они многопроволочные, гибкие провода рисунок 1.13.



Рисунок 1.13 - Провод ПБППг

Минимальный радиус изгиба равен 6 диаметрам. Все остальные характеристики соответствуют ПУНП.

К разновидности ПУНП относится провод с алюминиевыми жилами - АПУНП рисунок 1.14. Он имеет точно такие же характеристики, что и ПУНП, с поправкой на материал жилы.



Рисунок 1.14 - Провод АПБПП

В целом провода марок ПУНП, ПУГНП и АПУНП прекрасно зарекомендовали себя именно как бытовые провода.

ППВ - медный провод с изоляцией из ПВХ рисунок 1.15а. Провод плоский с разделительными перемычками.

Жила однопроволочная, с сечением $0,75 \dots 6 \text{ мм}^2$. Количество жил - 2 или 3.

Применяется при монтаже осветительных стационарных систем и прокладке силовых линий. Напряжение - до 450 В, частота тока - до 400 Гц. Стоек к агрессивным химическим средам, негорюч, температурный диапазон эксплуатации - $-50 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$. Влагостойкость 100 % при температуре до $+35 \text{ }^\circ\text{C}$. Радиус изгиба не менее 10 диаметров. Стоек к механическим повреждениям и вибрации.

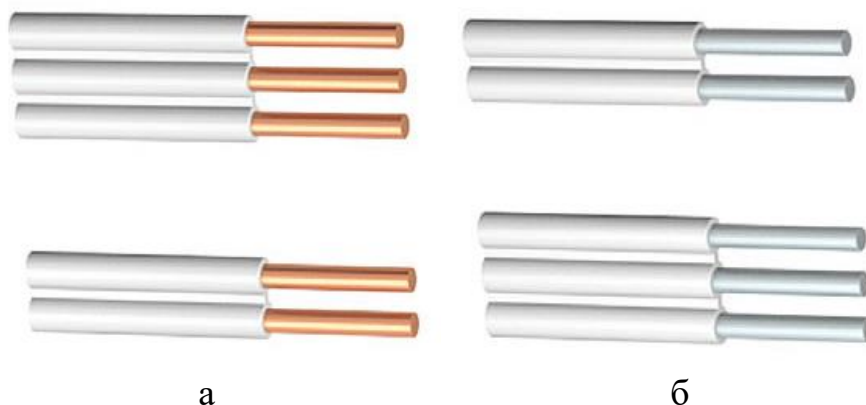


Рисунок 1.15 - Провод ППВ и АППВ

а - с медными жилами; б - с алюминиевыми жилами

АПВ -алюминиевый одножильный провод с изоляцией из ПВХ рисунок 1.16). Провод круглый, жила однопроволочная с сечением $2,5 \dots 16 \text{ мм}^2$ и многопроволочная от 25 до 95 мм^2 рисунок 16.



Рисунок 1.16 - Провод АПВ

Провод применяется практически во всех видах монтажа стационарных осветительных и силовых систем. Прокладывается в пустотах, трубах, стальных и пластиковых лотках. Широко используется при монтаже распределительных щитов. Химически стоек, температурный режим эксплуатации - от -50 до $+70$

°С. Влагостойкость - 100 % при температуре +35 °С. Радиус изгиба – не менее 10 диаметров. Стоек к механическим повреждениям и вибрации.

ПВ внешний вид и характеристики 1 во всем совпадают с АПВ, кроме материала жилы: вместо алюминия - медь рисунок 1.17. Сечение жилы начинается 0,75 мм².



Рисунок 1.17 - Провод ПВ 1

ПВ 3 характеристики провода совпадают со свойствами АПВ и ПВ 1.

Область применения - монтаж участков осветительных и силовых цепей, где необходим частый изгиб проводов: в распределительных щитах, при установке большого количества электроустройств. Применяется также для прокладки электрических цепей в автомобилях. Радиус изгиба - не менее 6 диаметров провода рисунок 1.18.



Рисунок 1.18 - Провод ПВ 3

ПВС медный многожильный провод с изоляцией и оболочкой из ПВХ. Оболочка проникает в пространство между жилами, придавая проводу круглую форму и плотность рисунок 1.19.



Рисунок 1.19 - Провод ПВС

Жила многопроволочная, количество от 2 до 5, сечение 0,75...16 мм². Напряжение - до 380 В, частота тока - 50 Гц. Изоляция жил имеет цветовую маркировку, оболочка белая.

Используется при присоединении различных электроустройств, начиная с бытовой техники и заканчивая садовым инвентарем. Благодаря гибкости и лег-

кости применяется также для проведения освещения и даже монтажа розеток. ПВС является бытовым проводом, используемым для изготовления удлинителей, шнуров для любого вида техники и ремонта электросетей. Негорюч, термостоек: диапазон рабочих температур от -40 до $+40$ °С.

ШВВП - медный или меднолуженый плоский провод рисунок 1.20. Изоляция жил и оболочка из ПВХ.

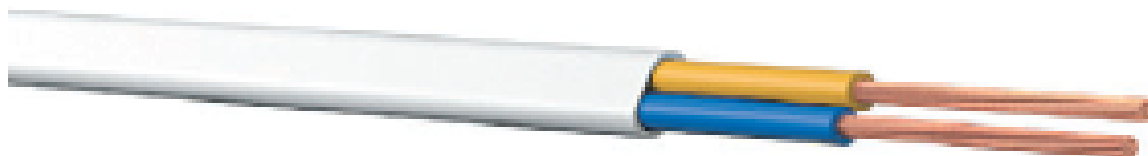


Рисунок 1.20 - Провод ШВВП

Жила многопроволочная, повышенной гибкости. Количество жил 2 или 3, сечение от 0,5 до 0,75 мм². Напряжение - до 380 В, частота - 50 Гц. Используется как шнур для присоединения осветительных приборов и бытовой техники невысокой мощности.

Таблица 1.1 - Конструктивные параметры проводов

Марка провода	Число жил	Диапазон номинальных сечений, мм ²	Класс жил
АПВ	1	2,5-120	1/2
ПВ1	1	0,5-95	1/2
ПВ2	1	2,5-95	2
ПВ3	1	0,5-95	2,3,4
ПВ4	1	0,5-10	5/5/4
АПШВ	2 или 3	2,5-6	1
ПШВ	2 или 3	0,75-4	1
АПБПП	2	2,5-4	1
ПБПП	2 или 3	15-25	1
ПБППэ	3	1-2,5	1
ПУНП	2 или 3	1-6	1/1
ПРКА	1	0,5-2,5	1

Требования к качеству соединения, ответвления и оконцевания.

Таблица 1.2 - Марки, элементы конструкции и области применения проводов

Марка провода	Конструктивные особенности	Область применения
АПВ	Провод с алюминиевой жилой с поливинилхлоридной изоляцией	Для прокладки в стальных трубах, пустотных каналах строительных конструкций, на лотках и др., для монтажа электрических цепей
ПВ1	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией	То же
ПВ2	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, гибкий	Для монтажа участков электрических цепей, где возможны изгибы проводов
ПВ3	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией повышенной гибкости	То же
ПВ4	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, особо гибкий	Для монтажа участков электрических цепей, где частые изгибы проводов
АППВ	Провод с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией, плоский с разделительным основанием	Для негибкого монтажа
ППВ	То же с медными жилами	То же
АПБПП	Провод плоский с двумя алюминиевыми жилами с пластмассовой изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластиката	Для неподвижной прокладки в осветительных сетях

Номинальная толщина изоляции проводов марок АПБПП и ПБПП составляет 0,5 мм, толщина оболочки 0,8 мм, для проводов марки ПУНП – 0,5 мм и 0,7 мм, соответственно

Согласно ПУЭ к качеству соединения, ответвления и оконцевания предъявляются следующие требования:

- соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т.п.);

- в местах соединения, ответвления и присоединения жил проводов или кабелей должен быть предусмотрен запас провода (кабеля), обеспечивающий возможность повторного соединения ответвления или присоединения;

- места соединения и ответвления проводов и кабелей должны быть доступны для осмотра и ремонта;

- в местах соединения и ответвления провода и кабели не должны испытывать механических усилий тяжения;

- места соединения и ответвления жил проводов и кабелей, а также соединительные и ответвительные сжимы и т.п. должны иметь изоляцию, равноценную изоляции жил целых мест этих проводов и кабелей;

- соединение и ответвление проводов и кабелей, за исключением проводов, проложенных на изолирующих опорах, должны выполняться в соединительных и ответвительных коробках, в изоляционных корпусах соединительных и ответвительных сжимов, в специальных нишах строительных конструкций, внутри корпусов электро установочных изделий, аппаратов и машин. При прокладке на изолирующих опорах соединение или ответвление проводов следует выполнять непосредственно у изолятора, клицы или на них, а также на ролике.

Обмоточными провода используются для изготовления обмоток электрических машин, аппаратов и приборов.

Провод обмоточный в отличие от других типов проводников имеет в качестве основного параметра диаметр токопроводящей жилы, а не ее сечение.

Длительное время обмоточные провода делались исключительно медными. Сегодня для них часто используют алюминий и другие сплавы, обладающие значительным сопротивлением. Алюминий позволяет сэкономить дорогостоящую и дефицитную медь.

Классификация

Обмоточные провода классифицируются по материалу изоляции, по форме сечения и материалу жилы.

Провод обмоточный изготавливается со следующими видами изоляции:

- Волокнистая.
- Эмаль.
- Комбинированная.

Волокнистая

Провода, имеющие волокнистую изоляцию, имеют повышенную механическую прочность. Толщина волокнистой изоляции может достигать до 0,4 мм на сторону. Химическая стойкость и влагостойкость таких проводов невысока.

Провода с волокнистой изоляцией, применяются для перемотки обмоток электрических двигателей производства катушек масляных трансформаторов, может включать в себя бумагу, хлопчатобумажную ткань, стеклянные, а также асбестовые волокна, лавсан, шелк. Эти волокна и ткани накладываются в несколько слоев по подобию плетеного чулка.

Эмалевая изоляция

Материалом эмалированной изоляции служит винифлекс, металвин, кремнийорганическая основа, полиэфиротерефталевая кислота, полиуретан.

Обмоточная проволока, покрытая специальной эмалью, обладает электрической прочностью, устойчивостью к влаге, агрессивным химическим средам. Особенностью эмалевых обмоточных проводов является очень малая толщина изолированного слоя (наибольшая толщина 0,09 мм). Прочность эмали провода ПЭЛ небольшая, такой провод используется только для обмоток катушек, работающих в неподвижном состоянии.

Высокопрочный эмалевый провод применяется для обмоток электродвигателей мощностью до 100 киловатт. Провод, покрытый эмалью. Эмалевые провода обладают также высокой термостойкостью, и способны выдерживать температуру до 155°C.

Комбинированная

Провод обмоточный с комбинированной изоляцией по своим параметрам находится в промежуточном положении между рассмотренными двумя видами проводов. Комбинированный вид изоляции включает в себя несколько слоев. Наружное покрытие обычно состоит из волокнистого материала, а внутреннее покрытие – эмаль.

Этот вид стал популярным из-за своей высокой надежности, и используется для электродвигателей подъемно-транспортных механизмов, в том числе судостроительных кранов.

Обмоточные провода бывают двух форм сечения:

-круглой.

-прямоугольной.

Круглое сечение провода используется в различных сферах. Такой провод обладает высокими прочностными и электрическими характеристиками рисунок 1.21.



Рисунок 1.21 - Обмоточный провод круглого сечения

Размеры прямоугольных сечений проводов стандартизованы. Такой провод часто применяется для обмоток трансформаторов. Толщина прямоугольных проводов достигает до 5,9 мм, а ширина до 14,5 мм рисунок 22.



Рисунок 1.22 - Обмоточный провод прямоугольного сечения

Недостатками обмоточных проводов плоского сечения. При его наматывании на бухту есть большая вероятность повредить изоляцию, при очень маленьких сечениях провода визуально трудно отличить меньшую сторону сечения от большей.

В любой обмотке важным элементом является виток проводника вокруг сердечника. По мощности тока подбирается необходимое сечение провода. Круглая проволока обычно используется для небольших нагрузок, а прямоугольную проволоку применяют для более высокой нагрузки.

Большинство обмоточных проводов производят из следующих материалов:

- медь.
- алюминий.

Медные обмоточные обладают малым удельным сопротивлением, значительным весом. Стоимость медных проводов высока.

В последнее время вместо медных проводов для обмоток стали использовать алюминиевый провод, который значительно легче по весу, имеет меньшую стоимость, но обладает более высоким удельным сопротивлением, по сравнению с медным проводником.

Маркировка

Маркируются они несколькими буквами и цифрами, после марки обычно обозначают диаметр сечения.

Для обозначения провода выполняют его маркировку, которая означает материал жилы и изоляции:

- Вначале обозначения находится буква «П» для медной проволоки, и означает «провод».
- Для отличия алюминиевых и медных проводов в конце маркировки имеется буква «А», например, ПЭВА.
- Если жила сделана из сплава, имеющего большое удельное сопротивление, то в обозначении имеются дополнительные буквы, например, НХ – нихром, М – манганин, К – константан.
- Для обозначения мягкого проводника ставят символ «М», для твердого – «Т». Например, провод ПЭМТ – медный провод из твердой проволоки, а провод ПЭММ – из мягкой проволоки.

Буквы для обозначения изоляции

- ЭМ – высокопрочная поливиниловая эмаль.
- ЭЛ – масляная основа.
- ЭВ – высокопрочная поливинилацетатная эмаль.
- Л – лавсан.
- Ш – шелк натуральный.
- Б – пряжа х/б.
- О – один слой.
- С – стекловолокно.
- ШК – капрон.
- Д – два слоя.

Если в маркировке стоит 2-я буква «П», это означает, что изоляция в виде пленки. Провод ППФ оснащен изоляцией в виде фторопластовой пленки.

Для маркировки комбинированной изоляции символы стоят в порядке нахождения слоев, начиная от внутреннего. ПЭЛШО – провод медный, эмаль на масляной основе и однослойной шелковой оплетки.

Кабель – одна или несколько изолированных жил, заключенных в общую герметизированную оболочку (свинцовую, алюминиевую, резиновую, пластмассовую), поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может броневая оболочка (покрытие из стальных лент или плоской или круглой проволоки). Такие кабели называются бронированными рисунок 1.23. Кабели без брони применяются там, где нет возможности механических повреждений.

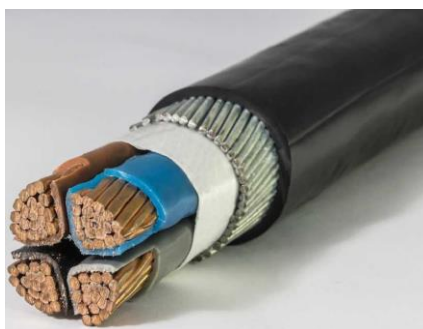


Рисунок 1.23 - Кабель

По области применения подразделяются на следующие виды:

Силовые кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии в осветительных и силовых электроустановках для создания кабельных линий. Выпускаются с медными и алюминиевыми жилами с изоляцией из бумаги, ПВХ, полиэтилена, резины и других материалов, имеют свинцовые, алюминиевые, резиновые или пластмассовые защитные оболочки.

ВВГ обозначается силовой кабель с изоляцией ТПЖ из ПВХ, оболочкой (кембриком) из ПВХ, медным материалом жилы, не имеющий внешней защиты рисунок 1.24.



Рисунок 1.24 - Кабель ВВГ

Используется для передачи и распределения электрического тока, рабочее напряжение - 660–1000 В, частота - 50 Гц. Количество жил может варьироваться от 1 до 5. Сечение - от 1,5 до 240 мм².

В бытовых условиях используется кабель сечением 1,5–16 мм². Жилы могут быть как одно так и многопроволочными

ВВГ применяется при широком диапазоне температур: от –50 до + 50 °С.

Выдерживает влажность до 98 % при температуре до +40 °С., достаточно прочен на разрыв и изгиб, стоек к агрессивным химическим веществам.

Разновидности ВВГ:

АВВГ - те же характеристики, только вместо медной жилы используется алюминиевая рисунок 1.25;



Рисунок 1.25- Кабель АВВГ

ВВГнг - кембрик с повышенной негорючестью рисунок 1.26;



Рисунок 1.26 - Кабель ВВГнг

ВВГп - наиболее часто встречающаяся разновидность, сечение кабеля не круглое, а плоское;

ВВГз - пространство между изоляцией ТПЖ и кембриком заполнено жгутами из ПВХ или резиновой смесью.

Кабель NYM не имеет российской расшифровки буквенного обозначения. Это медный силовой кабель с изоляцией ТПЖ ПВХ, внешняя оболочка из негорючего ПВХ. Между слоями изоляции находится наполнитель в виде мелованной резины, что придает кабелю повышенную прочность и термостойкость.

Жилы многопроволочные, всегда медные рисунок 1.27.

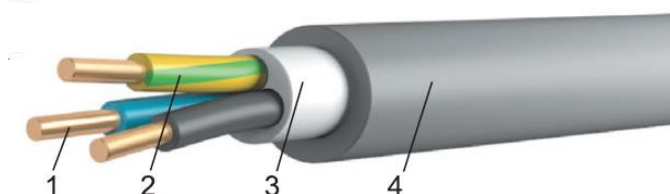


Рисунок 1.27 - Кабель NYM:

1 - медная жила; 2 - оболочка ПВХ; 3 - продольная негорючая герметизация;
4 - изоляция ПВХ

Количество жил - от 2 до 5, сечение - от 1,5 до 16 мм². Предназначен для проведения осветительных и силовых сетей с напряжением 660 В. Обладает высокой влаго- и термостойкостью.

Может применяться для прокладки на открытом воздухе. Диапазон рабочих температур - от -40 до +70 °С.

Недостаток: плохо выдерживает воздействие солнечного света, поэтому кабель необходимо укрывать. По сравнению с ВВГ любого вида более стоек и удобен в работе

КГ - кабель гибкий. Это проводник с рабочим переменным напряжением до 660 В, частотой до 400 Гц или постоянного напряжения 1000 В рисунок 1.28.

Жилы медные, гибкие. Их количество от 1 до 6. Изоляция ТПЖ - резина, внешняя оболочка из того же материала.

Диапазон рабочих температур -60... +50 °С. Используется в основном для подсоединения различных переносных устройств, сварочные аппараты, генераторы, тепловые пушки и т. д.

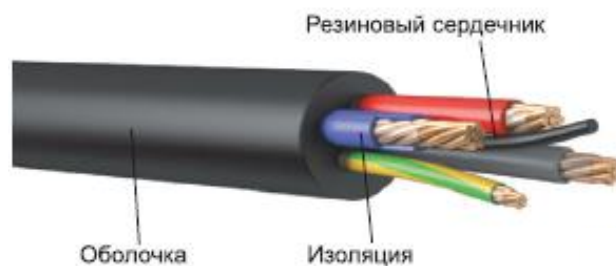


Рисунок 1.28 - Кабель КГ

Есть разновидность КГнг с негорючей изоляцией.

ВББШв - бронированный силовой кабель с медными жилами рисунок 1.29.



Рисунок 1.29- Кабель ВББШв

Кабели бывают однопроволочные и многопроволочные.

Число жил 1...5, сечение - 1,5... 240 мм², для переменного напряжения до 1000 В. Изоляция ТПЖ, внешняя оболочка, пространство между изоляцией и кембриком ПВХ. затем идет броня из двух лент, накрученных таким образом, что внешняя перекрывает границы витков нижней.

Поверх брони кабель заключен в защитный шланг из ПВХ, а в модификации ВББШвнг использован материал пониженной горючести.

Может прокладываться в трубах, в земле и на открытом воздухе с защитой от солнца. Диапазон рабочих температур - от -50 до $+50$ °С.

Модификации:

- АВБШв - кабель с алюминиевой жилой;
- ВБШвнг - негорючий кабель;
- ВБШвнг-LS - негорючий кабель с низким газо- и дымовыделением при повышенных температурах.

Контрольные кабели.

Особенностью таких кабелей является большое число жил до 61, в отличие от силовых кабелей. По контрольным кабелям передаются сигналы переменного и постоянного тока. При этом переменное напряжение не должно быть более 660 вольт с частотой не выше 100 герц, постоянное напряжение – не более 1000 вольт переменного.

Контрольные кабели считаются промежуточными между кабелями связи и силовыми кабелями. Они чаще всего применяются для вторичной коммутации устройств удаленного управления для активации систем и регулирования пуска.

Контрольные кабели могут прокладываться в специальных каналах или лотках. Подключение кабеля выполняется в ящиках, коробках, распределительных щитах.



Рисунок 1.30 - Разные виды контрольных кабелей



Рисунок 1.31 - Конструктивные особенности контрольных кабелей

Маркировка отдельных жил кабеля выполняется цифрами или цветом изоляции. При маркировке цветом применяется однотонный цвет со вспомогательными цветными полосками. При цифровой маркировке соблюдается интер-

вал между цифрами не более 3,5 см, цифрами указывается номер жилы.

Основные правила маркировки:

Если в кабеле применены алюминиевые жилы, то первая буква в маркировке – «А». Если жилы медные, то буква отсутствует.

Следующей буквой идет «К», что означает, что это контрольный кабель.

Далее идет буква, определяющая материал изготовления диэлектрика оболочки жил. Обычно материалом является полиэтилен (буква «П»), или ПВХ-пластик (буква «В»).

Последующая буква определяет материал изоляции всего кабеля, то есть, его оболочки.

Далее в маркировке буква указывает на наличие или отсутствие вспомогательной защиты. Буква «Г» - означает «голый», «Б» - наличие «брони».

Дополнительными символами маркировки могут быть «НГ» - негорючий, способен противостоять распространению горения, «LS» - пониженное образование дыма, «Э» - информация о том, что кабель оснащен металлическим экраном. Также допускаются и другие буквенные символы маркировки.

Цифровая часть маркировки включает в себя числа, первое из которых обозначает число жил, 2-е – сечение жилы.

Кабели управления применяются в системах автоматики и обычно имеют медные жилы, пластмассовую оболочку и защитный экран, который защищает от механических повреждений и электромагнитных помех.

Кабели управления предназначены для передачи сигналов малой мощности в условиях подвижного присоединения. В отличие от контрольных кабелей токопроводящие жилы кабелей управления выполняются только из медной проволоки.

По назначению кабели управления делятся на:

Кабели общего назначения, предназначенные для соединения стандартной аппаратуры массового использования.

Кабели целевого назначения, предназначенные для использования в отдельных отраслях техники со специфическими условиями эксплуатации или в конкретных объектах с определённым, наперёд заданным составом и расположением цепей управления.

По степени помехозащищённости кабели управления делятся на:

Неэкранированные кабели.

Кабели с частью или всеми экранированными жилами (защита от взаимного влияния цепей).

Кабели в общем или двойном общем экране (защита от внешних помех).

Размерные и параметрические ряды для контрольных кабелей установлены в соответствии с ГОСТ 18404-73:

Ряд сечений токопроводящих жил: 0,03; 0,05; 0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5 мм².

Ряд числа изолированных жил однородных кабелей: 3; 4; 7; 14; 19; 27; 30; 37; 52; 61; 91; 108.

Условные обозначения кабелей управления: КУ – кабель управления; Д – повышенной стойкости к избыточному внутреннему давлению; П – полиэтилен-

новая изоляция; Ф – фторопластовая изоляция; Р – резиновая оболочка; В – поливинилхлоридная оболочка; РУ – резиновая усиленная оболочка; Э – наличие экрана; ЭЭ – наличие двойного экрана; П – панцирная оплетка из стальных, оцинкованных проволок; Пн – из стальных нержавеющей проволок; Пм – из медных луженых проволок.

Кабели связи является электротехническое изделие, которое состоит из отделенных изоляцией проводов, скрученных между собой по обусловленному алгоритму. Такой проводной пучок заключается в общую защитную оболочку.

Основными конструктивными элементами кабеля связи являются:

Сердечник - это закрученные в установленном порядке изолированные проводники, которые образуют электрические цепи, имеют поясную изоляцию и защитный экран, под общим покровом в виде: подушки, брони и наружной оболочки.

Токопроводящие жилы - элемент конструкции, выполненный для протекания электрического тока. Они могут выполняться медными, стальными и алюминиевыми. В современных линиях связи преимущественно используются медные жилы.

Термин «кабель связи» (КС) включает изделия, предназначенные для коммуникации в системах информации. По ним, возможно, пересылать фото- и видеоизображения, ТВ передачи, телефонные разговоры, интернет - соединения. Такая передача данных осуществляется токами разной частоты.

Все кабели связи можно разделить на три большие группы:

- витая пара;
- коаксиальные;
- оптоволоконные.

Телефонные кабели

Этот вид кабельной продукции применяются в телефонных сетях. Телефонные кабели связи изготавливаются из изолированных жил, скрученных попарно и оформлены в единую ПВХ- оболочку рисунок 1.32.

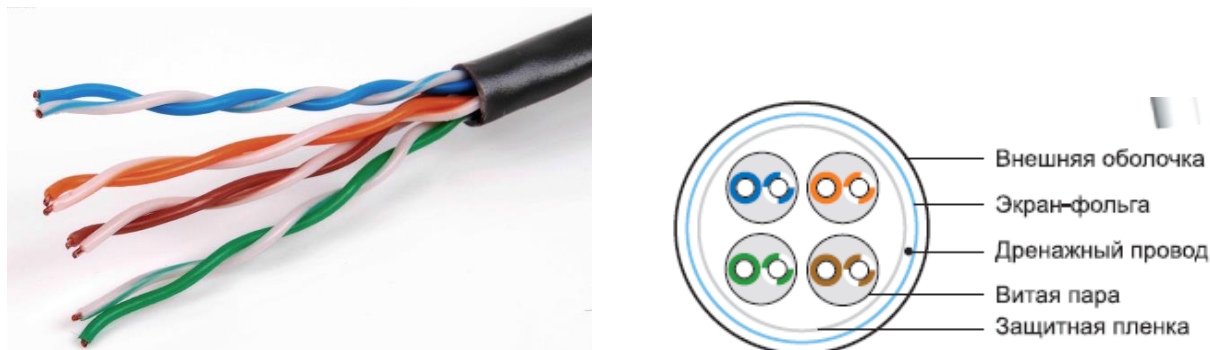


Рисунок 1.32 – Витая пара

Они способны иметь в конструкции водоблокирующие волоконные устройства, для защиты от влаги. В подобных модификациях могут устанавливаться защитные покровы и несущие компоненты в виде стальной оцинкованной проволоки или арамидных волокон.

Кабель с маркировкой ТПП, предназначается для подземной прокладки в грунте. Если по условиям эксплуатации он бронируется железными лентами, то в этом случае его маркировка будет обозначена - ТППБ. В такой конструкции для антикоррозионной защиты бронь покрывается джутовой оболочкой.

Для воздушных линий связи с подвесками используют ТППт, который по конструкции подобен ТПП, но дополнительно укреплен самонесущим тросом, запрессованным совместно с сердечником в единую ПВХ- оболочку.

Коаксиальные кабели

Такие модификации применяются в сетях связи, для передачи радиочастотных электросигналов, ТВ-сигналов, в системах видеонаблюдения и кабельного ТВ рисунок 1.33.



Рисунок 1.33 - Коаксиальный кабель RG-6

Кабели выполнены из наружного экрана и основного проводника, расположенных коаксиально и разделенных воздушным пространством или заполненным изолирующим веществом.

Наружный провод выполняется в виде оплетки либо повива из медной луженой проволоки, фольгированной обмотки или гофрированной медной трубки. В роли защищающей оболочки может быть использована броня и ПВХ покров.

Оптоволоконные кабели

Это более совершенный вид кабелей связи и предназначен для перемещения оптических сигналов. Используются оптоволоконные кабели на телекоммуникационных сетях различных ступеней: от межконтинентальных трасс до частных компьютерных линий.

Маркировка (условное обозначение)

Магистральные и междугородные кабели маркируются буквой М. Буквы КМ обозначают - коаксиальные магистральные. Телефонным кабелям присваивается буква Т.

Если кабель имеет стиролфлексную (полистирольную) изоляцию, то дополнительно вводится буква С, полиэтиленовую изоляцию - буква П. В кабелях с алюминиевой оболочкой еще добавляется буква А, а со стальной - буква С.

В зависимости от вида защитных покровов кабеля маркируются буквами:

Г - голые (освинцованные);

Б - с ленточной броней;

К - с круглопроволочной броней.

Наличие наружной пластмассовой оболочки обозначается буквой П (полиэтиленовая) или В (поливинилхлоридная).

Междугородные симметричные кабели в свинцовой оболочке имеют марки:

с кордельно-бумажной изоляцией - МКГ, МКБ, МКК;

с кордельно-стиролфлексной изоляцией: МКСГ, МКСБ, МКСК;

с полиэтиленовой изоляцией: МКПГ, МКПБ, МКПК.

Симметричные кабели со стиролфлексной изоляцией в алюминиевой оболочке: МКСАШп, МКСАБпШп, МКСАКпШп.

Симметричные кабели в стальной оболочке имеют марку МКССШп.

Коаксиальные магистральные кабели маркируются:

КМГ, КМБ, КМК - в свинцовой оболочке;

КМА, КМАБ, КМАК - в алюминиевой оболочке. Комбинированные коаксиальные магистральные кабели имеют, кроме того, дробный индекс, обозначающий число больших (числитель) и малых (знаменатель) пар, например, КМБ-8/6, КМБ-6/4, Большая пара имеет размер 2,6/9,5 мм, малая - 1,2/4,6 мм, где в числителе указан диаметр внутренней жилы, а в знаменателе - диаметр наружной жилы. Малогабаритные коаксиальные кабели имеют марки МКТС:

МКТСБ - в свинцовой оболочке;

МКТАШп - в алюминиевой оболочке и полиэтиленовом шланге. Однокоаксиальные кабели с пористо-полиэтиленовой изоляцией для внутриобластной связи с алюминиевым внешним проводом имеют марки ВКПАП и ВКПАПт (буква Т обозначает наличие встроенного троса).

Городские телефонные кабели парной скрутки в свинцовой оболочке маркируются буквами ТГ, ТБ, ТК. Городским телефонным кабелям с полиэтиленовой изоляцией и в пластмассовой оболочке присвоены марки:

ТПП, ТППБ - полиэтилен;

ТПВ, ТПВБ - поливинилхлорид.

Влагостойкие кабели с герметизированным заполнением маркируются ТППЗ.

Кабели звездной скрутки для соединительных линий и узлов связи обозначаются марками:

ТЗГ, ТЗБ - с кордельно-бумажной изоляцией;

ТЗПП, ТЗППБ - с пористо-полиэтиленовой изоляцией.

Кабели в алюминиевой оболочке с защитой полиэтиленовым шлангом маркируются ТЗАШп и ТЗАБпШп.

Одночетверочные кабели зоновой связи маркируются:

ЗКП - в полиэтиленовой оболочке;

ЗКПАп - в алюминиевой оболочке и полиэтиленовом шланге.

Кабели сельской связи с полиэтиленовой изоляцией и в пластмассовой оболочке имеют марки КСПП, КСППБ, КСППК (одно- и двухчет-верочные с диаметром жил 0,9 и 1,2 мм). Однопарные кабели маркируются ПРВПМ и ПРВПА. Буква «А» означает наличие алюминиевых жил вместо медных.

Оборудование и материалы

1. Плакаты
2. Образцы проводов и кабелей.
3. Штангенциркуль.
4. Мультиметр DT 700D.
5. Мегомметр МЕГЕОН 13100.
6. Вспомогательные материалы.

Программа работы

1. Изучить технику безопасности при выполнении работ.
2. Изучить литературу по теме работы.
3. Законспектировать основные положения методических указаний. Ознакомиться с работой и подготовить бланк для выполнения отчета.
4. Записать расшифровку провода (кабеля) предложенную преподавателем.
5. Рассчитать сечение жилы по диаметром
6. Оформить отчёт.
7. Сделать выводы по работе.
8. Ответы на контрольные вопросы.

Методика выполнения работы

1. Изучить правила техники безопасности.
2. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
3. Подготовить инструмент, оснастку и оборудование для выполнения лабораторной работы.
4. Изучить конструкцию, области применения и условные обозначения проводов, кабелей.
5. Изучить характеристики, параметры проводов и кабелей. Данные записать в таблицу
6. Рассчитать сечение провода по диаметру.
7. Рассчитать сечение изоляции.
8. Научиться выбирать провода и кабели по допустимому току нагрузки.
9. Оформить отчет о проделанной работе.
10. Ответив на контрольные вопросы
11. Защитить лабораторную работу

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Используемые материалы и инструменты.
3. Краткий конспект теоретических сведений.
4. Предоставить соответствующие расчеты.
5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Что называют кабелями?
2. Что называют проводом?
3. Назначение проводов и кабелей.
4. Основные конструктивные элементы проводов и кабелей;
5. Какой формы, из чего выполняют токоведущие жилы проводов и кабелей?
6. Какая бывает изоляция проводов и кабелей, из каких материалов?
7. Назначение оболочек кабелей, из чего выполняют?
8. Какая изоляция идет на низкие напряжения, какая – на высокие?
9. Достоинства и недостатки отдельных видов изоляции;
10. Защитные покровы: для чего, из чего?
11. Броня: для чего, из чего?
12. Маркировка кабелей;
13. Классификация силовых кабелей;
14. Устройство силовых кабелей;
15. Дайте расшифровку установочных проводов: АПВ, ПВ1, ПВ2, ПВ3, АППВ, ППВ, АПБПП, ПБППз, ПУНП, ПРКА, ПВС, ШВВП
16. Дайте расшифровку кабелей: ВВГнг, КГВВ, ВБШв, АПвЭПШв, АВТВ, NYM, NYMJ, АВВГ, ВВГ, АПвПу, АВБбШВ.

Лабораторная работа №2

Позвонка и маркировка электрических цепей

Цель работы

Изучение методов и технологии прозвонки.

Изучение методов и технологии маркировки проводов.

Приобретение практических навыков монтажа электропроводок.

Теоретические сведения

Правильность сборки электрической схемы определяется тем, насколько верно определены начала и концы жил кабелей или проводов, а также правильностью их присоединения к контактам электроустановки. С этой целью после прокладывания проводов или кабелей делают прозвонку и их маркировку.

Термин «прозвонка» объединяет способы отыскания среди множества проводов, проложенных потоком, одного из них по доступным концам, как правило, удаленным друг от друга и не присоединенным к каким-либо цепям. Определение концов, принадлежащих одной и той же жиле, а также проверка отсутствия обрыва в ней и замыкания её с другой жилой является задачей прозвонки.

Практическая необходимость в прозвонке возникает при маркировке проводников, проложенных потоками (например, жил контрольных или многожильных кабелей, проводов, проложенных в трубе или «навалом» в кабельных каналах и т.п.). Кроме того, прозвонка позволяет проверить правильность присоединений цепей при монтаже или отыскать немаркированные цепи аппаратов, машин и т. д.

Прозвонка – определение целостности электрической цепи. Прозвонку выполняют в следующих случаях:

- для контроля правильности сборки схемы перед включением напряжения.
- для определения неисправности проводки.
- для контроля качества кабеля или провода перед электромонтажными работами

Методом прозвонки решаются и более простые задачи - проверка целости жил (цепей) и отсутствия их замыкания между собой, на корпус или землю. Эти проверки обязательно выполняются, так как обрывы и замыкания совместно проложенных цепей могут быть причиной ошибок при их маркировке. В первую очередь проверяется замыкание жил между собой и на корпус.

Прозвонку осуществляют разными способами, которые объединяются в две группы:

Первая группа – способы, при которых жилы перед прозвонкой ничем специально не отличаются друг от друга и маркировка на них наносится произвольно. Прозвонку выполняют в этих случаях с помощью омметров, телефонных трубок или контрольных ламп, включаемых последовательно с источником

питания через жилы кабеля рисунок 2.1. В качестве источников применяют гальванические батареи или понижающие трансформаторы;

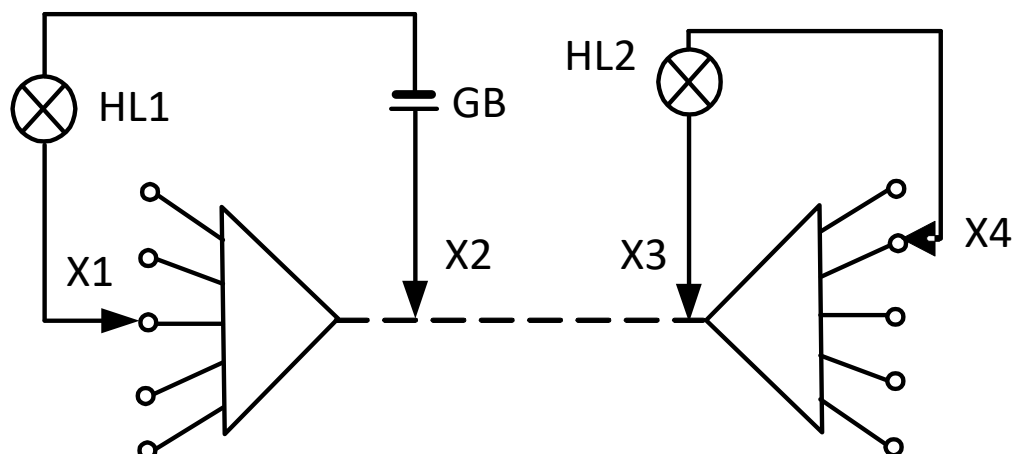


Рисунок 2.1 - Схема прозвонки жил способом первой группы при помощи двух сигнальных ламп

Вторая группа способов основана на предварительном шифровании жил, имеющих определенную маркировку на одном из концов потока. Шифрование производится по определенному признаку (по сопротивлению, по электрическому потенциалу или по току). На другом конце потока при прозвонке производят дешифрование жил путем опознавания их соответствующим прибором, измеряющим R, U или I. На жилы наносится маркировка, соответствующая их маркировке на первом конце потока.

Прозвонка жил кабеля с помощью резисторов и омметра
Схема для прозвонки приведена на рисунке 2.2

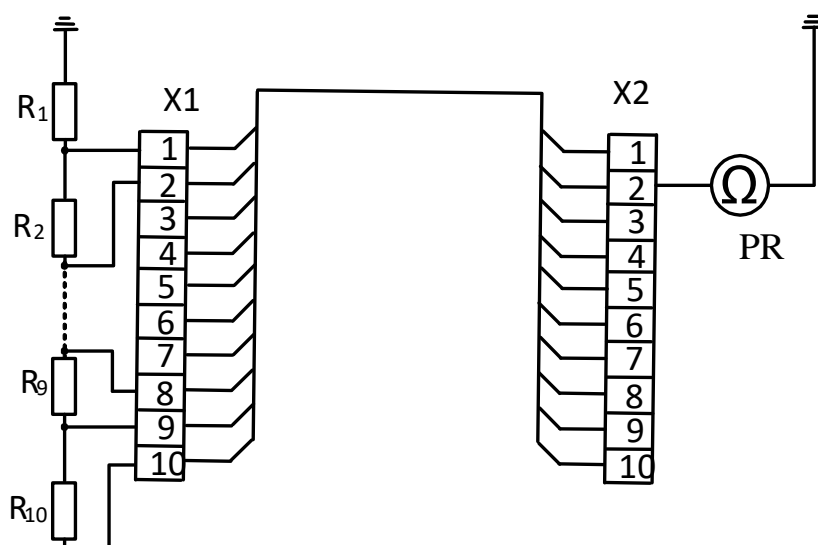


Рисунок 2.2 - Схема прозвонки жил способами второй группы с резисторами и омметром

Для прозвонки собирается схема из последовательно соединённых резисторов с одинаковыми величинами сопротивлений.

Число резисторов должно соответствовать количеству жил кабеля, который будет прозваниваться.

Вход первого резистора и один зажим омметра PR должны быть соединены по крайней мере, к одной исправной цепи, легко опознаваемой на обоих концах потока общему проводу.

К первому зажиму 1 блока X1 присоединяют вывод находящийся между первым и вторым резисторами. Ко второму зажиму 2, присоединяют вывод между вторым и третьим резисторами и так до свободного вывода последнего резистора R10, который присоединенный к последнему зажиму 10 блока XT.

На втором конце кабеля необходимо поочерёдно касается выводов жил кабеля на блоке зажимов X2 свободным вторым зажимом омметра и по его показанию определяет номер зажима, соответствующий прозваниваемой жиле.

Номинальные сопротивления резисторов выбирают в зависимости от конкретных условий (от числа прозваниваемых жил, их материала, длины и сечения, а также от класса точности применяемого омметра).

Если сопротивления резисторов малы по сравнению активным сопротивлением жил, то определение выходов кабеля может оказаться недостоверной.

Если сопротивление резисторов будет большим, то с ростом числа жил будет падать чувствительность омметра и прозвонка так же будет не достоверной.

Величина номинального сопротивления резисторов должна быть в пределах 10-200 Ом.

Так как в цепи омметра токи очень малы, то величина мощности рассеивания резисторов в расчет не берется.

Применяют резисторы с мощностью рассеивания в пределах 0,5-1 Вт.

В нашем случае линейка включает в себя десять резисторов равное числу жил кабеля. Каждый резистор величину номинального сопротивления $R_n=100$ Ом и мощность рассеивания $P_n=0,5$ Вт.

Если при прозвонке на втором зажиме блока X2 омметр покажет 900 Ом, то это означает, что на второй зажим приходит девятая жила кабеля. Или, например, если на седьмом зажиме блока X2 омметр покажет 400 Ом, то это означает, что на седьмой зажим приходит четвертая жила кабеля.

Для фиксации входов и выходов заполняется таблица 2.1. В верхней строке журнала оператор ставит порядковый номер жилы кабеля, совпадающий с порядковым номером зажима блока X1, а в нижней – соответствующий ей порядковый номер зажима блока X2.

Такой метод прозвонки применим для большого числа жил.

Таблица 2.1 - Результаты измерений

Номер жилы кабеля										
Номер зажима X2										

При аналогичном методе прозвонки можно использовать амперметр рисунок 2.3 и вольтметр рисунок 2.4.

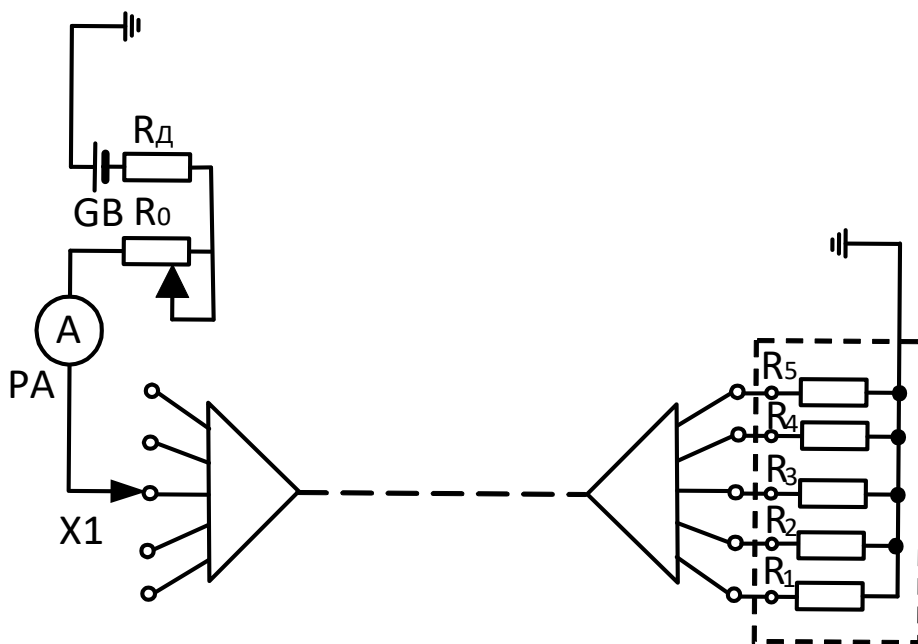


Рисунок 2.3 - Схема прозвонки жил способами второй группы с резисторами и амперметром (с шифрованием сопротивлением)

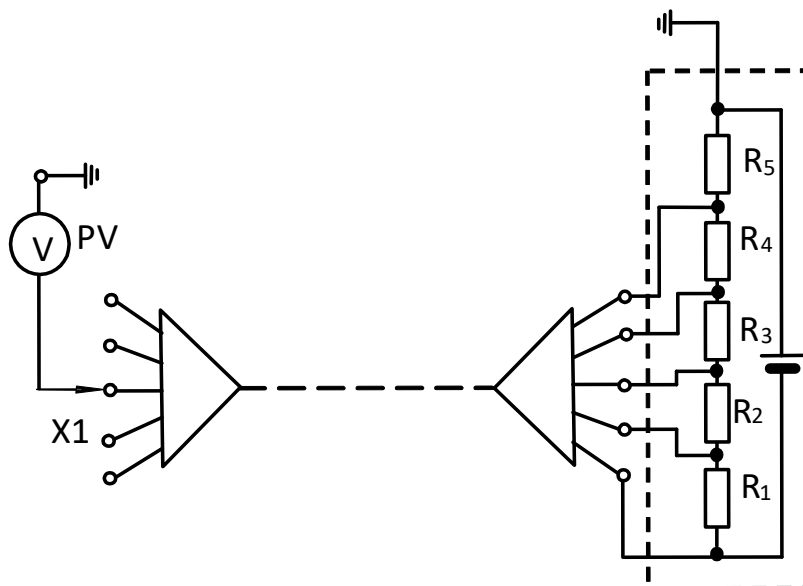


Рисунок 2.4 - Схема прозвонки жил способами второй группы с резисторами и вольтметром (с шифрованием сопротивлением)

Все способы прозвонки предполагают наличие в потоке, по крайней мере, одной исправной цепи, легко опознаваемой на обоих концах потока. Обычно такой цепью может служить цепь заземления или металлические оболочки кабе-

лей. При отсутствии заземления и при небольших удалениях концов потока друг от друга прокладывают дополнительный провод. Иногда в таких случаях в потоке предусматривают цепь, опознаваемую по внешнему виду (например, по цвету, по типу провода и т.п.).

Прозвонка жил кабеля с помощью диодной приставки и омметра
 Схема прозвонки приведена на рисунке 2.5

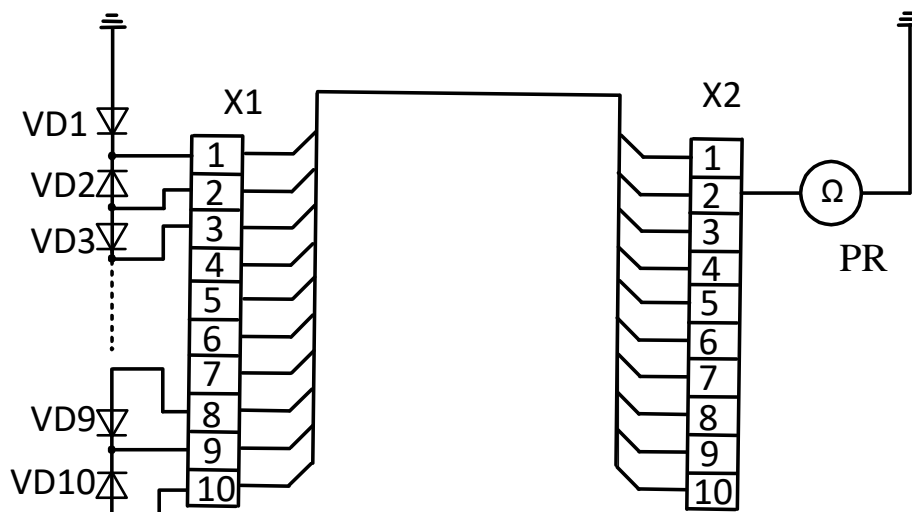


Рисунок 2.5 - Схема прозвонки жил способами второй группы с диодами и омметром (с шифрованием)

Устройство для прозвонки состоит из встречно-последовательно соединённых диодов. Число диодов должно быть равно числу подлежащих прозвонке жил кабеля.

Свободный вывод первого диода и один зажим омметра присоединяют к общему проводу.

К первому зажиму блока X1 присоединяют вывод устройства, находящийся между первым и вторым диодами. Ко второму зажиму блока присоединяют вывод, находящийся между вторым и третьим диодами. Аналогично производится прозвонка до свободного вывода последнего диода в устройстве, который присоединяют к последнему зажиму блока X1.

На другом конце кабеля поочерёдно касаются выводов жил кабеля на блоке зажимов X2 свободным зажимом омметра до тех пор, пока омметр не покажет сопротивление цепи, близкое к нулевому значению. Это означает, что к этому зажиму блока X2 приходит первая жила кабеля.

Далее присоединяют свободный зажим омметра к зажиму блока X2, к которому подходит первая жила кабеля, отсоединяют зажим омметра, присоединённый к общему проводу, и поочерёдно касаются им выводов жил на блоке до тех пор, пока омметр не покажет сопротивление цепи, близкое к нулевому значению. Так находится зажим, к которому подходит вторая жила кабеля.

Операции повторяются до тех пор, пока все выводы кабеля не будут определены и промаркированы.

Результаты заносят в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - результаты измерений

Номер жилы кабеля										
Номер зажима X2										

Операцию по прозвонке можно выполнять при помощи измерителей сопротивлений. Для измерений сопротивления изоляции проводов и кабелей широко применяют мегомметры на напряжения 500, 1000 и 2500 В. Сопротивление изоляции измеряют при отключении установок от источников питания. В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм. В установках напряжением выше 1000 В норма сопротивления изоляции-1 МОм.

Прозвонить длинный кабель может оказаться необходимым во многих случаях: при установке или ремонте сети, поиске неисправностей, проверке целостности проводов и т.д. Эта процедура позволяет определить, есть ли электрическое соединение между различными точками кабеля, а также обнаружить перебои в проводке и выявить место обрыва или короткого замыкания.

Первым делом проверяется наличие электрической связи между жилами кабеля, щупы тестера подключают к разным проводам рисунок 2.6. Если между проводами нет короткого замыкания, лампочка гореть не будет, при тестировании мультиметром не раздастся звуковой сигнал.

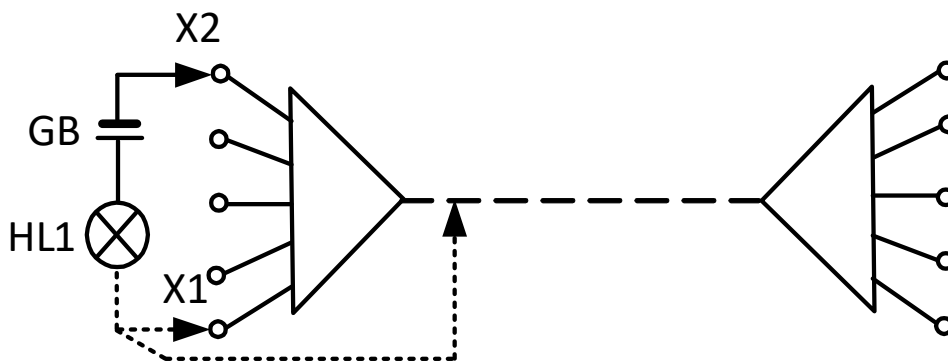


Рисунок 2.6 - Схема прозвонки жил на короткое замыкание

Для определения целостности жил кабеля их концы с одной стороны соединяют попарно. На другом конце кабеля присоединяют щуп к одному из проводов, а вторым щупом поочередно касаются и жил рисунок 2.7. Таким способом определяют целостность пары проводников.

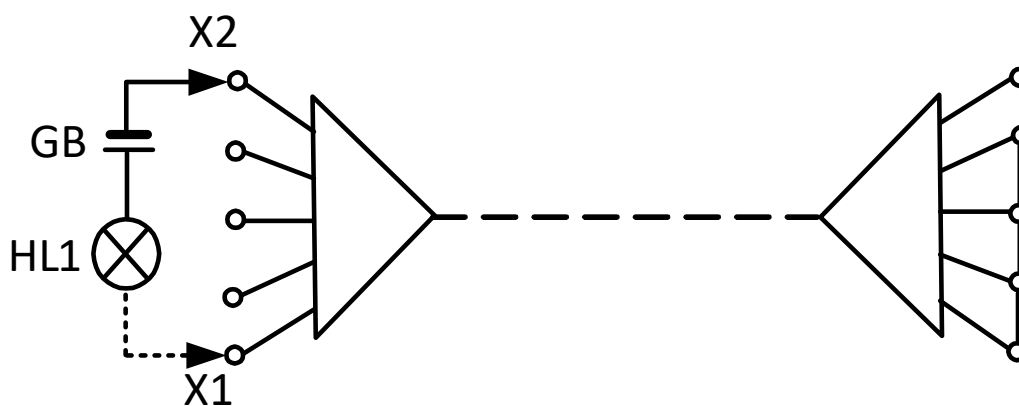


Рисунок 2.7 - Схема прозвонки жил на определение целостности жил

Прозвонка длинного кабеля является важным шагом при установке сети или проведении ремонтных работ. Она позволяет также проверить и качество кабеля.

Прозвонку можно также выполнять при помощи мультиметра.

В настоящее время существует огромное количество разнообразных мультиметров (тестеров), в основном они представляют из себя стрелочный или электронный прибор рисунок 2.8.



Рисунок 2.8 - Разновидности мультиметров

Мультиметр способен измерять сопротивление, температуру, постоянные ток и напряжение, переменные ток и напряжение, емкость и другие величины.

Набор функций достаточно велик, отсюда приставка “мульти”, то есть много, много приборов в одном. Рассмотрим внешний вид прибора на примере мультиметра DT 700D рисунок 2.9.

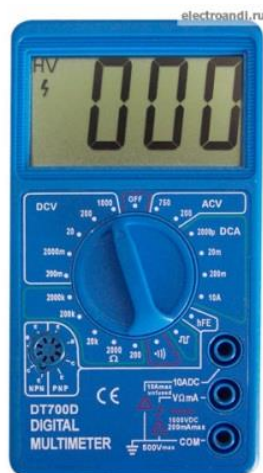


Рисунок 2.9 - Общий вид мультиметра DT 700D

Данный мультиметр это прибор с цифровым дисплеем и переключателем режимов, а также он имеет сокет для транзисторов и три разъема для щупов. Причем при работе мультиметра используется только два разъема, com – используется постоянно, а 10ADC и VΩmA выбираются в зависимости от требуемых пределов измерений. Щупы, которые идут в комплекте, обычно красного и черного цветов, функционально, они абсолютно одинаковые, цвет предназначен для удобства.

Чтобы научиться пользоваться мультиметром и эффективно с ним работать, нам надо знать следующие обозначения, которые встречаются на аналоговых измерителях, не зависимо от их модели.

10ADC – разъем предназначен для измерения токов большой величины, в данном случае до 10 А.

VΩmA –разъем для измерения всех видов напряжения и токов до 20 мА.

Com– общий, обычно в этот разъем вставляется черный щуп.

Off – положение “выключено”

DCV - (анг. **D**irect **C**urrent **V**oltage) - постоянное напряжение

ACV - (анг. **A**lternating **C**urrent **V**oltage) - переменное напряжение

DCA - (анг. **D**irect **C**urrent **A**mpereage) - сила тока постоянного напряжения. Режим для измерения постоянного тока, имеет пределы 2000 мкА, 20 мА, 200 мА, 10 А. При измерении токов от 200 мА нужно переставить красный щуп из гнезда VΩmA в гнездо 10ADC, иначе это может привести к перегоранию предохранителя внутри прибора, если такой имеется.

hFE – режим для измерения коэффициента усиления по току транзистора.

Hz - режим звукового генератора, предназначен для поиска неисправностей в усилителях звуковой частоты. Зачастую на многих мультиметрах, вместо этого режима стоит режим измерения температуры.

Diode - режим прозвонки, позволяет проверить целостность проводника.

Ω – режим измерения сопротивления, пределы от 200 Ом до 2000 кОм.

DCV – direct current voltage. Режим измерения постоянного напряжения, пределы измерения от 200 мВ до 1000 В.

Измерение постоянного напряжения

Для измерения постоянного напряжения рисунок 2.10 нужно повернуть переключатель в положение DCV. К примеру необходимо проверить пригодность пальчиковой батарейки, напряжение на её полюсах 1,5 В, значит предел измерения 2000 мВ. Этот предел будет наиболее подходящим, чем меньше уставки, тем с большей точность.



Рисунок 2.10 - Измерение постоянного напряжения

Измерение сопротивления

Для измерения сопротивления, рисунок 2.11, нужно переведем переключатель в положение Ω , в режим омметра. Если при измерении токов и напряжений измерения рекомендуется начинать с максимального предела из опасений сжечь прибор, то при измерении сопротивлений следует действовать как раз наоборот, начиная измерения с самого маленького предела. Если сопротивление известно, то ручку переключателя устанавливают в ближайшее большее значение. При проверки целостности жилы провода или кабеля, если жила цела, омметр покажет сопротивление близкое к нулю (сопротивление проводника), если обрыв сопротивление будет бесконечность.

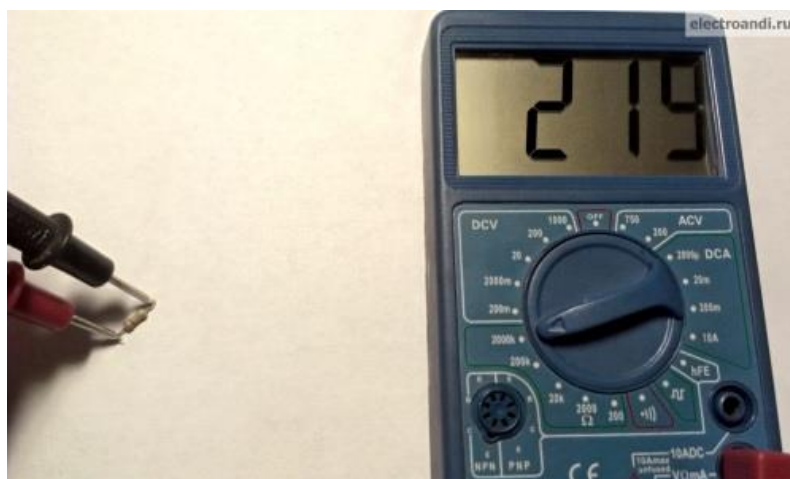


Рисунок 2.11 - Измерение сопротивление

Измерение переменного напряжения

Для измерения переменного напряжения, рисунок 2.12, нужно перевести переключатель мультиметра в положение ACV. При измерении неизвестной величины напряжения переключатель устанавливают на наибольшее значение. После определения приблизительного значения переключатель устанавливают в ближайшее большее. При измерении напряжения запрещается прикасаться к металлическим частям щупов.

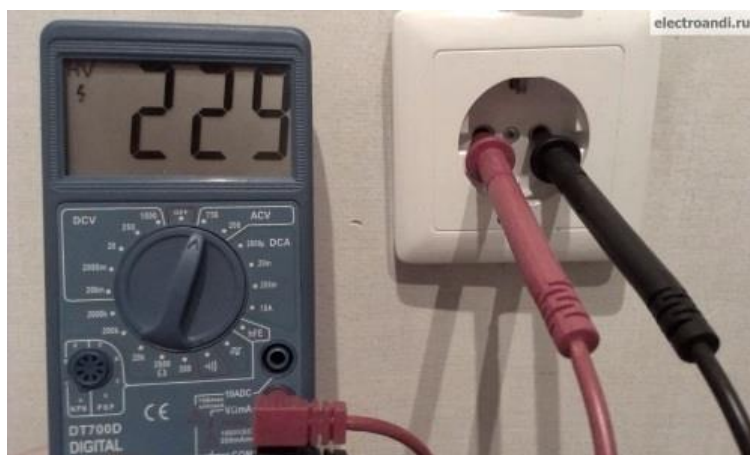


Рисунок 2.12 - Измерение переменного напряжения

Измерение тока

Для измерения тока нужно перевести ручку переключателя в положение DCA. Причем в нашем случае мультиметр способен измерять только постоянный ток, Приборы других марок могут измерять и переменные токи. Для измерения тока, нужно знать приблизительно его величину, если она больше 200 мА обязательно переставить красный щуп в гнездо 10ADC. Чтобы измерить ток, нужно включить мультиметр последовательно в цепь вместе с нагрузкой, к примеру, лампочкой.

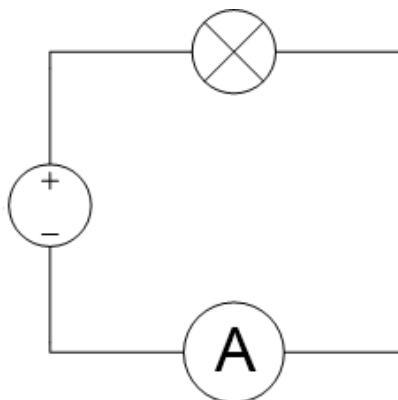


Рисунок 2.13 - Измерение постоянного тока

В роли амперметра мультиметр

Звуковая прозвонка

Для проверки целостности цепи, рисунок 2.14, нужно перевести пере-

ключатель мультиметра в положение прозвонки, и коснуться щупами друг друга, должен прозвучать звуковой сигнал. При проверки целостности цепи, если нет обрыва, то мультиметр издаст характерный звонок, если нет, сигнала не будет, а на дисплее мультиметра высвечивается 1. Звуковой сигнал раздается лишь в том случае, если сопротивление между измерительными щупами не превышает $47...50\Omega$. Это



Рисунок 2.14 - Мультиметр в режиме «прозвонки»

Пользуясь мультиметром нужно выполнять следующие требования:

1 – Не касайтесь щупов руками, это приводит к их загрязнению, а в следствии к неточности измерений.

2 – Если прибор показывает единицу, значит предел измерений мал для данного значения, нужно переключить на больший.

3 – Внимательно проверяйте в каких гнездах находятся щупы.

4 – Продумывайте свои действия, не допускайте спешности, это может привести к плачевным последствиям

5 – После окончания измерений переводите переключатель в положение Off, либо если его нет, то в положение с наибольшим сопротивлением.

Кабель должен быть подключен и прозвонен только при отключенном питании. Важно следовать электробезопасности и правильно использовать мультиметр, чтобы избежать возможных повреждений и травм.

Многие производители оборудования требуют, чтобы отдельные провода и кабели, используемые в их продукции, имели четкую маркировку в виде меток или этикеток. В других случаях маркировка делается по желанию.

Провода и кабели могут маркироваться в ходе выполнения технологических операций по их обрезке и зачистке. Кроме того, маркировка может производиться вручную или полуавтоматически.

Маркировка нужна для идентификации отдельных проводов и кабелей на протяжении всего срока службы изделия - от первоначальной сборки и испытаний до обслуживания и ремонта через много лет эксплуатации. Основные требования к маркировке - разборчивость, долговечность и стойкость к истиранию. Поэтому метод маркировки должен соответствовать условиям эксплуатации изделия.

Основные цели маркировки:

-идентификация концов (Самый распространенный тип маркировки - конце-

вая маркировка, позволяет четко идентифицировать место подсоединения провода или кабеля, предотвратить перепутывание проводов при изготовлении жгутов);

-обеспечение прослеживаемости (На каждый провод или кабель могут наноситься логотипы компаний, серийные номера и коды дат, в основном это делается в дорогостоящих узлах, прошедших электрические и другие испытания. В случае отказа или гарантийной рекламации можно найти исходный протокол испытаний конкретного узла, воспользовавшись уникальным кодом);

-штрихкодирование (на практике штрихкоды используются при диаметре провода или кабеля не менее 2,5 мм, так как при меньшем диаметре сканер может не считать штрихкод);

-нанесение логотипов.

Кабели, провода и жилы контрольных кабелей в местах подключения к зажимам, должны иметь маркировку в соответствии с указаниями проекта. Маркировать провода внутренних соединений следует согласно электрическим схемам соединений, а внешних - согласно электрическим схемам подключений.

Маркировка должна быть читаемой, различимой, находиться на видном месте, не закрытом приборами, аппаратурой и проложенными проводами.

В случае применения зависимой маркировки маркировка проводников может включать или не включать маркировку оборудования, однако маркировка проводников всегда включает в себя маркировку оборудования, когда использование одной маркировки зажимов может внести неясность.

Маркировка может иметь буквы и цифры

В соответствии с ГОСТ 2.709-89 «Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах» буквенное обозначение зажимов для элементов постоянного тока рекомендуется выбирать из первой половины латинского алфавита, а для элементов переменного тока – из второй.

Пример применения буквенно-цифровых обозначений проводов и зажимов трехфазной системы приведен на рисунке 2.15.

Обозначение зажимов электрических устройств, присоединенных к проводам, приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Обозначение зажимов электрических устройств, присоединенных к проводам

Присоединительный зажим электрического устройства	Буквенно-цифровое обозначение
Для переменного тока	
первая фаза	U
вторая фаза	V
третья фаза	W
Нейтральный провод	N
Защитный провод	PE
Заземляющий провод	E

Зажимы электрических устройств, предназначенные для прямого или непрямого соединения с питающими проводами трехфазной системы, предпочтительно обозначать буквами U, V, W, если необходимо соблюдение последовательности фаз.

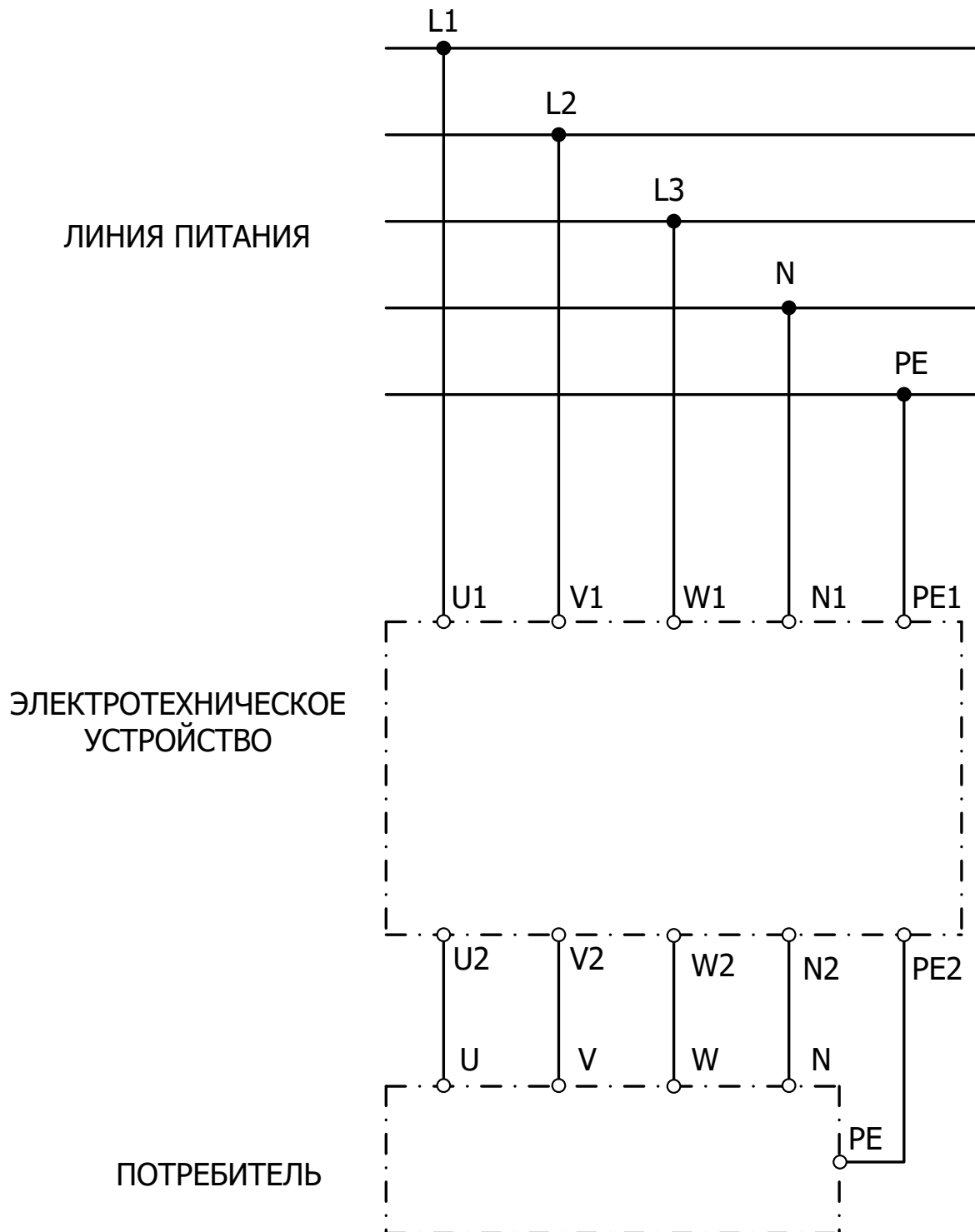


Рисунок 2.15 - Буквенно-цифровых обозначений проводов и зажимов трехфазной системы

Обозначения проводов приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4 -Обозначения проводов на участках цепей

Наименование	Буквенно-цифровое обозначение e
Система питания переменного тока фаз- ный провод	L
первая фаза	L1
вторая фаза	L2
третья фаза	L3
нейтральный провод	N
Система питания постоянного тока	
положительный полюс	L+
отрицательный полюс	L-
средний провод	M
защитный провод с заземлением	PE
защитный провод не заземленный	PU
соединенный защитный и средний провод	PEN
заземляющий провод	E

Обозначение участков цепей служит для их опознавания, может отражать их функциональное назначение и создает связь между схемой и устройством.

При обозначении используют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры, выполненные одним размером шрифта.

Участки цепи, разделенные контактами аппаратов, обмотками машин, резисторами и другими элементами, должны иметь разное обозначение.

Соединения, проходящие через неразборные, разборные и разъемные контактные соединения, обозначают одинаково. Допускается в обоснованных случаях разные обозначения.

Участки цепи в схеме обозначают независимо от нумерации входных и выходных зажимов машин и устройств.

Последовательность обозначения должна быть, как правило, от ввода (источника питания) к потребителю. Разветвляющиеся цепи обозначают сверху вниз в направлении слева направо.

Для удобства в ориентации в схемах при обозначении участков цепей допускается оставлять резервные номера или некоторые номера пропускать.

Обозначение цепи переменного тока состоит из обозначения участков цепей фазы и последовательного номера.

Например, участки цепи

первой фазы – L1, L11, L12, L13 и т. д.,

второй фазы – L2, L21, L22, L23 и т. д.,

третьей фазы – L3, L31, L32, L33 и т. д.

Допускается, если это не вызовет ошибочного подключения, обозначать фазы соответственно буквами А, В, С.

Для отличия проводов фазы или полярности, относящихся к разным по-

требителям, применяют последовательные номера, которые помещают перед обозначением данной фазы или полярности (например, 2L1 означает провод первой фазы, ведущей ко второму потребителю).

Допускается обозначать участки цепи последовательными числами.

Цепи постоянного тока обозначают нечетными числами на участках положительной полярности и четными числами на участках отрицательной полярности. Входные и выходные участки цепи обозначают с указанием полярности «L+» и «L-»; допускается применять только знаки «+» или «-».

Допускается также использовать цветовую маркировку или соответствующие обозначения.

Когда применяют фазовый знак рекомендуется использовать прописные буквы, цифры или сочетания букв и цифр для обозначения фазных проводов в порядке фазовой последовательности.

Нейтраль переменного тока должна быть обозначена буквой N.

Когда возможна неясность, цифровые, буквенные обозначения или сочетания букв и цифр, применяемые для обозначения фаз, должны быть помещены между наклонными чертами (например, /8/).

Когда применяют обозначения полярности провода цепи постоянного тока, следует использовать следующую маркировку:

- (+) - для положительного полюса;
- (-) - для отрицательного полюса;
- (M) для среднего провода системы постоянного тока.

Если маркировка включает в себя различные элементы, каждый элемент должен отличаться от других, например:

- интервалом или соответствующим знаком, например, тире;
- применением различных типографских шрифтов;
- расположением в колонку.

Различные элементы, которые составляют маркировку, должны быть записаны:

- либо вдоль оси провода (продольная маркировка);
- либо перпендикулярно оси провода (поперечная маркировка).

В любом случае маркировка должна быть помещена так, чтобы облегчить считывание. Она может быть расположена в колонку или в строку.

Если обозначение состоит только из цифр 6 или 9, то после них нужно ставить точку.

Способы маркировки различаются:

- сроком эксплуатации;
- возможностью замены (постоянная, легко съемная, временная);
- материалом (бумага, пластик, фольга);
- свойствами (цвет, стойкость к воздействиям среды, изолирующая способность, пожарная безопасность и т.п.);
- методами нанесения надписи;
- способами крепления (бирка, клипса, трубка, вставка, клей);
- используемыми инструментом и оборудованием;
- стоимостью.

Самым простым способом маркировки проводов и жил контрольных ка-

белей являются клипсы и кольца

Клипсы - разрезные пластиковые кольца с внутренним диаметром от 1 до 17,5 мм, надеваемые на провод или кабель после его подключения.

Кольца - часть трубки с нанесенными символами, надеваемые на провод или кабель до его подключения.

Клипсы и кольца могут быть цветными без символов или с заранее нанесенными на них знаками (цифрами от 0 до 99, буквами или другими символами). Для получения требуемого обозначения несколько клипс или колец с нужными знаками крепятся на кабель последовательно. Рекомендуется использование колец при количестве идентификаторов не более 3-х, так как при большем количестве элементов маркировки они проигрывают по трудозатратам другим способам маркировки.

При использовании самоклеющихся этикеток для кабелей и проводов полоски с нужным цветом и/или знаками наматываются на кабель. Клейкие свойства обеспечивают надежную фиксацию и позволяют наносить маркировку до его прокладки.

В случаях, когда маркировочная надпись состоит из многих символов, она наносится с помощью клипс с бумажными вставками или.

Маркировка тонких кабелей и отдельных жил производится с помощью флажков.

Удобным средством маркировки являются обычные или термоусаживаемые трубки, причем надписи на них могут наноситься с помощью автономных принтеров. Такие трубки выполняют функции не только маркировки, но и изоляционной оконцовки.

Наибольшей универсальностью обладают ламинирующиеся этикетки, они позволяют маркировать кабели и провода любого профиля с диаметром от 3 до 60 мм. Этикетки охватывают кабель с перехлестом, поэтому маркировка оказывается между двумя слоями пленки и хорошо защищена от внешних воздействий, такая маркировка надежно крепится даже на сильно загрязненных кабелях.

Для ручного нанесения надписей на месте работы применяются маркеры.

Методы нанесения надписей:

- применение маркировочных элементов заводского изготовления;
- нанесение надписей вручную с помощью несмываемых маркеров;
- применение машинок для холодного тиснения;
- применение машинок для горячего тиснения;
- применение специализированных автономных портативных термотрансферных принтеров;
- применение специализированных стационарных термотрансферных принтеров совместно с персональными компьютерами;
- применение универсальных матричных или лазерных принтеров;
- применение обычных лазерных принтеров (при использовании сменных клипс для маркировки).

Оборудование и материалы

1. Линейка резисторов для прозвонки жил кабелей
2. Мультиметр DT 700D
3. Набор инструмента электромонтажника
4. Зажимы контактные
5. Строительно-монтажные клеммы ВАГО
6. Маркеры кабельные

Программа работы

1. Изучить литературу по теме работы.
2. Законспектировать основные положения методических указаний
3. Ознакомиться с электрооборудованием лабораторного стенда применяемого в данной работе.
4. Записать паспортные и каталожными данными аппаратуры.
5. Изучить содержание работы.
6. Произвести прозвонку жил кабеля и их маркировку с помощью линейки резисторов и омметра.
7. Произвести прозвонку жил кабеля и их маркировку с помощью сигнальных ламп или омметра.
8. Оформить отчёт.
9. Сделать выводы по работе

Методика выполнения работы

1. Ознакомиться со стендом лабораторной установки. Изучить конструктивные особенности и паспортные данные установленного электрооборудования.
2. Собрать схему, изображённую на рисунке 1.2, и произвести прозвонку жил кабеля с помощью линейки резисторов и омметра.
3. Результаты с данными занести в таблицу 1.1.
4. По однолинейной схеме рисунок 2.16 вычертить многолинейную развернутую электрическую принципиальную схему каждому проводу присваивают номер. Выключатели следует устанавливать в разрыв фазного провода, который должен подключаться к центральному контакту патрона лампы накаливания.

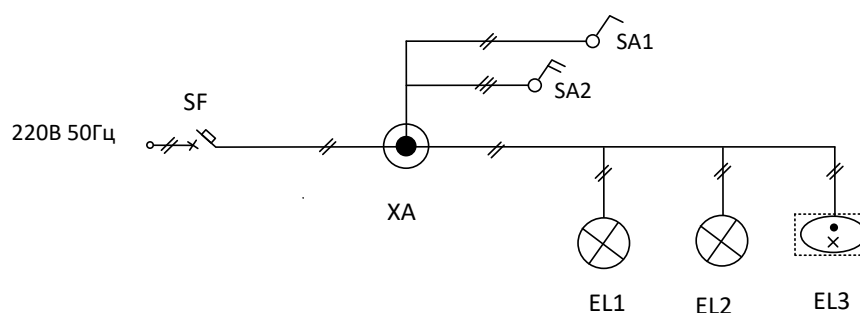


Рисунок 2.16 - Однолинейная электрическая принципиальная схема освещения помещения

5. По многолинейной принципиальной схеме вычертить электрическую монтажную схему (схему электрических соединений), на которую перенести принятые для проводов номера.

6. По монтажной схеме собрать электрическую цепь на лабораторном стенде.

7. Проверить работоспособность устройства для прозвонки проводов принципиальная схема которого представлена на рисунке 1.1.

8. Присоединить щупы X2 и X4 к общему проводу (хорошо заметная цветная жила, оболочка кабеля, шина заземления и т.д.). Затем присоединить щуп X1 к одному из проводов на одной стороне потока, а другой щупом X3 поочередно касается к концам проводов с другой стороны (например, в распределительной коробке) до тех пор, пока не загорятся контрольные лампы HL1 и HL2. Оба найденных вывода провода или жилы снабдить бирками в соответствии со схемой электрических соединений (монтажной схемой).

9. Прозвонку ведут до тех пор, пока не будут найдены и обозначены все провода на стенде.

10. Маркировку проводов производить по методике, изложенной выше.

Провода в распределительной коробке соединить с помощью изолирующих колодок, ваг или скруткой с последующей пайкой, сваркой, опрессовкой. Оголенные соединения изолируют с помощью полиэтиленовых колпачков или изоляционной лентой. Соединения проводов вне коробки или аппаратов *не допускаются*.

11. Под контролем преподавателя произвести включение собранной схемы.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.

2. Схема прозвонки жил способами второй группы с резисторами и омметром

3. Однолинейная электрическая принципиальная схема освещения помещения.

4. Принципиальная развернутая электрическая схема освещения помещения с маркировкой проводов.

5. Монтажная электрическая схема (схема электрических соединений) освещения помещения.

6. Таблица с результатами измерений марки и характеристики оборудования, материалов, инструмента и приборов.

7. Характеристика мер безопасности при выполнении монтажных работ и при эксплуатации.

8. Выводы по работе в соответствии.

Контрольные вопросы

1. Что такое «прозвонка»?
2. Для чего выполняют маркировку проводов?
3. Какие неисправности можно определить при помощи «прозвонки»?
4. Какова сущность способа прозвонки жил кабелей и проводов с помощью резисторной линейки и омметра?
5. С какой целью производится прозвонка жил проводов и кабелей?
6. Что можно использовать в качестве общего провода в схемах прозвонки жил кабелей?
7. Как нужно подключать к сети патрон лампы накаливания?
8. Какие требования предъявляются к резисторам при сборке резисторной линейки?
9. При помощи каких приборов и устройств можно выполнять «прозвонку»?
10. Порядок маркировки зажимов для цепей переменного тока;
11. Порядок маркировки зажимов для цепей постоянного тока;
12. Применение буквенно-цифровых обозначений проводов для цепей переменного тока;
13. Применение буквенно-цифровых обозначений проводов для цепей постоянного тока.

Литература

1. Алтухов И.В., Епифанов А.Д., Черных А.Г. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учеб. пособие. В 2 кн. - 2-е изд., испр. и доп. Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2012. Кн. 2. 235 с.
2. Бастрон А.В. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации. Лабораторный практикум: учеб. пособие. Красноярск: КрасГАУ, 2004. 268 с.
3. ГОСТ 2.709-89. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.
4. ГОСТ Р 50339.0-92 (МЭК 269-1-86). Низковольтные плавкие предохранители. Общие требования. Введ. 01-01-1994. М.: Изд-во стандартов, 1992. 24 с.
5. ГОСТ Р 50571.25-2001. Электроустановки зданий. Ч. 7. Электроустановки зданий и сооружений с электрообогреваемыми полами и поверхностями. Введ. 01-07-2002. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 21 с.
6. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учеб.-метод. пособие / сост. В.И. Антони и др. Челябинск: ИАИ ЮУрГАУ, 2010. Ч. 1. 39 с.
7. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. СПб.: Изд-во ДЕАН, 2002. 208 с.
8. Правила устройства электроустановок. СПб.: Изд-во ДЕАН, 2010. 928 с.
9. СП 31-110-2003. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. Взамен ВСН 59-88. Введ. 01-01-2004. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. 52 с.
10. СТО 0493582-003-2006. Стандарт организации: самостоятельная работа студента. Оформление текста рукописи. Взамен СТП 0493582-003-2005. Введ. 29 марта 2006 г. Уфа: БГАУ, 2006. 32 с.

Приложение
Отчет по лабораторной работе №2
Прозвонка и маркировка электрических цепей

Выполнил студент группы _____

Цель работы:

Изучение методов и технологии прозвонки.

Изучение методов и технологии маркировки проводов.

Приобретение практических навыков монтажа электропроводок.

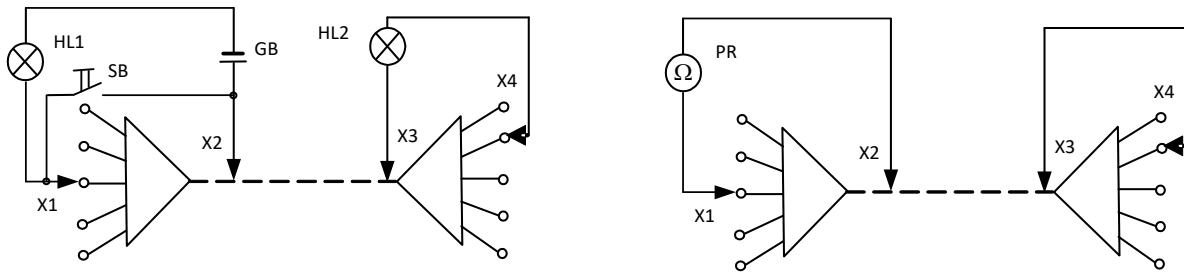


Рисунок 2.1 - Электрическая принципиальная схема устройства для прозвонки проводов а) при помощи контрольных ламп, б) при помощи омметра

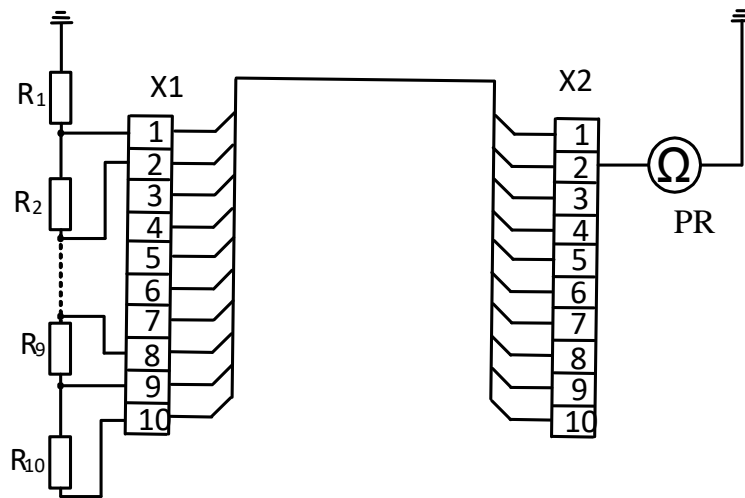


Рисунок 2.2 - Схема прозвонки жил способами второй группы с резисторами и омметром

Таблица 2.1 – Результаты измерений

Номер жилы кабеля										
Номер зажима X2										

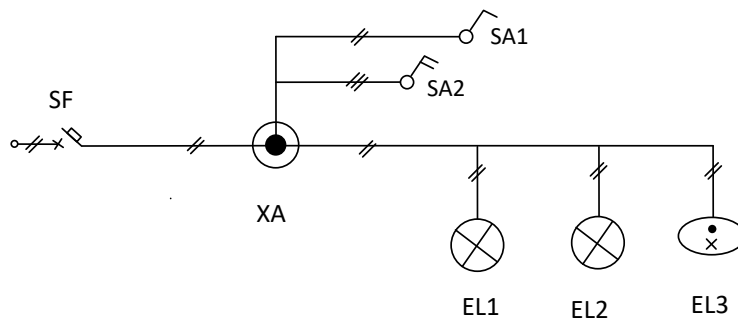


Рисунок 2.3 - Однолинейная электрическая принципиальная схема освещения помещения

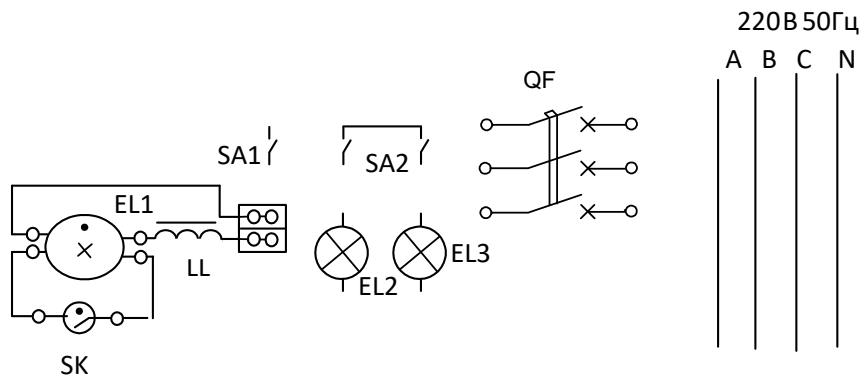


Рисунок 2.4 - Принципиальная электрическая схема освещения помещения

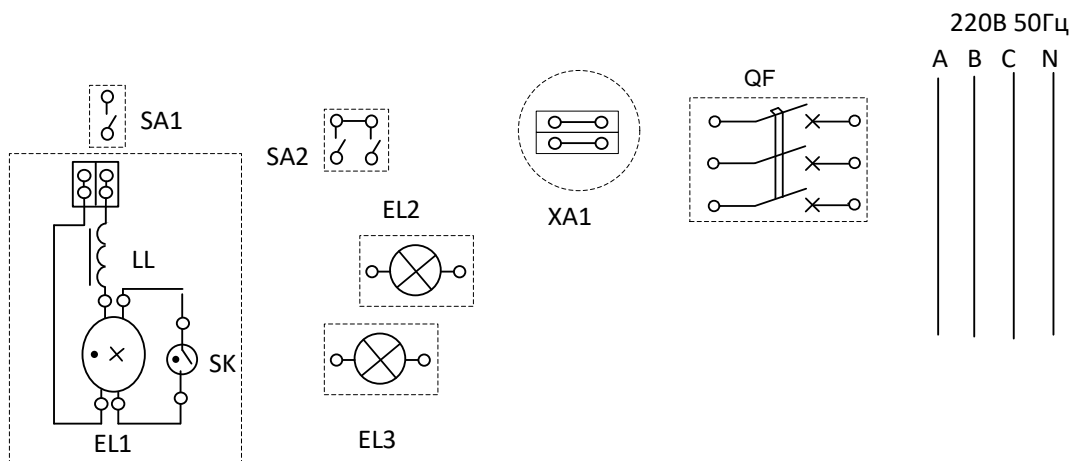


Рисунок 2.4 Монтажная электрическая схема (схема электрических соединений) освещения помещения

Краткая характеристика мер безопасности при выполнении монтажных

Краткая характеристика мер безопасности при эксплуатации

Оборудование, материалы, инструмент и приборы:

Выводы

Учебное издание

Иванюга Михаил Михайлович

Ремонт электрооборудования

Учебно-методическое пособие
для выполнения лабораторных работ
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 20.04.2024 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3,02. Тираж 25 экз. Изд. №7674.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ