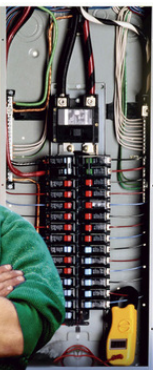
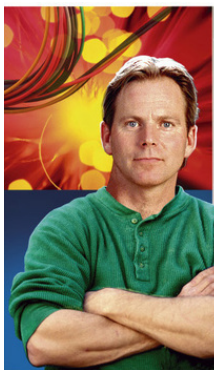


Домашний ЭЛЕКТРИК

Мир
Увлечений



Освещение ■
современного дома



Устройство и ремонт ■
электроприборов

Предохранители ■

Внутриквартирная
электропроводка



FOLIO

Владимир Онищенко

Домашний электрик

Серия «Мир увлечений»

Текст предоставлен правообладателем
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=4418685
Домашний электрик: Фолио; Харьков;
ISBN 978-966-03-3937-8

Аннотация

Помочь читателю овладеть первоначальными навыками домашнего мастера-электрика – вот одна из задач данной книги. Она поможет вам правильно выбрать инструменты, самому изготовить несложные приспособления, расскажет, как логическим путем определить места скрытой неисправности прибора без его разборки. Прочитав книгу, вы будете знать больше о том, как сделать так, чтобы электричество принесло в ваш дом уют и комфорт.

Содержание

Введение	5
Краткие теоретические сведения	8
Переменный ток	8
Трехфазный ток	10
Проводники	12
Сплавы цветных металлов	15
Припой и флюсы	16
Сплавы высокого сопротивления	19
Магнитные материалы	19
Электрические измерения	21
Измерение электрического тока	21
Измерение электрического напряжения	21
Измерение электрической мощности	22
Измерение сопротивления проводников	23
Электропроводка и ее элементы	25
Материал проводника и сечения кабеля	27
Марки кабеля или провода	30
Способы выполнения электропроводки	33
Открытые электропроводки	37
Скрытые электропроводки	39
Виды скрытых электропроводок	39
Возможные неисправности скрытых электропроводок и их устранение	47

Квартирная электрическая сеть	52
Подвод электроэнергии к потребителю	52
Крепление провода на изоляторе	52
Отводы от линии электропередач к потребителю электроэнергии	53
Внутриквартирная электропроводка	56
Способы прокладки электропроводки	56
Параметры электропроводов	60
Прибор для контроля состояния изоляции электрических цепей	63
Приборы обнаружения наличия и места обрыва проводки	66
Сращивание и ответвление проводов	72
Сращивание проводов	72
Ответвления проводов	74
Заделка концов проводов	76
Конец ознакомительного фрагмента.	77

Домашний электрик

Введение

Жизнь современного человека немыслима без сложной техники. Даже в своем жилище он окружен множеством приборов и приспособлений, большинство из которых требует подключения к электрической сети. Причем, помимо привычных каждому силовых сетей с напряжением 220 В, в обиход прочно вошли так называемые малоточные сети. К ним относятся, например, компьютерные сети, телефонные линии и сети кабельного телевидения.

Для присоединения большого количества столь разнообразных приборов требуется масса специальных устройств, называемых электроустановочными изделиями. Причем, в каждой группе приборов, устройств и приспособлений, однородных по назначению и принципу работы, существует ряд моделей, отличающихся друг от друга конструкцией, мощностью, наличием дополнительных функций. А если учесть, что большинство возможных повреждений вызывается неправильной эксплуатацией или неквалифицированным ремонтом, станет понятно, как важно сориентироваться в многообразии техники и овладеть хотя бы минимальными знаниями об особенностях ее использования и ремонта. Кроме того, неквалифицированное вмешательство в работу

техники чревато различными неприятностями – от возможности получить электротравму и ожог до возникновения пожара или исчезновения напряжения. Без четкого понимания причины, вызвавшей неисправность, без знания принципа работы устройства и основных правил проведения ремонтных работ не стоит, пожалуй, хвататься за отвертку.

Помочь читателю овладеть первоначальными навыками домашнего мастера – вот одна из задач данной книги. Она поможет вам правильно выбрать инструменты и даже самому изготовить несложные приспособления, расскажет, как логическим путем определить места скрытой неисправности прибора без его разборки.

Краткий обзор наиболее популярных моделей электроприборов основных фирм-производителей даст возможность не только правильно сделать свой выбор, но и сэкономить денежные средства. Вопросам экономии посвящен также и раздел книги, содержащий полезные советы по правильной эксплуатации сложной домашней техники. Избегать многих неприятностей поможет раздел, посвященный мерам по предупреждению перегрузок электросетей, правилам монтажа и, особенно, мерам безопасности и правилам оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током.

Ну и, наконец, здесь приводятся справочные таблицы, которые всегда должны быть под рукой у уважающего себя мастера.

Прочитав книгу, вы будете знать больше о том, как сделать так, чтобы электричество принесло в ваш дом уют и комфорт.

Краткие теоретические сведения

Переменный ток

В быту обычно используется переменный ток, поэтому мы расскажем подробнее о нем и его физических характеристиках. Долгое время в электротехнике применялся исключительно постоянный ток. Но потом возникла необходимость в передаче электроэнергии на дальние расстояния. При передаче электроэнергии по проводам в них возникают потери, пропорциональные квадрату тока. Для уменьшения потерь необходимо уменьшить ток. Но для передачи той же мощности при меньшем токе необходимо более высокое напряжение. Поэтому передача электроэнергии на дальние расстояния может быть выполнена только при высоком напряжении.

Преобразование с малыми потерями больших токов низкого напряжения в малые токи высокого напряжения или наоборот может производиться лишь посредством электромагнитного аппарата переменного тока – трансформатора. Поэтому в настоящее время преимущественно применяется переменный электрический ток.

Ток, изменяющийся в течение определенного времени по величине и направлению, называется переменным током. Переменный ток, изменяющийся по синусоидальному зако-

ну, представляет собой однофазный синусоидальный ток:
 $i = I_M \sin(\omega t + \varphi)$, где I_M – амплитудное значение тока.

Промежуток времени, в течение которого осуществляется одно полное колебание, называется периодом T .

Число периодов в секунду называется частотой, которая выражается формулой:

$$F = 1/T$$

Частота измеряется в герцах (Гц).

Величина $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ называется угловой частотой и измеряется в рад/с; угол $\omega\varphi$ называется начальной фазой.

На практике наибольшее распространение получил ток, который изменяется с частотой 50 периодов в секунду, т. е. 50 Гц.

Трехфазный ток

В настоящее время производство и распределение электрической энергии в основном осуществляется трехфазным током.

Три одинаковых по частоте и амплитуде переменных тока, сдвинутых относительно друг друга на $1/3$ периода (120°), образуют трехфазную систему.

Существует два способа соединения обмоток электрических машин и приемников в трехфазной системе: соединение звездой и соединение треугольником.

Три фазы источника питания можно соединить с тремя нагрузками шестью проводами. Такая система цепи называется несвязанной. В настоящее время она не применяется. При соединении трехфазной системы по схеме звезды концы всех обмоток фаз источника соединяют в общую точку. Такое же соединение производят в нагрузке. Затем все три обратных провода соединяют в один и подключают к общим точкам источника и нагрузки. По этому проводу протекает сумма токов всех трех фаз. Но если во всех фазах протекают одинаковые токи, то их сумма будет равна нулю, так как они сдвинуты относительно друг друга на 120° . Поэтому ток в общем проводе протекать не будет. Этот провод называется нейтральным или нулевым. Остальные провода, соединяющие обмотки генератора с приемником, называются линей-

ными.

Нагрузка, при которой токи во всех фазах равны по величине и имеют одинаковые сдвиги фаз по отношению к фазным ЭДС, называется симметричной. При соединении в звезду с симметричной нагрузкой нулевой провод отсутствует, так как в нем нет необходимости. Такая система называется трехпроводной. В остальных случаях применяется система с нулевым проводом – четырехпроводная.

Проводники

К проводниковым материалам относится большинство металлов, из которых наиболее используемыми являются медь, алюминий, железо и их сплавы.

Медь получила широкое применение как проводник электрического тока благодаря высокой электропроводности, пластичности и хорошей стойкости по отношению к коррозии. В качестве проводников тока применяется медь марок М00, М0 и М1 с содержанием чистой меди не менее 99,9 %.

Механические свойства меди зависят от ее термической обработки. При протяжке в холодном состоянии получается твердотянутая медь – МТ. Если твердую медь нагреть до температуры 330–350 °С и затем охладить, то получится мягкая медь – ММ.

Характеристики проводниковой меди марок ММ и МТ приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные свойства меди

Марка меди	Плотность, г/см ³	Электрическое сопротивление, Ом мм ² /м	Предел прочности при растяжении, кг/мм ²	Температура плавления, °С	Относительное удлинение при растяжении, %	Область применения
ММ (мягкая отожженная)	8,90	0,0175—0,01754	25—30	1083	18—50	Обмоточные провода, кабели
МТ (твердая неотожженная)	8,96	0,0178—0,0182	34—48	1080	0,5—4	Провода ЛЭП, шины

Алюминий обладает хорошей электропроводностью, теплопроводностью, в 3,5 раза легче меди. На воздухе покрывается прочной пленкой окиси, которая защищает его от дальнейшего окисления и придает большую коррозионную стойкость.

В качестве проводников тока используется алюминий марок А5 и А6 с содержанием чистого алюминия не менее 99,5 %. Основные свойства алюминия приведены в таблице 2.

Таблица 2. Основные свойства алюминия

Марка алюминия	Плотность, г/см ³	Электрическое сопротивление, Ом мм ² /м	Предел прочности при растяжении, кг/мм ²	Температура плавления, °С	Относительное удлинение при растяжении, %	Область применения
АМ (мягкий отожженный)	2,703	0,028	8—9	660—657	30—33	Обмоточные провода, кабели
АТ (твердый неотожженный)	2,703	0,028	15—17	660—657	12—14	Провода ЛЭП, шины

Олово – металл серебристо-белого цвета, легко куется и прокатывается в тонкие листы. Его удельное электрическое сопротивление 0,12 Ом мм²/м. Олово в электротехнике используется в виде фольги для конденсаторов.

Свинец – металл синевато-серого цвета с удельным электрическим сопротивлением 0,222 Ом мм²/м. В электротехнике применяется для изготовления аккумуляторных пластин, предохранителей, для оболочек кабелей.

Цинк – металл синевато-серебристого цвета с удельным электрическим сопротивлением 0,062 Ом мм²/м. В электротехнике применяется для оцинковывания стальных прово-

дов с целью предупреждения коррозии и при изготовлении гальванических элементов.

Железо и сталь – самые дешевые проводниковые металлы. Однако они не получили широкого распространения из-за малой коррозионной стойкости и повышенного удельного сопротивления.

Сталь применяют в виде проводов в воздушных линиях электропередач и в виде биметалла – стали, покрытой снаружи слоем меди. Биметалл в электротехнике используют в качестве сердечников в сталеалюминиевых проводах для повышения их механической прочности и в электрических аппаратах (рубильники, контакторы и т. п.).

Сплавы цветных металлов

В электротехнике применяются сплавы меди, алюминия и других цветных металлов с содержанием меди от 50 до 81 %.

Латунь – сплав меди с цинком. Обрабатывается латунь только в холодном состоянии. В электротехнике применяется для изготовления деталей электрических аппаратов, машин и приборов.

Бронза – сплав меди с оловом, свинцом, фосфором, цинком и т. п. Бронза обладает высокой антикоррозийностью, ковкостью, большим сопротивлением износу и небольшим удельным сопротивлением. В зависимости от присадок различают бронзы бромоловянистые, кадмиевые, бериллиевые

и др. В электротехнике применяются кадмиевые бронзы для контактных проводов и коллекторных пластин особо важного назначения. Бериллиевая бронза идет на изготовление выключателей, контактных колец, щеткодержателей и различных токоподводящих устройств. Характеристики латуни и бронзы приведены в таблице 3.

Таблица 3. Характеристики латуни и бронзы

Наименование	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °С	Предел прочности при растяжении при 20 °С кг/мм ²	Удельное электрическое сопротивление при 20 °С, Ом мм ² /м
Латунь	8,4—8,7	900—960	30—70	0,0310—0,0790
Бронза	8,3—8,9	885—1050	31—135	0,021—0,052

Припой и флюсы

Припой – сплав из цветных металлов, служащий для пайки металлических изделий.

Различают мягкие и твердые припои. Мягкий припой – сплав свинца с оловом при температуре плавления 230–250 °С (таблица 4). К мягким припоям относятся серебряные припои с содержанием серебра до 3 % (ГОСТ 8190-56).

Таблица 4. Оловянисто-свинцовые припои

Марка припоя	Химический состав, %			Температура плавления, °С
	Олово	Свинец	Сурьма	
ПОС-30	29—30	68—69,5	1,5—2,0	256
ПОС-40	30—40	58—59,5	1,6—2,0	235
ПОС-61	60—61	38,1—39,2	0,8—0,9	190

К твердым припоям относятся серебряные припои с содержанием серебра 10–70 % марок ПСр-25, ПСр-45, ПСр-70, ПСр-71. В качестве примесей добавляют медь, цинк, олово. Температура плавления этих припоев 700–800 °С. В последнее время вместо твердых серебряных припоев используют медно-фосфористые (ГОСТ 4515-48). Их характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5. Медно-фосфористые припои

Марка припоя	Химический состав, %		Температура плавления, °С
	Медь	Фосфор	
ПМФ-1	90—91,5	8,5—10	725—850
ПМФ-2	92,5	7,5	710—715
ПМФ-3	91,5—93,0	7—8,5	725—860

Для пайки алюминия применяют специальные припои (таблица 6).

Таблица 6. Припой для плавки алюминия

Марка припоя	Химический состав, %						Температура плавления, °C
	Алюминий	Медь	Олово	Цинк	Кадмий	Кремний	
Кадмевый	—	—	36	40	24	—	—
АВИА-1	—	—	55	25	20	—	200
ДВИА-2	15	—	40	25	20	—	250
ВПТ-4	55	—	—	40	—	5	410
34-А	66	28	—	—	—	6	545

При пайке применяют флюсы – материалы, предназначенные для очистки поверхностей спайки. Для мягких оловянистых припоев в качестве флюса используют канифоль или пасту со следующим составом: канифоль – 2,5 %, сало – 5 %, хлористый цинк – 20 %, хлористый аммоний – 2 %, вазелин технический – 65,5 %, вода дистиллированная – 5 %.

Для медно-фосфористых и серебряных припоев в качестве флюса применяют буру в виде порошка или в смеси с поваренной солью.

Состав флюсов для пайки алюминия приведен в таблице 7.

Таблица 7. Состав флюсов для пайки алюминия

Марка флюса	Химический состав, %						
	Хлористый калий	Хлористый литий	Хлористый натрий	Фтористый натрий	Хлористый цинк	Криолит	Хлористый магний
ДФ4А	50	14	28	8	—	—	—
ХП	40	15	12	7	12	—	6
ВАМИ	50	—	30	—	—	20	—

Сплавы высокого сопротивления

Сплавы повышенного удельного сопротивления – константан, манганин, нихром, фехраль, хромаль – применяются для изготовления электронагревательных элементов и катушек сопротивления. Эти сплавы способны длительно выдерживать высокую температуру, имеют большое удельное сопротивление, малую зависимость от температуры.

Магнитные материалы

К магнитным материалам принадлежат: чистое железо, никель, кобальт, магнитные стали и сплавы на основе железа.

Их отличительной чертой является способность намагничиваться под влиянием внешнего магнитного поля.

Все магнитные материалы в зависимости от свойств мож-

но разделить на следующие группы:

а) магнитомягкие материалы, обладающие низкими значениями коэрцитивной силы, высокой проницаемостью и низкими удельными потерями. Эти материалы идут на изготовление сердечников электрических машин и трансформаторов. К данной группе также относятся сплавы с повышенной магнитной проницаемостью – пермаллои;

б) магнито жесткие материалы, обладающие высокими значениями коэрцитивной силы и остаточной индукции. Сплавы этой группы идут на изготовление постоянных магнитов;

в) ферриты – материалы с особыми свойствами, широко используемые в радиотехнике, технике связи, вычислительной технике и т. п.

Электрические измерения

Измерение электрического тока

Электрический ток измеряется амперметром. Если измеряемый ток не превышает пределов измерения данного амперметра, то его можно измерить непосредственным включением амперметра в сеть.

Для измерения больших токов используются шунты на постоянном токе и трансформаторы тока на переменном токе.

При необходимости измерения тока в цепи высокого напряжения (до 10 кВ) без разрыва провода используется трансформатор тока, выполненный в виде клещей.

Измерение электрического напряжения

Электрическое напряжение измеряется вольтметром. Если измеряемое напряжение не превышает пределов измерения данного вольтметра, то оно может быть измерено путем непосредственного включения вольтметра в сеть.

Для расширения пределов измерения применяют добавочное сопротивление.

Измерение электрической мощности

Электрическая мощность измеряется ваттметром – прибором, имеющим две обмотки: токовую и напряжения.

Шкала ваттметра проградуирована в ваттах или киловаттах.

Лабораторные ваттметры имеют несколько пределов измерения, поэтому их шкала градуируется не в ваттах, а в делениях (указывается число делений). Мощность по прибору определяется формулой:

$$P = Ca,$$

где a – число делений, которое указывает стрелка; C – цена деления.

При выбранных для данного измерения номинальных значениях напряжения U_n и тока I_n цена деления C_n .

Расширение пределов измерения на постоянном токе по напряжению производится с помощью добавочных сопротивлений – шунтов. При измерениях на переменном токе расширение пределов производится с помощью трансформаторов тока и напряжения. При этом необходимо соблюдать правильность включения генераторных клемм ваттметра.

Измерение мощности в трехфазных трехпроводных сетях производится с помощью двух однофазных ваттметров, включенных в две фазы.

Расширение пределов измерения производится с помощью трансформаторов тока и напряжения. В этих же сетях для измерения мощности применяется трехфазный ваттметр.

В трехфазных четырехпроводных сетях измерение активной мощности производят с помощью трех однофазных ваттметров или одним трехэлементным ваттметром.

Реактивная мощность в однофазных сетях измеряется с помощью одного ваттметра, включенного по схеме, а в трехфазных – с помощью трех ваттметров.

Измерение сопротивления проводников

Точное измерение сопротивления производится с помощью омметров, мостов и потенциометров.

Приближенное измерение сопротивления на переменном токе производится с помощью трех приборов: амперметра, вольтметра и ваттметра.

Таблица 8. Технические данные мегомметров

Тип мегомметра	Напряжение на разомкнутых зажимах, В	Предел измерения
М 1101/1	100 $\pm 10\%$	1—100 МОм 2—200 кОм
М 1101/2	500 $\pm 10\%$	1—500 МОм 2—1000 кОм
М 1101/3	1000 $\pm 10\%$	1—1000 МОм 2—1000 кОм
М 1102	500 $\pm 10\%$	1—500 МОм 2—1000 кОм
МС—06	2500 $\pm 20\%$	1—10000 МОм 2—1000 МОм 3—100 МОм

Измерение сопротивления изоляции аппаратов и электрических машин производится с помощью мегомметров (таблица 8).

Измерение сопротивления заземляющих устройств и грунта производят с помощью измерителей сопротивления МС-08.

В грунт забивают два стальных стержня длиной 0,5 м на глубину 40—45 см и подсоединяют измеритель заземления. После этого переключатель ставят в положение «Регулировка» и, вращая ручку прибора, устанавливают с помощью реостата стрелку прибора на красную отметку. Затем переключатель устанавливают в положение «Измерение» и замеряют величину сопротивления заземления.

Электропроводка и ее элементы

Передача электрической энергии осуществляется при помощи материалов, подходящих для этого не только с точки зрения способности проводить электроток, но и с точки зрения чисто технического удобства. Так, многие соли являются проводниками, но они не годятся для изготовления транспортных сетей для электротока.

Рано или поздно вам придется заменять и устанавливать розетки, светильники, ремонтировать участки электропроводки, а то и полностью заменять ее. При проведении работ с электропроводкой необходимо руководствоваться Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), содержащих требования по обеспечению в электропроводах пожарной и электробезопасности. В зависимости от этих требований применительно к виду помещения, характеру нагрузки, условиям эксплуатации определяется вид электропроводки, марка провода или кабеля, сечение жил, способ крепления проводов и конечных устройств, типы соединений, характеристики устройств защиты и т. д.

Для обеспечения требований ПУЭ надо знать существующие типы проводов, схему проводки в квартире, характеристики проводов, принцип работы устройств, входящих в электропроводку, правила монтажа и приемы работ с инструментом, методы поиска и устранения неисправностей.

Соблюдение этих правил поможет уберечься от неприятных неожиданностей, связанных с электрической сетью.

Материал проводника и сечения кабеля

Медь предпочтительнее алюминия. Она имеет большую проводимость и менее подвержена коррозии. К тому же по сравнению с медью алюминий непрочен и при нескольких изгибах может попросту сломаться. Отрицательным свойством алюминия является и его быстрая окисляемость в случае соприкосновения с воздухом и образование на поверхности тугоплавкой окисной пленки. Она плохо проводит электрический ток, а значит, препятствует созданию хорошего контакта. Место с плохим контактом будет греться, вам придется периодически проверять места крепления алюминиевых жил к электрическим приборам. При креплении в винтовых зажимах алюминий проявляет другой свой недостаток – низкий предел текучести. В результате этого алюминий выскальзывает из-под зажима («течет»), ослабляя контакт. Таким образом, алюминиевые провода, находящиеся в распределительных коробках и других устройствах, где для соединения используются зажимы, требуют периодической проверки и поджатия. Помимо этого, при контакте алюминия с медью образуется гальваническая пара, в которой алюминий, подвергаясь электрокоррозии, разрушается, что ведет к дополнительному ухудшению соединения.

Для правильного выбора сечения провода необходимо

учитывать величину максимально потребляемого нагрузкой тока. Значения токов легко определить, зная паспортную мощность потребителей по формулам $I = P/220$ (например, для электрообогревателя мощностью 2000 Вт ток составит 9 А, для 60 Вт лампочки – 0,3 А). Зная суммарный ток всех потребителей и учитывая соотношения допустимой для провода токовой нагрузки на сечение провода, можно определить, подойдет ли имеющийся у вас провод или же необходимо покупать другой.

Кабель обычно состоит из 2–4 жил. Сечение (точнее, площадь поперечного сечения) жилы определяется ее диаметром: $S = 0,78d^2$, где d – диаметр круга. Исходя из практических соображений, при малых значениях силы тока сечение медной жилы берут не менее 1 мм^2 , а алюминиевой – 2 мм^2 . При достаточно больших токах сечение провода выбирают по подключаемой мощности. Обычно исходят из расчета, что нагрузка величиной 1 кВт требует $1,57 \text{ мм}^2$ сечения жилы. Отсюда следуют приближенные значения сечений провода, которых следует придерживаться при выборе его диаметра. Для алюминиевых проводов это 5 А на 1 мм^2 , для медных – 8 А на 1 мм^2 . Проще говоря, если у вас стоит проточный водонагреватель на 5 кВт, то подключать его надо проводом, рассчитанным не менее чем на 25 А, и для медного провода сечение должно быть не менее $3,2 \text{ мм}^2$. Учтите, из ряда предпочтительных величин сечений (0,75; 1; 1,5; 2,5;

4; 6 мм² и т. д.) для алюминиевых проводов сечение выбирают на ступень выше, чем для медных, так как их проводимость составляет примерно 62 % от проводимости медных. Например, если по расчетам для меди нужна величина сечения 2,5 мм², то для алюминия следует брать 4 мм², если же для меди нужно 4 мм², то для алюминия – 6 мм² и т. д.

А вообще кабель лучше выбирать большего поперечного сечения, чем требуется, – вдруг вы захотите подключить еще что-нибудь? Кроме того, необходимо проверить, согласуется ли сечение проводов с максимальной фактической нагрузкой, а также с током защитных предохранителей или автоматического выключателя, которые обычно находятся рядом со счетчиком.

Марки кабеля или провода

Итак, вы, наконец, определились с материалом и сечением. Следующим шагом будет выбор марки кабеля или провода. При выборе типа провода нужно также учитывать допустимое напряжение пробоя изоляции (нельзя для электрической проводки на сетевое напряжение 220 В использовать провода от телефонной линии).

При выполнении скрытой проводки (в трубке или же в стене) приведенные значения уменьшаются умножением на поправочный коэффициент 0,8.

Следует отметить, что открытая проводка обычно выполняется проводом с сечением не менее 4 мм^2 из расчета достаточной механической прочности. Приведенные выше соотношения легко запоминаются и обеспечивают достаточную точность для бытового использования проводов. Если требуется с большей точностью знать длительно допустимую токовую нагрузку для медных проводов и кабелей, то можно воспользоваться таблицей 9.

Таблица 9. Зависимость допустимой токовой нагрузки от площади сечения медных проводов и кабелей

Сечение, мм ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
Ток, А	17	25	35	42	60	80	100	125	170

Провода и кабели различаются по количеству жил (от 1 до 37), сечению (от 0,75 до 800 мм²) и номинальному рабочему напряжению. Провода изготавливаются с изоляцией на напряжение 380, 660 и 3000 В переменного тока, кабели – на любое напряжение. У изолированного провода токопроводящая жила заключена в оболочку из резины, поливинилхлорида или винипласта. Для предохранения от механических повреждений и воздействий внешней среды изоляция некоторых марок проводов покрыта снаружи хлопчатобумажной оплеткой, пропитанной противопожарным составом. Провода, предназначенные для прокладки в местах, где имеется повышенная опасность механического повреждения, защищаются дополнительной оплеткой из стальной оцинкованной проволоки.

Марка кабеля (провода) – это буквенное обозначение, характеризующее материал токопроводящих жил, изоляцию, степень гибкости и конструкцию защитных покровов. В маркировке отечественных проводов используются следующие

обозначения:

- первая буква указывает на материал токопроводящей жилы (скажем, А – алюминий); отсутствие в марке провода буквы означает, что токопроводящая жила выполнена из меди;

- вторая буква обозначает провод;

- третья – материал изоляции (например, Р – резина, В – поливинилхлорид, П – полиэтилен).

В марках проводов и шнуров могут также присутствовать буквы, характеризующие другие элементы конструкции: О – оплетка, Т – для прокладки в трубах, П – плоский, Ф – металлическая фальцованная оболочка, Г – гибкий и т. д.

Способы выполнения электропроводки

По способу выполнения электропроводка может быть открытой и скрытой.

Скрытые проводки делятся на две группы. К первой относятся проводки в разного рода трубах: стальных, стеклянных, асбоцементных, резиновых и др. Вторую группу образуют проводки в элементах строительных конструкций, без труб. Трубная прокладка позволяет в случае надобности производить беспрепятственную замену проводов. В сухих помещениях скрытая проводка осуществляется в трубах (изоляционных, изоляционных с металлической оболочкой, стальных), в глухих коробах, замкнутых каналах, а также специальными проводами. Во влажных помещениях – в трубах (изоляционных влагостойких, стальных), глухих коробах и тоже специальными проводами. В сырых и особо сырых помещениях скрытая проводка допускается только в изоляционных влагостойких трубах. Провода для внутренних силовых и осветительных сетей часто укладывают в защитные гофрированные пластиковые шланги.

Таблица 10. Краткие характеристики проводов

Марка провода	Краткая характеристика	Рабочее напряжение	Сечение, мм ²	Способ прокладки
1	2	3	4	5
ПРТО-5П ПРТО-2000	С медными жилами с резиновой изоляцией в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противоглинистым составом	500—2000	1—500 (одножильный) 1—120 (многожильный)	В стальных и тонкостенных металлических трубах, металлических рукавах для открытой и скрытой проводки
АПРТО-5П ЛПРТО-2000	То же, но с алюминиевыми жилами	500—2000	2,5—400 (одножильный) 2,5—120 (многожильный)	То же
ПР-500	То же	500	0,75—400	То же
ПР-3000	То же, что и ПРТО, но одножильный	3000	1,5—185	В изолированных трубах, на роликах, изоляторах, кликах, по деревянным, металлическим и бетонным поверхностям
АПР-500	То же, но с алюминиевыми жилами	500	2,5—400	То же
ППВ	Одноленточный с однопроволочными медными жилами в полихлорвиниловой изоляции	500	0,75—4 (2 и 3 жилы)	Под штукатуркой, в каналах бетонных плит и непосредственно по бетонным плитам
АППВ	То же, но с алюминиевыми жилами	500	2,5—6 (2 и 3 жилы)	То же
ДППВС	То же, но без межжильной пленки изоляции	500	2,5—6 (2 и 3 жилы)	Для скрытой прокладки под штукатуркой
АППР	Алюминиевый провод с резиновой изоляцией	380	2,5—6 (1 и 2 жилы)	Для прокладки по деревянным конструкциям жилых зданий и хозяйственных построек в сельских местностях

Марка провода	Краткая характеристика	Рабочее напряжение	Сечение, мм ²	Способ прокладки
1	2	3	4	5
АПН	Провод установочный с алюминиевыми жилами с нейтральной светостойкой резиновой изоляцией, 1, 2 и 3 жилы	500	2,5—4 (2 жилы)	То же, что и ППВ
ПГВ	Гибкий с медными жилами в полихлорвиниловой изоляции	500	0,75—95	В трубах и металлических рукавах
ПРД	С одной медной жилой в резиновой изоляции с полихлорвиниловой оболочкой	500	0,75—6	Открыто по панелям и скрыто в коробах
ПРГ-500 ПРГ-3000 ПРГ-6000	Гибкий с медными жилами в резиновой изоляции с оплеткой из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противопожарным составом	500—3000 6000	0,75—400 1,5—185 10—150	В металлических рукавах
ПРГД	Гибкий, в оплетке, покрытой лаком, одножильный медный с резиновой изоляцией	500	0,75—70	Открыто по панелям и скрыто в коробах
ПРГВ	Гибкий медный одножильный в резиновой изоляции в полихлорвиниловой оболочке	500	1,0—6	Для неподвижной прокладки и для присоединения к подвижным частям электрических машин
ПРП	С медными жилами с резиновой изоляцией в оплетке из стальной проволоки	500	1—95 (1, 2 и 3 жилы) 1—35 (4 жилы)	Для открытой прокладки в установках, требующих защиты от легких механических повреждений, для крепления скобами

Марка провода	Краткая характеристика	Рабочее напряжение	Сечение, мм ²	Способ прокладки
1	2	3	4	5
ПРШП	Медный в резиновой изоляции с резиновым шлангом в оплетке из стальной проволоки	500	1—95	Для открытой прокладки в установках, требующих защиты от легких механических повреждений, для крепления скобами
ТПРФ	Медный в резиновой изоляции в трубчатой металлической фальцованной оболочке	500	1—10 (1 и много жил)	То же
ПРД	Медный с резиновой изоляцией в неоплетанной оплетке двухжильный	380	0,5—6	Для открытой проводки на роликах в сухих помещениях
ПВРД	Гибкий медный в резиновой изоляции с полихлорвиниловой оболочкой двухжильный	380	0,5—6	Открыто на роликах
АР	Медный в резиновой изоляции в оплетке из хлопчатобумажной пряжи одножильный	220	0,5—0,75	Внутри и поверх осветительных арматур
АРД	То же, двухжильный	220	0,5 и 0,75	То же

В сухих помещениях по стораемым конструкциям открытая электрическая проводка может прокладываться проводами АПР, ППВ, АППВ, АПН, они же могут использоваться для скрытой проводки в конструктивных элементах зданий (стенах, полах, перекрытиях). В сухих помещениях по

несгораемым конструкциям можно прокладывать провода АППВС, АПН, АПВ под штукатурку. В таблице 10 приведены краткие характеристики проводов.

Открытые электропроводки

Открытыми называют стационарные силовые и осветительные электрические проводки постоянного или переменного тока напряжением до 1000 В. Они представляют собой совокупность проводов и кабелей, проложенных неподвижно по поверхностям стен и потолков, по балкам и другим строительным конструкциям внутри здания, квартир и комнат. К открытым относятся наружные электропроводки с прокладкой проводников по наружным стенам зданий и сооружений, между ними, под навесами, на опорах по территории дворов и приусадебных участков.

Для устройства открытых электропроводок применяют изолированные провода, а также небронированные кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами до 16 мм^2 .

Прокладку проводников в открытых электропроводках осуществляют различными способами. Конструкция открытой электропроводки должна соответствовать условиям окружающей среды, архитектурным особенностям дома, квартиры, комнаты.

Открытые электропроводки на роликах с изолированными одножильными проводами применяются преимущественно для устройства осветительных сетей в жилых домах и производственных помещениях в сельской местности, под навесами в наружных установках с учетом окружающей сре-

ды.

В сельской местности для устройства групповых осветительных линий и силовых сетей для питания небольших нагрузок допускается применение плоских проводов марок АПН и АППВ с прокладкой по неоштукатуренным деревянным стенкам, потолкам, перегородкам жилых и подсобных помещений на роликах аналогично шнуровым электропроводам. Ролики устанавливают через каждые 400 мм по длине проводки.

Открытые электропроводки изолированными незащищенными, защищенными проводами и небронированными кабелями, прокладываемыми по строительным основаниям непосредственно или с прокладкой несгораемых материалов, предназначены для устройства магистральных, групповых осветительных и силовых сетей в жилых домах, квартирах, наружных установках. В качестве несгораемых материалов применяют штукатурный раствор, накладываемый на сгораемые строительные основания слоем 3–5 мм. Полосы несгораемых материалов должны выступать не менее чем на 3–5 мм по обе стороны прокладываемых проводов.

При выполнении открытой проводки укладка провода разрешается на высоте не менее 2,5 м от пола (за исключением спусков к выключателям и розеткам). При необходимости прокладки проводки на более низкой высоте ее необходимо защитить специальным коробом. Проход через стены производится с помощью изоляционных трубок и втулок.

Скрытые электропроводки

Скрытыми называют стационарные силовые и осветительные электрические проводки постоянного или переменного тока напряжением до 1000 В, представляющие собой совокупность проводов и кабелей, проложенных неподвижно в пустотах, перекрытиях, швах стен, потолков и в других строительных конструкциях внутри зданий, домов, квартир, комнат. Для устройства скрытых электропроводок применяют изолированные провода с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами до 16 мм^2 .

Виды скрытых электропроводок

1. Проводки с плоскими проводами.

Проводку плоскими проводами ППВ, АППВ, АНП, ТНРФ и кабелями СРГ, АСРГ, ВРГ, АВРГ выполняют скрытой. Плоские провода могут прокладываться непосредственно по стенам поверх сухой или мокрой штукатурки. Крепят плоские провода клеем, гвоздями, забиваемыми в раздельную полихлорвиниловую планку между токопроводящими жилами, с помощью пластмассовых или резиновых скоб.

Скрытая проводка по несгораемым стенам выполняется плоскими проводами в бороздах или под слоем мокрой штукатурки.

катурки. Проводка крепится в отдельных местах алебастровым раствором. Скрытая проводка по пожароопасным стенам выполняется так же, как и открытая при отсутствии штукатурки.

Соединения и ответвления плоских проводов должны выполняться в специальных ответвительных коробках. Проход проводов через междуэтажные перекрытия производится с помощью стальных или изоляционных трубок.

2. Проводка в стальных трубах.

Проводка в стальных трубах выполняется проводами АПРТО, АПРВ, АПВ, ПРТО, ПР с изоляцией, рассчитанной на напряжение не ниже 500 В переменного тока.

Соединение проводов, проложенных в трубах, производится в чугунных коробках (соединительных и ответвительных). В сухих помещениях и в помещениях без химически активных газов допускается проводить соединение труб между собой и с коробками манжетами без уплотнений.

В сырых помещениях и в помещениях, где возможно попадание в трубу масла и других вредно действующих на изоляцию веществ, трубы соединяют между собой при помощи муфт с резьбой и с уплотнением мест соединений.

Трубы должны быть проложены таким образом, чтобы в них не могла скапливаться влага. С этой целью их укладывают с небольшим уклоном в сторону соединительных коробок. Если стальные трубы используются в качестве заземляющих проводников, то при соединении на резьбу наматыва-

ют паклю, пропитанную тертым суриком с олифой, и муфту хорошо затягивают. При скрытой прокладке, а в сетях с заземленной нейтралью и при открытой, стенки труб необходимо проварить в двух точках.

Для того чтобы провода свободно втягивались в трубы, должны быть соблюдены наименьшие радиусы изгибов. Угол изгиба должен быть не менее 90° . Наименьший радиус изгиба при прокладке труб в бетонных массивах, а также при прокладке в трубах кабелей с голой свинцовой или полихлорвиниловой оболочкой для всех видов скрытой или открытой прокладки принимается не менее десятикратного радиуса трубы. Во всех остальных случаях скрытой прокладки и при открытой прокладке труб диаметром 3 мм и выше принимается шестикратный радиус труб. При открытой прокладке труб диаметром до 2,5 мм допускается четырехкратный радиус изгиба данной трубы. Трубы небольших диаметров (0,5–1,5 мм) изгибают в холодном состоянии на ручных трубогибах.

Трубы крепятся к стенам и потолкам с помощью скоб, хомутов и перфорированной монтажной полосы. Наибольшее расстояние между точками крепления открыто проложенных труб составляет: для труб диаметром до 0,75 мм – 2,5 м, до 1,5 мм – 3 м, 2 мм и более – 3,5–4 м. Крепление проводов в вертикально расположенных трубах производится с помощью клиц или зажимов на концах труб или в промежуточных коробках. Расстояние между точками креплений

ния проводов должно быть следующим: при сечении проводов до 50 мм^2 – 30 м, при $70\text{-}185 \text{ мм}^2$ – 20 м, при 240 мм^2 и более – 15 метров.

3. Проводка в изоляционных трубах с тонкой металлической оболочкой.

В сухих помещениях, подвергающихся механическим воздействиям, и в пожароопасных помещениях выполняют проводку изолированными проводами в изоляционных трубах из бумаги, пропитанной изолирующим составом, поверх которой расположена оболочка из фальцованной стальной оцинкованной ленты толщиной 0,19-0,23 мм. Рабочее напряжение для такой проводки не должно превышать 380 В.

Запрещается применять такую проводку для прокладки в грунте, во взрывоопасных помещениях и в помещениях с химически активной средой, в хранилищах и административно-общественных зданиях. Соединение труб производят с помощью жестяных муфт, стягиваемых винтами, клиновых манжетов и гильз из отрезков тонкостенных труб.

Изгиб труб выполняют специальными клещами. Радиус изгиба должен быть не менее шестикратного значения наружного диаметра трубы. К стенам и потолкам трубы крепятся с помощью скоб. Расстояние между соседними точками закрепления не должно превышать 1000 мм.

Выполнение соединений и ответвлений проводов производится в соединительных и ответвительных коробках с помощью винтовых зажимов, укрепленных на изолирующих

вкладышах. При отсутствии зажимов медные провода соединяются скруткой с последующей пропайкой, а алюминиевые – сваркой.

Проход через деревянные стены производится непосредственно в тонкостенных металлических трубках. Проход через каменные стены выполняют с помощью изоляционных резиновых или полихлорвиниловых полутвердых трубок, оконцованных фарфоровыми втулками. Через междуэтажные перекрытия трубки с тонкой металлической оболочкой прокладывают в стальных трубах.

4. Проводка в резино-битумных трубах.

Проводка в резино-битумных (нормальных) трубах выполняется скрытой в несгораемых стенах, перекрытиях и конструкциях в монолитном слое бетона или штукатурки; в пожароопасных помещениях – в несгораемых стенах, перекрытиях и конструкциях в монолитном слое бетона или штукатурки, в бороздах несгораемых полов и стен, в зазорах между железобетонными плитами с последующей заделкой бетонной смесью или штукатурным раствором.

Во взрывоопасных помещениях, горячих цехах, вблизи источников излучения, в помещениях с химически агрессивной средой выполнять электропроводку в резинобитумных трубах запрещается. Резинобитумные трубы по стенам и перегородкам прокладываются в борозде с последующей затиркой или оштукатуриванием или под слоем штукатурного раствора. При покрытии стен и перегородок сухой гипсо-

вой штукатуркой трубы прокладываются в толще стены или перегородки в сплошном слое штукатурного намета толщиной не менее 5 мм над трубой. В перекрытиях трубы прокладываются в замкнутых каналах железобетонных панелей, в зазорах между сборными железобетонными плитами или в бороздах, специально оставляемых в плитах, с последующей заделкой их штукатурным раствором или бетонной смесью. В полах трубы прокладывают так, чтобы после заливки слой бетона над трубой был не менее 50 и не более 400 мм.

Соединение резинобитумных труб выполняют с помощью металлических муфт, отрезков куска трубки большего диаметра длиной 100 мм или отрезка стальной тонкостенной трубки длиной 100–120 мм. Место соединения должно быть уплотнено разогретой кабельной битумной мастикой, битумом № 5, асфальтобитумным лаком или резиновым клеем. После уплотнения на место соединения накладывается проволочный бандаж.

Присоединение трубки к пластмассовой соединительной коробке производится путем ввода конца трубки непосредственно в патрубки или отверстия коробки с последующим уплотнением места присоединения. Для присоединения трубки к стальной коробке применяют разбортованные патрубки из отрезков тонкостенных стальных труб. Патрубок приваривают к коробке, и на него натягивается резинобитумная трубка так, чтобы ее конец входил в коробку не менее чем на 10 мм. Место соединения уплотняется указан-

ными выше составами. Радиус изгиба резинобитумных труб должен быть не менее десятикратного радиуса трубы. В местах изгибов производить соединения труб запрещается. Закрепляются трубы в бороздах алебастровым или цементным раствором. При прокладке пучка труб (более четырех) для закрепления используется проволока диаметром 1–1,5 мм.

5. Проводка в стеклянных трубах.

В стеклянных безнапорных трубах класса СТБ выполняют скрытые осветительные и силовые проводки в жилых и административно-общественных зданиях, имеющих огнестойкость не ниже второй степени.

Устройство электропроводок в стеклянных трубах во взрывоопасных помещениях, газораспределительных станциях, сырых местах и чердачных перекрытиях запрещается.

Стеклянные трубы прокладываются по стенам в бороздах и до заштукатуривания временно закрепляются алебастром. Между трубами, проложенными параллельно, должно быть расстояние не менее 10 мм. Соединение труб встык осуществляется при помощи манжет из полутвердой резины или полихлорвинила. Соединение проводов выполняется в коробках, как и при прокладке проводов в стальных трубах.

6. Проводка в лотках.

Проводка в лотках выполняется незащищенными изолированными проводами в нормальных помещениях. Лотки представляют собой металлическую конструкцию, состоящую из двух параллельных П-образных профилей, соеди-

ненных поперечинами. Из отдельных лотков можно собрать магистраль любой длины. Высота подвеса лотков в помещениях не нормируется; при выполнении внутрицеховых проводок, проводок в технических этажах зданий лотки необходимо располагать на высоте не менее 2 м от пола при прокладке по стенам и не менее 2,5 м при прокладке под перекрытием. Лотки заземляются не менее чем в двух точках. Каждое ответвление в конце заземляется дополнительно. В одной лотковой магистрали может прокладываться несколько потоков проводов и кабелей. Отдельные цепи при этом разделяются уголками. Соединение проводов и кабелей допускается выполнять только в отдельных коробках, жестко прикрепленных к лоткам.

7. Проводка на чердаках.

На чердаках открытые проводки выполняются медными незащищенными одножильными проводами на роликах или изоляторах и в стальных трубах. На чердаках производственных помещений выполнять открытую проводку на роликах запрещается. Открытую проводку незащищенными изолированными проводами на роликах в чердачных помещениях необходимо прокладывать на высоте 2,5 м. Если она прокладывается ниже, то провода необходимо защитить от прикосновения и механических повреждений. Защищенные провода и кабели разрешается прокладывать на высоте менее 2,5 м. Провода и кабели с алюминиевыми жилами допускается прокладывать только в пожаробезопасных зданиях или

в стальных трубах.

В зависимости от характера помещения, среды, в которой будут находиться провода, должен приниматься соответствующий вид проводки. Вид электропроводки, материалы и способ ее выполнения должны соответствовать Государственным строительным нормам (ДБН).

Возможные неисправности скрытых электропроводок и их устранение

Наиболее часто встречаемая неисправность скрытой электропроводки – излом жилы провода. Причиной этого обычно является воздействие предельной силы тока на ранее существовавшие механические повреждения. Первой и вполне объяснимой реакцией на поломку такого типа является стремление раздолбить желоб, в котором размещена скрытая проводка, чтобы исправить неполадку. Излом в этом случае находится контрольной лампой и соединяется жилой у излома, или в желобе прокладывается новый провод. После этого борозду замазывают и заштукатуривают, как поверхность стены при отделочных работах. Это, конечно, можно сделать, но только если предстоит скорый ремонт квартиры. Если же ремонт ожидается не скоро или вы его сделали только недавно, то вам можно посоветовать другой способ обнаружения и исправления неполадок в скрытой проводке. Этот метод подходит для скрытой проводки, в которой располо-

женные вертикально на стене лампа, выключатель и электрическая розетка соединены последовательно. Этот пример наиболее сложен и поэтому особенно полезен при описании действий электрика при подобных неприятностях. Начнем последовательные операции.

1. Нажимают на клавишу выключателя. Если лампочка не загорелась – клавишу оставляют включенной.

2. Выворачивают лампу, вкручивают другую. При этом смотреть на лампу разрешается только в момент касания лампой контактов патрона, поскольку колба может взорваться и поранить осколками лицо и глаза. Обычно, правда, все ограничивается разрывом вольфрамового волоска. Если и вторая лампа не загорится, то дело явно не в лампе. Следующей операцией становится отгибание пластинчатых контактов в патроне светильника для восстановления контакта с лампой. Для этого устанавливают клавиши на выключателе в положение «выключено», после чего отгибают запавшие лапки в патроне. Сборку ведут в обратном порядке. Если тока снова нет, то:

3. Снимают крышку или клавишу выключателя, отворачивая винт или нажимая фиксатор. При этом под ногами у ремонтирующего должен быть сухой деревянный пол либо резиновый коврик. Замыкают контакты выключателя отверткой или губками плоскогубцев. Стоит напомнить, что и тот и другой инструмент при этом должны иметь изоляцию, способную выдержать не менее 250 В. Если свет в лам-

не появился, то неисправным является выключатель. Его меняют при выкрученных пробках или обесточивают сеть другим способом. Чтобы устранить искрение между контактами выключателя и концами жил проводов, с последнего снимают напряжение, и подтягивают винты зажимного устройства (клемника).

4. Замыкание контактов выключателя не вызывает никаких признаков накаливания лампы. В этом случае контрольной лампой проверяют провода на месте выхода их из стены. Можно при этом несколько зачистить изоляцию жил, которую сразу после проверки следует замотать изоляционной лентой. Можно снять провода с контактов выключателя и немного развести в разные стороны. Это делается для проверки отсутствия контакта между ними. Если исправность в доступном для открытой починки проводе не обнаружена, то, скорее всего, излом образовался в скрытой электропроводке. Так как провода к патрону подведены от розетки, то используется контрольная лампа. Один щуп контрольной лампы вставляется в любое гнездо розетки, а другой подводится к испытуемому участку второго электрического провода. При этих действиях выключатель должен находиться во включенном состоянии. Следует помнить, что контрольная лампа будет гореть только в том случае, если ее щупы будут присоединены к разнополюсным проводам. Если с помощью этой манипуляции вы обнаружили излом жилы, то приступайте к ремонту, о способе которого будет рассказано

ниже (5). При отсутствии контрольной лампы ее можно самостоятельно изготовить из любого однолампового светильника, для этого у шнура снимают вилку, петли жил выпрямляют, изолируют на значительную длину и используют в качестве щупов.

5. К следующим действиям приступают, если место разрыва обнаружено. Проводку обесточивают, выворачивая пробки или отключая рубильник механического предохранителя. Проверьте отсутствие напряжения включением какого-либо электроприбора или светильника. Дефектную жилу провода отсоединяют от патрона. Второй ее конец находится у розетки. Отворачивая винт контакта розетки, ослабляют затяжку контакта и вынимают жилу. Конец жилы изолируют и отводят в сторону. Новый провод подбирают несколько длиннее, чем старый. Концы жил освобождают от изоляции и загибают в петли, или оставляют выпрямленными, после чего зажимают в выключателе. Если из патрона выкручена лампа, то ее вкручивают на место. В момент включения пробки лампа должна загореться в нужном положении выключателя. После этого подачу тока временно прекращают, патрон вкручивают в подрозетник, крышки розетки и выключателя возвращают на место. Поставить их надо так, чтобы они прижали провод, который остается висеть снаружи.

6. Провод между выключателем и патроном – последнее место возможного излома жилы. Для диагностики один щуп

прикладывают к тому контакту, который не зажимает жилу провода, направленного непосредственно к розетке. Вторым щупом касаются оставшегося контакта выключателя, ибо один контакт уже занят жилой провода от гнезда розетки. Клавиша выключателя при этом должна находиться в таком положении, чтобы промежуточные детали выключателя замкнули контакты. Присутствие слабого света в последовательно соединенных лампах при вкрученных пробках подтверждает излом жилы. Вновь обесточивают проводку. Концы жил дефектного скрытого провода извлекают из-под контактов патрона и выключателя и изолируют. Новый провод подбирают и присоединяют, как и предыдущие. Концы жил этого провода зажимают в свободных контактах выключателя и патрона. Пробки предохранителей заворачивают. Лампа в патроне при этом должна загореться. Ток снова выключают, а оставшиеся концы провода протягивают вдоль стены, прячут под крышку выключателя или под основание патрона. Завершают операцию по восстановлению работы розетки, лампы и выключателя пуском тока в квартирную сеть.

Квартирная электрическая сеть

Подвод электроэнергии к потребителю

Крепление провода на изоляторе

В загородных районах сельской местности, а также в некоторых городских районах для передачи электроэнергии от подстанции к потребителю применяют, как правило, воздушные линии электропередач. Для линий используются голые (без изоляции) провода из меди, стали или алюминия, которые подвешивают на специальных изоляторах и закрепляют на деревянных или железобетонных столбах. Изоляторы бывают фарфоровые, иногда стеклянные. Их крепление производят на крюке с винтовой нарезкой на каждом конце. На столбе изоляторы размещают так, чтобы расстояние между ними по высоте было 400–500 мм.

Линейные провода на изоляторах крепят мягким медным или железным проводом диаметром 1,5–2,5 мм. При этом провод крепления должен размещаться с внутренней от столба стороны изолятора. В этом случае при повреждении

изолятора провод не упадет на землю, а повиснет на крюке. На угловых опорах провод крепят обязательно с внешней стороны изолятора, чтобы он огибал изолятор по его шейке.

Отводы от линии электропередач к потребителю электроэнергии

Вначале прокладывают основную линию электропередачи, а только потом отводы к потребителям электроэнергии. Отводы обязательно закрепляют на изоляторах. На столбах устанавливают дополнительные изоляторы, чтобы провода отводов не касались опор. Если отвод делается под небольшим углом к линии, то можно обойтись и без дополнительного изолятора.

Ответвление от линии электропередач до ввода в садовый домик или дачу не должно быть более 25 м. Для ответвления обычно используют изолированный провод. Если пролет составляет до 10 м, то используются медные провода сечением не менее 4 мм^2 или алюминиевые провода сечением 16 мм^2 . При пролете длиной 10–25 м сечение медных проводов должно быть не менее 6 мм^2 , а допустимое сечение алюминиевых проводов остается такое же, что и при пролете 10 м.

Расстояние от нижнего провода ответвления до земли должно быть не менее 3,5 м, а если ответвление проходит над дорогой, то на высоте не менее 6 м. Провод ввода в дом

должен быть на высоте не менее 2,75 м и находиться от балкона и окон на расстоянии не менее 1,5 м.

Провода ответвления и ввода закрепляют на изоляторах, установленных на крюках. В деревянные стены крюки изоляторов ввода ввинчиваются в предварительно высверленные отверстия диаметром и глубиной немного меньше соответствующих размеров крюка. В кирпичных или бетонных домах крюки для ввода устанавливаются на цементный раствор в пробитое отверстие диаметром в 2,5 раза больше диаметра конца крюка и глубиной 10 см. Специально для подключения провода ввода к проводу ответвления можно использовать зажимы типа ОАС.

Если высота дома не позволяет установить изоляторы ввода на высоте 2,5 м, то ввод выполняют с помощью изогнутой металлической трубы диаметром 1/2 или 3/4 дюйма с закрепленными на ней изоляторами. Трубу изгибают и в верхней ее части крепят хомутом или сваркой траверсу с двумя изоляторами. Сама труба устанавливается на стене дома при помощи 2–3 скоб из листовой стали. В этом случае для ввода необходимо взять провод в надежной резиновой изоляции и протянуть в трубу сразу два провода. Перед протягиванием проводов на них желательно надеть резиновую трубку. На выходах из трубы провод нужно плотно замотать изоляционной лентой, чтобы в трубе не циркулировал воздух и не накапливалась вода.

Внутри помещения вводят провода с помощью специаль-

ных фарфоровых втулок. Расстояние между проводами в кирпичных домах должно быть не менее 50 мм, а в деревянных – не менее 100 мм. Места выхода проводов из фарфоровых втулок необходимо уплотнить цементным раствором или специальной кабельной пряжей.

Внутриквартирная электропроводка

Способы прокладки электропроводки

Введенные в помещение провода подключаются к распределительному щитку, от которого провода идут к квартирному электросчетчику. С него начинается электросеть загородного дома или городской квартиры.

Однофазные счетчики устанавливаются на металлических щитках. Квартирные щитки служат для распределения и учета электрической энергии, а также защиты от перегрузок, токов короткого замыкания. Щитки выпускаются в соответствии с ГОСТ 9413-69 (см. таблицу 14). Квартирные щитки типа ЩК-9—ЩК-12 поставляются без счетчиков, которые приобретаются отдельно.

Щитки выпускаются с резьбовыми предохранителями или автоматическими выключателями типа АБ-25, устанавливаемыми в фазном и нулевом проводах. Квартирные щитки типа ЩК-13—ЩК-16 устанавливаются в нишах и выпускаются с вводными двухполюсными пакетными выключателями ПВ-2-25 и резьбовыми предохранителями типа Ц27 (ЩК-14, ЩК-16) или автоматическими выключателями типа АБ-25 (ЩК-13, ЩК-15). Щитки устанавливаются на стене и монтируются после устройства ввода и выполнения внут-

ренной электропроводки.

**Таблица 14. Технические
данные квартирных щитков**

Тип щитка	ЩК-13	ЩК-14	ЩК-15	ЩК-16
Габариты, мм	560×320×155	560×320×155	560×320×155	560×320×155
Масса щитка, кг	4,5	4,7	4,7	5,0
Количество отходящих групп	1	2	3	4

Сверху щитка нанесены четыре заводские наметки. Одну из наметок открывают для ввода проводов комнатной проводки. На два одножильных провода надевают изолированные трубки, окольцовывают и подключают к нижним зажимам предохранителей. Другие концы проводов выводят на лицевую панель через второе и четвертое отверстия в щитке для подключения к счетчику. Провода ввода выводят через первое (фазный провод) и третье (нулевой провод) отверстия. Щиток после присоединения проводов устанавливают на опорном основании вертикально по отвесу с таким расчетом, чтобы закрывались вводные втулки, и закрепляют шурупами.

Провода на щитке загибают вверх, обрезают на уровне горизонтальных шлицов для крепления счетчика и снимают с концов жил изоляцию на длину 20–25 мм. После этого отверткой ослабляют прижимы на зажимной колодке, вводят в

них концы проводов и снова прижимают. Счетчик крепят к щитку тремя винтами и закрывают крышкой зажимную колодку.

Отрезают излишки проводов электропроводки, запитывающейся от щитка, надевают изоляционную трубку, зачищают концы жил, оконцовывают колечком, вводят в открытое отверстие в щитке и подключают к верхним зажимам предохранителей. На колодки предохранителей устанавливают защитные крышки, крепят их винтовыми пластмассовыми шайбами и ввинчивают пробки.

От счетчика провода идут к предохранительному щитку, а от щитка – к розеткам и электроосветительной арматуре. Электропроводка внутри помещений может быть открытой и скрытой. Выбор способа прокладки проводки зависит от характера помещения. В сухих отапливаемых помещениях, а также подсобных помещениях с относительной влажностью не выше 60 % разрешается выполнять любые виды электропроводок.

Для электропроводки внутри помещений используют специальные марки проводов. В загородных домах обычно используется открытая проводка. Для такой проводки применяют специальный провод, называемый электрическим шнуром. Шнур состоит из двух свитых изолированных проводов. Для придания шнуру гибкости используемый в нем провод делают многожильным. По стенам и потолку шнур прокладывают на фарфоровых роликах. На угловых и конечных ро-

ликах шнур закрепляется тесьмой. Характеристики некоторых марок шнуров даны в таблице 15.

**Таблица 15. Характеристики
некоторых марок шнуров**

Марка шнура	Рабочее напряжение, В	Сечение, мм ²	Краткая характеристика	Область применения
ШР-220	220	0,5; 1,5	Провод медный двухжильный в резиновой изоляции в непропитанной обмотке из хлопчатобумажной пряжи	Для включения в сеть различных бытовых приборов
ШРВО	220	0,5; 0,75; 1	Провод медный двухжильный в резиновой изоляции, в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лощенной нитками из натурального или искусственного шелка	Для питания от сети утюгов и электропаяльников
ШРВШ	220	0,75; 1	Провод медный двухжильный в резиновой изоляции и в шланговой резиновой оболочке	Для питания от сети холодильников, пылесосов, стиральных машин, электроплит и других приборов мощностью более 600 кВт
ПРПЛ	220	0,5; 0,75; 1	Провод гибкий медный двухжильный в резиновой изоляции	Для питания от сети движущихся приборов, инструментов, установок

При монтаже электропроводки, как правило, вначале

укрепляют ролики, а потом на них укрепляют шнур. Ролики крепят к стенам и потолку с помощью шурупов. Прибивать ролики гвоздями не рекомендуется, так как они могут расколоться от удара молотка. Электропровод к роликам крепят с помощью кольца, отрезанного от полихлорвиниловой трубки с толщиной стенки 1,5–2 мм, но чаще всего с помощью тесьмы.

В помещениях с повышенной влажностью каждый провод прокладывают отдельно. При проводке электропроводов через стенку из одной комнаты в другую в стенах проделывают отверстия диаметром 1,5–2 см, в которые вставляют резиновые или пластмассовые трубки. На концы трубок надевают фарфоровые втулки. Необходимость трубок и втулок диктуется желанием предохранить провода от механических повреждений.

Если шнур огибает какое-нибудь препятствие (угол стены или балку) или пересекает другие провода, на него необходимо надеть кусок резиновой или пластмассовой трубки.

Параметры электропроводов

Все провода можно разделить по зависимости площади сечения жил от допустимого значения проходящего тока. Для выбора площади сечения провода необходимо знать максимальную силу тока, которая возможна в проводнике с учетом нагрева его изоляции. Рабочая температура нагрева

проводов и шнуров в резиновой изоляции не должна превышать 65°C , а в пластмассовой – 70°C . При комнатной температуре 25°C допустимый перегрев изоляции не должен превышать $40\text{--}45^{\circ}\text{C}$. Исходя из этого, в таблицах 16 и 17 приведены максимально допустимые токовые нагрузки для проводов разного сечения из меди и алюминия. Этими данными можно воспользоваться при выборе площади сечения проводов для внутриквартирной проводки. Приведенные данные в основном относятся к маркам проводов, приведенных в таблице 15.

При прокладке в трубах нескольких проводов выбор площади сечения производят по таблицам 16, 17, исходя из значения допустимого тока, уменьшенного на $10\text{--}20\%$. Это связано с тем, что провода нагревают друг друга, а условия охлаждения в трубном канале хуже, чем на открытом воздухе.

**Таблица 16. Допустимые токовые нагрузки
для проводов с медными жилами с резиновой
или полихлорвиниловой изоляцией**

Площадь сечения токопрово- дящей жилы, мм²	Диаметр провода, мм	Допустимая сила тока, А	Площадь сечения токопрово- дящей жилы, мм²	Диаметр провода, мм	Допустимая сила тока, А
0,5	0,78	11	35	6,7	170
0 75	0,98	15	50	8,0	215
1,0	1.13	17	70	9,5	270
1,5	1,4	23	95	11,0	330
2,5	1,8	30	120	12,4	385
4,0	2,26	41	150	13,8	440
60	2,8	50	185	15,4	510
10	3,56	80	240	17,5	605
16	4,5	100	300	19,5	695
25	5,6	140	400	22,5	830

**Таблица 17. Допустимые токовые нагрузки
для проводов с алюминиевыми жилами с
резиновой или полихлорвиниловой изоляцией**

Площадь сечения токопро- водящей жилы, мм ²	Диаметр провода, мм	Допустимая сила тока, А	Площадь сечения токопро- водящей жилы, мм ²	Диаметр провода, мм	Допустимая сила тока, А
70	9,5	210	2,5	1,8	24
95	11,0	255	40	2,26	32
120	12,4	295	6,0	28	39
150	13,8	340	10	3,56	55
185	15,4	390	16	45	80
240	17,5	465	25	5,6	105
300	19,5	535	35	6,7	130
400	22,5	645	50	80	165

Если площадь сечения провода S неизвестна, то штангенциркулем измеряют его диаметр d , и по формуле: $S = 0,785d^2$, где S – площадь сечения в мм², d – измеренный диаметр провода в мм, получают необходимое значение.

Прибор для контроля состояния изоляции электрических цепей

Для предотвращения короткого замыкания в электриче-

ских цепях необходим постоянный контроль за техническим состоянием изоляции проводов. Для этих целей обычно пользуются специальным прибором, который можно сделать и самостоятельно.

При помощи такого прибора можно произвести испытание изоляции электрических цепей, определить прямое короткое замыкание или пробой изоляции. Данный прибор представляет собой не что иное, как преобразователь низкого напряжения в высокое. Он питается от источника с напряжением 1,5–2 В. Частота колебаний преобразователя составляет порядка 1–2 кГц. В качестве индикатора используются две миниатюрные неоновые лампочки. Прибор включать без нагрузки нельзя, так как может выйти из строя транзистор. При испытании сопротивления изоляции прибор подключается к цепи контактами ХР1 и ХР2. Индикатором включения прибора служит лампочка НЛ1 (см. рис. 1).

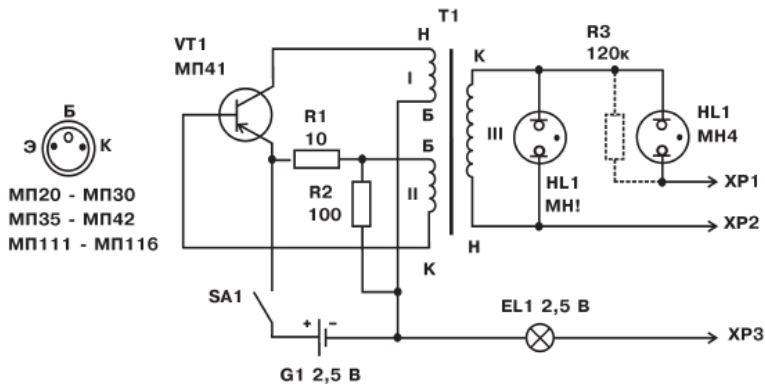


Рис. 1. Принципиальная схема испытателя сопротивления изоляции проводов

Потенциал зажигания лампочки HL2 несколько ниже, чем лампочки HL1. Лампочка HL2 вспыхивает сильнее или слабее в зависимости от величины сопротивления изоляции. В этом случае постоянно светящаяся лампочка HL1 может погаснуть. Прибор очень чувствителен и начинает давать показания при сопротивлении изоляции линии 10 МОм и более. Если промежуток между контактами XP1 и XP2 будет влажным, лампочка HL2 будет давать ложные вспышки.

Чтобы этого не происходило, можно параллельно лампочке HL2 включить резистор R3 сопротивлением 120 кОм. При такой схеме лампочка HL2 вспыхивает только тогда, когда сопротивление изоляции испытываемой цепи меньше определенного предельного значения. При определении прямого короткого замыкания или пробоя изоляции испытываемая цепь подключается к контактам XP2 и XP3. Индикатором в данном случае является лампочка от карманного фонарика EL1.

Главной деталью прибора является трансформатор, который надо изготовить очень тщательно, так как от этого зависит вся работа прибора. Обмотки трансформатора T1 намотаны на сердечнике сечением $0,25 \text{ см}^2$ из Ш-образных пластин трансформаторной стали. Сердечник трансформатора набирается встык с воздушным зазором 0,3 мм. Обмотка I

содержит 80 витков провода ПЭЛ 0,25.

Непосредственно на эту обмотку без прокладок наматывается обмотка II, состоящая из 45 витков провода ПЭЛ 0,14 и обертывается одним слоем кабельной или другой бумаги. Затем наматывается обмотка III из 500 витков провода ПЭЛ 0,1. В приборе использованы резисторы типа МЛТ-0,125. Указанный на схеме транзистор типа VT1 можно заменить транзисторами типа МП42Б, но лучше П20—П26. Неоновые лампочки должны иметь потенциал зажигания 80-100 В, например, МН-4 и МН-6.

При проверке прибором сопротивления изоляции электропроводки в квартире или на даче, необходимо вначале обесточить всю электросеть. Для этого надо вывернуть все пробки на квартирном щитке или выключить все автоматические выключатели на фазовом и нулевом проводах.

Приборы обнаружения наличия и места обрыва проводки

Быстро отыскать скрытый электрический провод в стене дома, обрыв провода в жгуте или кабеле, определить перегоревшую лампочку в электрической гирлянде без специального прибора весьма затруднительно. Простейший прибор для таких целей можно собрать на одном полевом транзисторе. В основе схемы прибора лежит свойство полевого транзистора изменять свое сопротивление при воздействии на

вывод затвора электрического поля.

В качестве индикатора в приборе можно использовать высокоомные электромагнитные наушники или омметр. В процессе поиска скрытой проводки ведут выводом транзистора по стене и по максимальной громкости звука определяют положение пролегающих проводов. При поиске обрыва в жгуте из проводов (кабеле) все провода с одного конца заземляют, а другой конец оборванного провода через резистор 1–2 МОм соединяют с фазным проводом сети.

Проводя транзистором по жгуту, находят место обрыва. Схему можно упростить, если транзистор VT1 подключить прямо к омметру типа М57д. В этом случае о расположении скрытой проводки судят по отклонению стрелки прибора. В данном приборе может быть использован транзистор типа КП103 с любой буквенной маркировкой. Можно значительно повысить чувствительность искателя, если в схему добавить еще один транзистор VT2 типа КТ361Б или КТ203Б, а к затвору припаять маленькую спираль L1 диаметром 4–5 мм и длиной 30–50 мм. Спираль наматывают проводом ПЭВ 0,3–0,6 мм. В этом случае удастся найти скрытую проводку на глубине до 5 см с точностью ± 3 мм. Во всех случаях можно использовать навесной монтаж устройства (см. рис. 2).

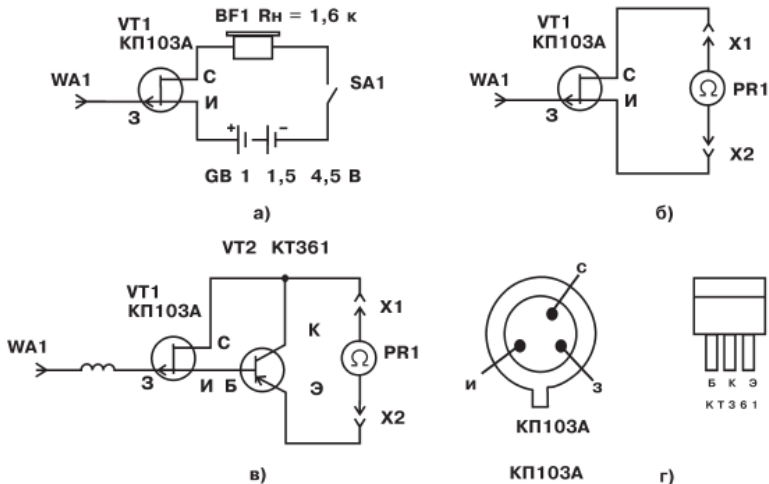


Рис. 2. Принципиальные схемы простых приборов для отыскания скрытой проводки: а) с использованием наушника; б) с использованием омметра; в) повышенной чувствительности; г) цоколевка используемых транзисторов

Простые приборы не всегда позволяют быстро обнаружить место обрыва электропроводки. Повысить вероятность обнаружения места обрыва можно, если соединить все исправные провода с общим проводом усилителя низкой частоты, а к оборванному проводу подключить специальный генератор, сигнал которого будет четко идентифицирован прибором подобным вышеописанному. В таком приборе в качестве индикатора лучше использовать стрелочный мик-

роамперметр, а не наушники. Прибор состоит из трех блоков: генератора, пробника и источника питания. Генератор представляет собой симметричный мультивибратор на транзисторах VT1—VT3 и генерирует импульсы с частотой около 100 кГц и амплитудой напряжения 10 В.

Включение в схему мультивибратора транзистора VT3 преследует цель получить низкое выходное сопротивление, которое необходимо в случае значительной утечки тока на линии или большой ее емкости. Импульсы от генератора через разъем X2 подаются на оборванный провод. Наличие элементов R6, R7, VD3, VD4 позволяет оперативно ответить на вопрос, оборван данный провод или нет. При сопротивлении проводника меньше 400 Ом загорается светодиод VD3.

Пробник прибора собран на транзисторах VT4—VT6. Схема включения транзисторов VT4, VT5 представляет собой повторитель напряжения с входным сопротивлением более 10 МОм на частоте 100 кГц. Ключевой детектор VT6, VD11, R15—R18 управляет импульсами, поступающими с коллектора транзистора VT2. Такая схема детектора позволяет резко ограничить полосу частот продетектированного сигнала и тем самым ослабить влияние помех. Управляющие детектором импульсы используются также для питания пробника.

Все каскады прибора питаются от преобразователя сетевого напряжения 220 В 50 Гц в постоянное напряжение 10 В. Блок питания собран на трансформаторе T1, диодах VD5

—VD8 и конденсаторе C12. Свечение светодиода VD9 указывает на наличие напряжения.

Составляющие прибора – генератор, пробник и источник питания – собраны на отдельных платах и заключены в общий изолированный корпус. Источник питания и генератор соединяются двухжильным проводом, а генератор и пробник – экранированным изолированным. К разъему X3 подключается металлический штырь длиной 10–20 см. В приборе можно использовать указанные полупроводниковые приборы с любым буквенным индексом.

В качестве стрелочного прибора можно применить любой микроамперметр с током полного отклонения стрелки не более 1 мА. Можно также использовать стрелочный индикатор от магнитофона. Трансформатор Т1 может быть любой, главное, чтобы вторичная обмотка давала напряжение около 8 В при токе нагрузки 150–200 мА.

Налаживание прибора начинают с генератора. С этой целью к коллектору транзистора VT2 подключают осциллограф, и убеждаются в наличии импульсов величиной 10 В и частотой 100 кГц. После этого налаживают пробник. Не приближая разъем X3 к генератору, подбором сопротивления резистора R10 устанавливают напряжение на эмиттере VT5 такое, чтобы стрелка микроамперметра установилась на ноль.

Приблизив на 3–4 см металлический штырь, вставленный в разъем X3, к разъему X2, резистором R14 устанавливают

стрелку микроамперметра на максимальную отметку.

Прибором для обнаружения места обрыва в проводке работают в такой последовательности:

Подключают вилку источника питания в квартирные розетки и по свечению диода VD9 определяют неисправные розетки.

Отключают нагрузку от всех неисправных розеток и включают ее в исправные. В качестве нагрузок исправных розеток можно использовать вилки со светодиодом.

Щуп генератора X2 подключают к тому контакту неисправной розетки, который оборван. На это указывает отсутствие свечения диода VD3.

Берут металлический штырь, подключенный к разъему XS3, и начинают вести по стене или проводу от места включения щупа генератора. Максимальное отклонение стрелки микроамперметра указывает на место обрыва провода.

Сращивание и ответвление проводов

В период ремонта квартирной проводки или ремонта электроприборов довольно часто приходится производить сращивание ответвление проводов. Во время этой операции необходимо стремиться к тому, чтобы получить качественное соединение и хороший контакт проводов. Полученное место соединения проводов должно быть тщательно заизолировано высокопрочной изоляцией.

Сращивание проводов

При сращивании с концов проводов острым ножом аккуратно, чтобы не повредить токоведущие проволоочки, снимают изоляцию. Поверхность проволоочек зачищают ножом, соединяемые провода накладывают друг на друга и плотно, виток к витку, скручивают плоскогубцами. При сращивании проводов следует обратить особое внимание на качество (плотность) при скрутке проводов. При отсутствии плотного контакта проводов происходит их перегрев и возможен пожар. Место скрутки желательно пропаять. При пайке проводов применять кислоту нельзя, следует пользоваться канифолью. Необходимо следить, чтобы припой попал на все спаиваемые проволоочки. В заключение место пайки очищается и провода обматывают липкой изоляционной лентой. Сна-

чала ею захватывают часть изоляции шнура, приблизительно 1 см, а затем переходят на провода, перекрывая каждый предыдущий оборот ленты так, чтобы провод оказался обмотанным двойным слоем изоляционной ленты.

Практика показала, что такая изоляция со временем начинает соскальзывать. Для предупреждения этого явления заизолированное место соединения укрепляют оплеткой. Оплетку делают тонким шнурком или толстыми нитками. Особенно важно при этом правильно затянуть концы ниток.

Если произведено соединение двухпроводного шнура методом простой скрутки, то после изоляции каждого провода производят изоляцию обоих проводов вместе. Для увеличения механической прочности на место соединения натягивается отрезок резиновой трубки или плотно прилегающей спиральной пружинки.

Существуют различные виды скрутки проводов. Вид скрутки зависит в основном от типа и функционального назначения соединения, диаметра и материала скручиваемых проводов. Различают такие скрутки проводов: простая, бандажная и желобок. Для соединения проводов большого сечения применяется, как правило, бандажная скрутка. Бандаж выполняется залуженной медной проволокой 0,6–1,5 мм. Скрутка желобком применяется чаще для соединения алюминиевых жил. При таком способе скрутки находящиеся под слоем расплавленного припоя жилы хорошо защищены от оксидной пленки.

Следует помнить, что только качественное сращивание проводов обеспечивает надежную работу электрической линии. К этому следует добавить, что если нет возможности произвести пайку места соединения, то скрутка проводов должна быть выполнена особенно тщательно.

Ответвления проводов

Для присоединения различных электроприборов иногда приходится делать ответвление проводов. В этом случае зачищают изоляцию основного проводника на длину 1,5–2 см, после чего к нему присоединяют конец ответвляемого провода со снятой изоляцией. Зачищенные жилы ответвляемого провода плотно, виток к витку, обматывают вокруг основного провода. Место ответвления запаивают и изолируют лентой. Как при соединении проводов, так и при их ответвлении различают следующие виды скрутки: простая, бандажная и желобок.

Если провод двухпроводной линии необходимо повернуть на угол 90° , например, подвести к выключателю, то его расплетают и накладывают на угловой ролик. После укладки провода снова сплетают и ведут дальше.

Все ответвления к лампам, розеткам, выключателям делают только от роликов. Для того чтобы правильно определить, где снимать изоляцию на проводах, необходимо надеть провода на ролики, от которых делают ответвление, и отме-

тить нужные места.

Заделка концов проводов

При выполнении электромонтажных работ особое значение имеет качество (плотность) контактов в местах соединения проводов друг с другом, а также с клеммами электротехнических устройств. При присоединении к приборам концы надо зачистить и заделать, например, петелькой. Вид заделки проводов зависит от способа их крепления проводов к клеммам арматуры или потребителей тока. Процесс создания определенного вида конца провода при его заделывании называют оконцеванием. Если при оконцевании проводов сечением до 1 мм^2

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.