

# Электричество дома и на даче



Электропроводка

Электромонтажные работы

Молниезащита домов

Заземляющие устройства

Электротехнические материалы

Электричество в быту



**Евгений Анатольевич Банников  
Виктор Александрович Барановский  
Электричество дома и на даче**

*Текст предоставлен правообладателем <http://www.litres.ru>  
Электричество дома и на даче: Современная школа; Москва; 2006  
ISBN 985-6751-99-3*

**Аннотация**

Описаны устройство и технология монтажа и ремонта электропроводок, воздушных и кабельных линий, домашнего электрооборудования.

Книга поможет устранить неисправности в электропроводке и произвести подключение к источнику питания дачного домика, наладить освещение, установить и отремонтировать розетки, осветительные и отопительные приборы, наладить энергоснабжение гаража и мастерской.

# Содержание

Введение	5
История электрификации	7
Опасности электричества: настоящие, мнимые и неизученные	9
Глава 1. Основы электромонтажных работ	15
Общие сведения	15
Виды электропроводок. Характеристика и схемы электропроводок	19
Распределение электроэнергии	25
Проект электроснабжения	28
Вводное устройство	30
Электропроводки в жилых домах и хозяйственных постройках	33
Примерный перечень электротехнических устройств, необходимых для устройства электропроводки в жилом доме	35
Молниезащита домов и хозяйственных построек	36
Ответвление и заземление	38
Повторное заземление	40
Защитные заземления электроустановок	41
Заземляющие устройства	43
Естественные заземлители	44
Искусственные заземлители	45
Монтаж заземлителей	48
Виды электромонтажных, электроустановочных и электротехнических материалов	51
Электромонтажные изделия	51
Электроустановочные устройства	60
Электротехнические материалы	65
Провода	65
Определение сечения жил проводов	68
Кабели	70
Изоляция кабелей	71
Механизмы для электромонтажных работ	75
Правила эксплуатации электропроводок	78
Глава 2	80
Монтаж электропроводок	80
Монтаж контактных соединений	85
Общие требования	85
Виды контактных соединений	85
Монтаж различных видов электропроводок	95
Монтаж наружных электропроводок	95
Монтаж открытых электропроводок	96
Монтаж тросовых электропроводок (рис. 36)	100
Монтаж скрытых электропроводок	102
Устройство проходов через стены, пересечения проводов	103
Прокладка проводов на роликах	104
Монтаж электропроводки плоскими проводами	106

Монтаж электропроводок защищенными проводами	110
Монтаж электропроводок в чердачных помещениях	111
Монтаж электропроводки в подвалах	112
Монтаж электропроводки в гаражах и мастерских	112
Монтаж электропроводки в трубах	114
Монтаж осветительных электроустановок	117
Основные сведения	117
Световые величины	118
Электрические источники света	119
Приборы и светильники осветительных электроустановок	121
Монтаж выключателей, штепсельных розеток и светильников	123
Глава 3	124
Бытовые электроприборы и устройства хозяйственного назначения	124
Стиральные машины	124
Обогреватели	126
Посудомоечные машины	128
Холодильники и морозильники	132
Пылесосы	137
Электрочайники	138
Тостеры	140
Оборудование для водоснабжения дома и усадьбы	142
Садово-огородные электрифицированные машины	145
Включение в однофазную сеть трехфазного электродвигателя	147
Установки для обогрева теплиц и парников	149
Глава 4	151
Меры безопасности при пользовании бытовыми электроприборами и инструментом	156
Пожарная безопасность	158
Освобождение от действия электрического тока	159
Виды первой помощи	161
Проведение искусственного дыхания	162
Проведение наружного массажа сердца	163
Наружный массаж сердца одновременно с искусственным дыханием	163
Оказание первой доврачебной помощи пострадавшему при ожогах от действия тока или электрической дуги	164

# **Виктор Александрович Барановский, Евгений Анатольевич Банников**

## **Электричество дома и на даче**

### **Введение**

Источниками электроэнергии являются электростанции, которые способны преобразовывать разные виды энергии в электрическую. По типам используемой энергии электростанции подразделяют на тепловые, атомные и гидроэлектростанции.

В тепловых электростанциях сжигаются уголь, нефть или природный газ. Получаемое при этом тепло превращает находящуюся в котлах воду в пар, который, в свою очередь, приводит во вращение роторы генераторов. В генераторах механическая энергия преобразуется в электрическую.

На атомных электростанциях процесс преобразования энергии пара в механическую, а затем в электрическую энергию аналогичен. Отличие лишь в том, что на атомных станциях топливом служат радиоактивные элементы, выделяющие тепло в ходе реакции распада.

На гидроэлектростанциях в электрическую энергию превращается энергия движущейся воды.

Существуют также ветряные и гелиоэлектростанции, геотермальные, приливные и др. (в электрическую энергию преобразуются движущиеся потоки воздуха, солнечное тепло и тепло подземных вод либо энергия морских приливов и отливов).

Тепловые электростанции подразделяют на конденсационные и теплофикационные.

На конденсационных электростанциях тепловая энергия полностью преобразуется в электрическую.

На теплофикационных электростанциях (их еще называют теплоэлектроцентралями (ТЭЦ)) тепловая энергия превращается в электрическую только частично, а в основном расходуется на снабжение предприятий и жилых домов паром и горячей водой. ТЭЦ сооружаются вблизи потребителей тепловой энергии. Конденсационные паротурбинные электростанции, как правило, строят у места добычи угля, торфа или горючих сланцев.

При строительстве гидроэлектростанций параллельно решаются задачи улучшения судоходства рек, орошения засушливых земель, водоснабжения и др.

В районах, где нет запасов топлива и рек с достаточными гидроэнергетическими ресурсами, вполне целесообразно сооружать атомные электростанции (АЭС). АЭС работают на ядерном топливе, которое потребляют в незначительном количестве.

Выработанная на станциях электроэнергия передается потребителям по линиям высокого напряжения (110 кВ и выше) через повышающие трансформаторные подстанции.

Для рационального распределения нагрузки между электростанциями, эффективного использования их мощностей, повышения надежности снабжения потребителей и отпуска им электрической энергии с оптимальными показателями по частоте и напряжению практикуется параллельная работа электростанций на общую электрическую сеть региональной энергетической системы, в состав которой входят электростанции, линии электропередачи, сетевые трансформаторные подстанции и тепловые сети, связанные общим режимом производства и распределения электрической и тепловой энергии. Многие такие системы объединяются в общую электрическую сеть и образуют крупные энергосистемы республик, краев и т. д.

Электрические сети служат для передачи и распределения электрической энергии от электростанций к потребителю и состоят из распределительных устройств (РУ) и воздушных или кабельных линий различного напряжения. Центром питания (ЦП) является распределительное устройство генераторного напряжения электростанции или РУ вторичного напряжения понижающей подстанции энергосистемы данного района.

Различают электрические сети постоянного и переменного тока. К сетям постоянного тока относятся сети электрифицированных железных дорог, метрополитена, трамвая, троллейбуса, некоторые сети химических, металлургических и других предприятий. Снабжение всех остальных объектов промышленности, сельского хозяйства, коммунального и бытового назначения ведется трехфазным переменным током частотой 50 Гц.

Электрическую энергию напряжением 6000, 10 000, 20 000 В вырабатывают турбодефис и гидрогенераторы. Передавать на большие расстояния электрическую энергию такого напряжения экономически нецелесообразно из-за значительных потерь. Поэтому на повышающих трансформаторных подстанциях, сооружаемых при электростанциях, ее повышают до 110, 220 и 500 кВ, а перед поступлением к потребителям на понижающих трансформаторных подстанциях понижают до 35, 10 и 6 кВ.

Снабжение электроэнергией промышленных предприятий и городов производится через РУ и подстанции, максимально приближенные к потребителям.

РУ служит для приема и распределения электрической энергии и содержит коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), устройства защиты, автоматики, измерительные приборы.

РУ бывают открытыми (ОРУ) (основное оборудование расположено на открытом воздухе) и закрытыми (ЭРУ) (оборудование располагают в помещении).

Электроустановка, служащая для преобразования и распределения электрической энергии, называется подстанцией и состоит из трансформаторов или других преобразователей энергии, РУ, устройств управления и вспомогательных сооружений. В зависимости от того, преобладают на ней трансформаторы или другие преобразователи энергии, подстанции называют трансформаторными (ТП) или преобразовательными.

Устройство, не входящее в состав подстанции и предназначенное для приема и распределения электрической энергии на одном напряжении без преобразования и трансформации, называют распределительным пунктом (РП).

Качество электрической энергии характеризуется постоянством частоты и стабильностью напряжения в пределах установленных норм. Частота задается электростанциями для всей энергосистемы в целом.

В зависимости от конфигурации сети уровень напряжения изменяется по мере приближения к потребителю, условий загрузки оборудования и расхода электрической энергии. Напряжения электросетей и электрооборудования стандартизованы.

## История электрификации

В «Истории физики» Ф. Розенберга 1890 года издания написано: «человек непосредственно слышит, говорит и осязает на самых далеких расстояниях, безошибочно развивает на этих расстояниях большие силы и производит тяжелые работы... электричество конкурирует со столь родственным ему светом и дает человеку основания надеяться, что он, в конце концов, может приблизиться к земному вездесущию». Эта мысль была сформулирована, когда механизацию представляли паровые машины, не было радио и телевидения, рентгеновских лучей. Тем не менее, дальнейший научно-технический прогресс связывали с электричеством, хотя многие уже тогда понимали, что абсолютных благ в природе не бывает и электричество – не исключение из этого правила.

Первым аргумент о вреде электричества в конкурентной борьбе за рынок сбыта этого самого электричества использовал Томас Альва Эдисон, который изобрел и сконструировал лампу накаливания, цоколи и патроны для лампочек, штепсельные розетки, выключатели, распределительные коробки, плавкие предохранители и рубильники. Он решил электрифицировать Нью-Йорк с помощью одной станции вместо установки динамо-машин с механическим приводом в каждом доме. В виде опыта центральную станцию сначала построили для одного небольшого района города: она давала постоянный ток напряжением 200 В для тысяч лампочек, обеспечивала энергией десятки пассажирских лифтов, сотни подъемников в домах.

Однако теория не воплощается в практику легко. Выяснилось, что передача тока при таком напряжении требует большого сечения кабелей и, стало быть, много меди для проводов, а потери в них были заметными. Из этого следовало, что в крупном городе нужно строить несколько станций, а городская земля стоит дорого, подвоз топлива к каждой станции стоит еще дороже и т. д. Тогда агенты Д. Вестингауза, который искал приложения миллионам долларов, полученным после изобретения воздушного тормоза для железнодорожных составов, скупил все американские патенты, связанные с переменным током, и Вестингауз начал строить большие электростанции за городом на дешевой земле, подавать электричество по высоковольтным линиям и, соответственно, продавать электроэнергию дешевле, чем это делал Эдисон.

В результате Эдисон оказался в очень сложном положении, так как собственных патентов на переменный ток у него не было. Тогда он заявил, что подавать в городские подземные кабели переменный ток – это все равно, что заливать под жилье нитроглицерин. Переменный ток подобен горной реке, низвергающейся в пропасть и сметающей на своем пути все живое, и вообще противен божественной природе человека. В последнем, кстати, Эдисон был прав, если иметь в виду ток достаточной силы.

В коридорах власти у Эдисона друзей было предостаточно, так что он без труда внес в сенат Вирджинии проект закона о запрещении переменного тока напряжением выше 200 В на территории этого штата, являвшегося оплотом рабовладельцев.

Эдисон произнес страстную речь и почти убедил вирджинских законодателей запретить переменный ток, но на заседании сената выступил нанятый Вестингаузом капитан Гарден, ветеран Гражданской войны, любимец генерала Ли, командующего южан. Кроме того, сенат заседал в столице штата – Ричмонде, где капитана знали и уважали. Гарден говорил так же страстно, как Эдисон, а завершил речь словами: «Заверяю вас, джентльмены, что даже ядра пушек северян, которые мы ни во что не ставили, куда опаснее переменного тока!». Этот аргумент провалил законопроект Эдисона.

Любопытная подробность: провода постоянного тока эдисоновских станций собирали на себя пыль, которая пачкала все кругом, а провода, по которым шел переменный ток, не

имели этой особенности. Однако Эдисон не сдавался. Он отправил по стране человека, который с помощью переносного трансформатора убивал бродячих кошек и собак, демонстрируя смертельную опасность переменного тока. В результате переменным током заинтересовалось федеральное правительство, которое переманило к себе агента Эдисона, попросив установить в нью-йоркской тюрьме Синг-Синг трансформатор мощностью побольше, чтобы хватало для убийства человека. Испытания прошли успешно, и законодательное собрание штата Нью-Йорк приняло закон о замене смертной казни через повешение умерщвлением на электрическом стуле.



## **Опасности электричества: настоящие, мнимые и неизученные**

Разговоры о вредном воздействии электромагнитных полей (ЭМП) начались в конце 20-х годов, когда появилась техника, работающая на сравнительно сильных токах в диапазоне высоких частот (ВЧ). А после войны всерьез занялись изучением биологического воздействия радаров, ВЧ-, УВЧ- и СВЧ-приборов. Все внимание было направлено на тепловое воздействие ультрадеци и сверхвысоких частот. Тепловая модель воздействия исходила из возможности недопустимого перегрева человеческого организма или отдельных органов в зоне действия ЭМП (эффект «человека в микроволновой печи»).

Если говорить о сравнительно низких частотах (от 50 Гц до сотен кГц), то общепринятая точка зрения была такова: плотность тока, наведенного в биологических тканях переменными магнитным и электрическим полями, должна быть существенно ниже плотности биотоков, текущих в живых тканях. Перегрев (как при СВЧ) был исключен. Все остальные эффекты, которые время от времени наблюдались, относили к артефактам – процессам, иногда возникающим при исследовании организма вследствие воздействия или обработки и в норме не свойственным ему.

Для возможного биологического действия постоянного ЭМП делали послабление и допускали, что постоянное электрическое поле оказывает какое-то действие на живые клетки, но напрочь отказывали в этом постоянному магнитному полю. Это аргументировали тем, что энергия взаимодействия магнитного поля с биологическими молекулами на несколько порядков меньше энергии теплового движения молекул.

Сегодня это мнение вызывает улыбку. Справедливости ради надо сказать, что идею воздействия слабых полей на организм в известной мере дискредитировали некоторые опубликованные в литературе данные магнитобиологических экспериментов, постановка которых не выдерживала критики.

В 1970-е годы специалисты вернулись к эффектам слабых и очень слабых магнитных и электрических полей на модельные физико-химические системы, биологические объекты и организм человека. Механизмы, вызывающие эти эффекты, «работают» на уровне молекул, а порой атомов, вследствие чего очень трудноуловимы. Тем не менее ученые экспериментально продемонстрировали и теоретически объяснили магнитные и спиновые эффекты. Выяснилось, что хотя энергия магнитного взаимодействия на несколько порядков меньше энергии теплового движения, но на той стадии реакции, где собственно все и происходит, тепловое движение не успевает помешать действию магнитного поля.

Это открытие заставляет по-новому взглянуть и на сам феномен жизни на Земле, которая возникла и развивалась в условиях геомагнитного поля. В лаборатории было показано влияние сравнительно слабых (на порядок-два выше геомагнитного) постоянных и переменных магнитных полей на выход первичной реакции фотосинтеза – фундамента всей экосистемы нашей планеты. Это влияние оказалось небольшим (меньше процента), но важно другое: доказательство его реального существования.

Второе важное открытие – наличие так называемых «окон чувствительности» живых и модельных физико-химических объектов на частоту и величину полей. В 1985 г впервые было установлено, что частоты «окон чувствительности» биологических объектов совпадают с циклотронными частотами в данном постоянном магнитном поле ионов ключевых молекул в тех или иных биохимических реакциях. Явление получило название биологического циклотронного резонанса.

Эксперименты показали, что эффект, производимый на циклотронной частоте переменным магнитным полем, определяется величиной его проекции на направление постоянного магнитного поля. Если направления полей перпендикулярны, то эффекты отсутствуют.

При малой величине постоянного магнитного поля биологический циклотронный резонанс может проявляться на низких частотах. Так, в геомагнитном поле Новосибирска и Якутска частота циклотронного резонанса близка к 50 Гц, т. е. к частоте переменного тока в сети. А для геомагнитного поля Москвы она ниже. В железобетонных домах частота циклотронного резонанса искажена.

Что все это означает на практике, в быту? Мы гладим электрическим утюгом и в те моменты, когда положение утюга и магнитного поля Земли создают положение, при котором ионы кальция в наших клетках приходят в состояние магнитного резонанса. Попросту говоря, начинают вести себя в клетках не так, как должны. Хорошо это или плохо, рассмотрим чуть позже, а сейчас обратим внимание на другое.

Телевизор, электрическая плита, стиральная машина, компьютер и остальные бытовые электроприборы, окружающие нас, при определенном положении относительно нашего тела (или нашего тела относительно приборов) могут влиять на электрохимические процессы, протекающие в клетках организма.

Это обстоятельство объясняет сложность изучения влияния слабых полей на живые организмы. Достаточно переставить стол с экспериментальной установкой, поменять ее ориентацию в пространстве, как опыты переставали получаться. В других лабораториях, где пытались повторить эксперименты, опубликованные в солидных журналах, сразу могло ничего не получиться! Тут не долго до обвинений коллег в шарлатанстве или научном подлоге.

Но читателя интересуют не проблемы ученых, а вопрос: хорошо или плохо жить при повышенном фоне электромагнитных полей?

Эволюционно все живое на Земле не приспособлено к быстрому повышению или резким колебаниям окружающих нас ЭМП. Возьмем для примера радиацию. Человек приспособился переживать громадные температурные скачки, невероятные уровни химического загрязнения окружающей среды, но против повышения радиоактивного фона у него защиты нет. У нас нет эволюционно сложившихся механизмов противодействия ионизирующей радиации. Нет у нас и механизмов нейтрализации электрических и магнитных полей, имеющих другие характеристики, нежели природные.

Как биологический вид человек до последнего времени существовал в условиях небольшого магнитного поля и в еще меньших по величине низкочастотных электромагнитных полях, основными источниками которых являются ближние и дальние электромагнитные импульсы, обусловленные грозами, и возмущения, возникающие в магнитосфере Земли при вторжениях в нее солнечной плазмы.

«Современное человечество, как и все живое, обитает в своеобразном электромагнитном океане, поведение которого определяется теперь не только естественными причинами, но и искусственным вмешательством. Нам нужны опытные лоцманы, досконально знающие скрытые течения этого океана, его отмели и острова. И требуются еще более строгие навигационные правила, помогающие оберегать путников от электромагнитных бурь», – так образно описал нынешнюю ситуацию один из первопроходцев отечественной магнитобиологии Ю.А. Холодов. Тем не менее кое-какие правила жизни в окружении телевизоров, утюгов, стиральных машин, персональных компьютеров, пейджеров и мобильных телефонов уже существуют. О них и поговорим.

В соответствии с международной классификацией источники электромагнитных полей (ЭМП) делят на две группы: от 0 до 3 кГц и от 3 кГц до 300 ГГц. В первую группу включают ЭМП в интервале частот от нуля до нескольких сотен тысяч Гц – поля воздушных

и кабельных линий электропередач, длинноволновых радиотрансляционных центров, электрифицированного транспорта и бытовой техники. Вторую группу составляют ЭМП высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот (0,3-30 триллионов Г) – системы сотовой связи, микроволновые печи и телевизионные передатчики.

Границы проектируемых в РФ санитарно-защитных зон ЛЭП до ближайшего жилья составляют для ЛЭП-750 не меньше 250 м, а для ЛЭП-1150 – 300 м. В некоторых странах с высокой плотностью населения жилые дома расположены даже под ЛЭП.

Считается, что основное воздействие обусловлено электрическим полем ЛЭП переменного тока, индуцирующим в теле человека ток смещения (емкостной). У нас допускается постоянное пребывание людей в поле напряженности меньше 0,5 кВ/м. При напряженности поля в 2-4 раза выше и частоте 50 Гц ток смещения не превышает полтора-трех десятков микроампер и у человека не будет возникать никаких неприятных ощущений. Но стоит прикоснуться к автомобилю, который стоит рядом с ЛЭП, и вас слегка «дернет». Металлическая крыша дома экранирует от переменного электрического поля только в том случае, если она заземлена. Неметаллическую крышу покрывают металлической сеткой и заземляют.

На проводах высоковольтных воздушных ЛЭП напряжение близко к порогу коронного разряда в воздухе. При ненастной погоде возникающий коронный разряд сбрасывает с ЛЭП переменного тока в атмосферу облака ионов разного знака, заряды которых не компенсируют друг друга. Даже вдали от ЛЭП электрическое поле, создаваемое ионным облаком на земной поверхности, может превышать естественное электрическое поле Земли и предельно допустимые уровни (ПДУ).

Американский исследователь Луиза Юнг предложила оригинальный способ демонстрации коронного разряда на ЛЭП. Если ночью подойти к ЛЭП с флуоресцентной лампой дневного света, то при наличии коронного разряда лампа начнет светиться сверхъестественным светом, причем при порывах ветра свет внутри лампы будет колебаться подобно пламени свечи.

Еще один источник электромагнитного загрязнения – длинноволновые радиопередающие центры. Когда-то их размещали в зонах жилой застройки. В 20-30-х годах прошлого века в московских домах, расположенных вокруг радиостанции имени Коминтерна, которая вещала на длине волны 2 км, можно было провести такой опыт. Если на рамку намотать около сотни витков проволоки и присоединить к концам лампочку от карманного фонарика, то она загоралась. Простой расчет показывает, что для этого напряженность магнитного поля должна составлять никак не меньше нескольких А/м. Сейчас во многих странах это предельно допустимый уровень для 8-часового рабочего дня.

Радиоволны большой длины «накрывают» большее пространство. Известно, что электрическую составляющую волны экранируют стены зданий, но магнитную они ослабляют мало.

В штате Мэн в свое время была развернута система радиосвязи с подводными лодками, находящимися в океане. Морская вода сильно поглощает радиоволны, но чем длина волны больше, тем поглощение меньше. По этой причине связь вели на частоте 15 Гц, т. е. на длине волны 20 тысяч км. Так как излучаемая антенной мощность пропорциональна кубу отношения ее размеров к длине волны, то антенны пришлось протянуть почти через весь штат.

Но местным жителям крупно повезло: в геомагнитном поле штата частоты биологического циклотронного резонанса (он тогда еще не был открыт) значимых для организма ионов заметно отличаются от 15 Гц. А вот жителям домов возле Октябрьского РПЦ Москвы повезло гораздо меньше. По данным Института медицины труда РАМН, часть домов оказалась в зоне ограничения застройки, где превышены ПДУ. Мало успокоительного можно сказать и жителям многих других домов в Москве, особенно расположенных вблизи Останкинского телецентра.

Проблему составляют ведомственные и частные РПЦ, которые в последние годы растут как грибы. На фоне РПЦ антенны базовых станций сотовой телефонной связи вносят незначительный вклад в электромагнитное загрязнение городских улиц.

Еще одна тема для разговора – транспорт на электроприводе, который служит источником электрических и магнитных полей в диапазоне частот от 0 до 1 кГц. Железнодорожный транспорт использует переменный ток, городской (троллейбусы, трамваи, метро) – постоянный. Средние значения магнитного поля в пригородных электропоездах составляют около 20 мкТл, на транспорте с приводом постоянного тока – около 30 мкТл. У трамваев, где рельсы являются обратным проводом, магнитные поля компенсируют друг друга на гораздо большем расстоянии, чем у проводов троллейбуса, внутри которого колебания магнитного поля невелики даже при разгоне. В этом отношении троллейбус экологичнее трамвая.

Среди транспортных средств на электрической энергии самые большие колебания магнитного поля наблюдаются в метро. На станции «Университет» при отправлении состава величина магнитного поля на платформе составляет 50-100 мкТл и больше, превышая геомагнитное поле, особенно его горизонтальную составляющую, и даже меняя направление. И даже когда поезд давно исчезал в тоннеле, магнитное поле никак не желало вернуться к прежнему значению. Лишь после того, как состав проходил следующую точку подключения к контактному рельсу или шел накатом, магнитное поле на платформе возвращалось к старому значению.

В самом вагоне метро магнитное поле еще выше – 150-200 мкТл, т. е. в 10 раз выше, чем в обычной наземной электричке.

Электромагнитные поля в наших домах можно условно разделить на две категории: поля электротехнического оборудования здания и поля бытовой техники внутри квартир.

Электрическое поле от внешнего электротехнического оборудования в жилых домах, которое создают силовые трансформаторы на лестнице, кабельные линии в подъезде и т. д., обычно невелико –  $1\div 10$  В/м, т. е. ниже ПДУ – 500 В/м. Но магнитное поле от него часто превышает магнитное ПДУ (0,2 мкТл). В каждом конкретном случае все зависит от планировки дома и квартиры.

Ощутимый вклад в переменное электрическое поле в помещении вносит внутренняя проводка, которая действует как антенна, излучающая на частоте 50 Гц. Так, бытовые выключатели однополюсные и разрывают цепь только одного провода. Следовательно, выключив настольную лампу, мы тем самым сводим к нулю и магнитное поле от соответствующего участка проводки. Но оно и так невелико, поскольку токи в двухжильном проводе текут в противоположных направлениях и их магнитные поля вычитаются друг из друга. Однако суммарное электрическое поле двухжильного провода после щелчка выключателя может возрасти, если разорвана цепь нулевого провода, а второй провод остается под напряжением. Такая ситуация встречается часто, потому что когда монтируют настенные выключатели или подсоединяют к штепсельным розеткам электроприборы с собственными выключателями, мало кто задумывается, какой из проводов нулевой.

Магнитное поле от стандартных бытовых электроплит на расстоянии 20-30 см от передней панели, где обычно стоит хозяйка, составляет 1-3 мкТл (показатель зависит от модификации и состояния плиты). У конфорок магнитное поле, естественно, больше. Но на расстоянии 50 см оно уже неотличимо от общего поля в кухне, которое составляет примерно 0,1-0,15 мкТл.

Магнитные поля от холодильников и морозильников невелики. По данным Центра электромагнитной безопасности, у обычного бытового холодильника поле выше ПДУ (0,2 мкТл) возникает в радиусе 10 см от компрессора и только во время его работы, но у холодильников, оснащенных системой «no frost», превышение ПДУ можно зафиксировать даже на расстоянии 1 м от дверцы холодильника.

Малыми являются поля от мощных электрических чайников. Так, на расстоянии 20 см от чайника «Tefal» поле составляет около 0,6 мкТл, а на расстоянии 50 см оно неотличимо от общего фона ЭМП в помещении кухни. У утюгов поле выше 0,2 мкТл обнаруживается на расстоянии 25 см от ручки и только в режиме нагрева.

Достаточно большими можно назвать поля стиральных машин. Даже у малогабаритных машин поле на частоте 50 Гц у пульта управления составляет более 10 мкТл, на высоте 1 м – 1 мкТл, сбоку, на расстоянии 50 см, – 0,7 мкТл. Правда, большая стирка – явление не столь частое, кроме того, при работе автоматической или полуавтоматической стиральной машины хозяйка может отойти подальше или вообще выйти из помещения, где ведется стирка.

Еще большее поле создает во время работы пылесос – порядка 100 мкТл.

Рекордсменом среди бытовой техники в интересующем нас отношении является маленькая электробритва, поле которой измеряется сотнями мкТл.

Самые знаменитые ЭМП в квартире – это поля персональных компьютеров. По своему устройству и по создаваемым полям компьютеры близки к телевизионным и радиоприемникам, видео- и аудиоманитофонам, музыкальным центрам и другой технике, которую встретишь сегодня почти в каждом доме.

Монитор компьютера – это источник как постоянного, так и переменного электрических полей. Первое нежелательно из-за прямого биологического действия, второе – как фактор, влияющий на баланс аэроионов в помещении. Напряженность статического электрического поля непосредственно возле экрана электронно-лучевых трубок мониторов в относительно сухом воздухе может достигать нескольких сот кВ/м. На расстоянии 40-50 см оно меньше: от десятков до единиц кВ/м, но и в этом случае все равно выше ПДУ.

Кроме электрической компоненты компьютерного ЭМП, есть еще и магнитная. В телевизорах и мониторах магнитные поля обусловлены в основном работой систем кадровой и строчной развертки, не имеют ярко выраженной направленности и примерно одинаковы перед экранами: под углами 45, 90 и 180° к ним.

У портативных компьютеров типа «Ноутбук» электронно-лучевая трубка заменена жидкокристаллическим экраном, но переменное магнитное поле от других элементов по-прежнему присутствует, а держат ноутбук во время работы гораздо ближе к себе, чем стационарный компьютер. В итоге для большинства ноутбуков разных моделей рекомендации по уровням магнитных полей не выполняются.

Нельзя обойти вниманием самые одиозные источники электромагнитного загрязнения на высоких, ультравысоких и сверхвысоких частотах – СВЧ-печи и радиотелефоны (мобильники), работающие в диапазоне 0,3-3 ГГц.

В силу принципа своей работы СВЧ-печи служат мощнейшим источником излучения. По этой причине их конструкция предполагает наличие соответствующей экранировки, а время работы относительно мало – пища разогревается или готовится быстро. И все же находиться рядом с включенной микроволновкой не стоит. На расстоянии 30 см она создает заметное переменное (50 Гц) магнитное поле (0,378 мкТл), так что лучше отойти на метр-два, где, как показывают замеры, величина плотности потока энергии ниже санитарно-гигиенических норм.

Частота мобильных ниже, чем у СВЧ-печей, и зависит от типа системы. Во многих странах изучают эффекты излучения радиотелефонов сотовой связи и на животных, и на добровольцах. Снимают энцефалограммы, фиксируют величину суммарного кровотока головного мозга, изменения в сердечно-сосудистой и дыхательной деятельности, гормональной системе, изучают влияние на когнитивные (познавательные) функции, сон и т. д.

Большинство исследований биоэлектрической активности головного мозга до сих пор отмечают только такие изменения, которые можно отнести на счет неспецифической защит-

ной реакции организма в ответ на неприятное, но слабое по своей биологической значимости воздействие. Отсутствие достоверных изменений свидетельствует о подпороговом характере изменений. Однако то, что изменения особенно четко регистрировали после прекращения облучения, означает, что какое-то влияние все-таки существует и эффект действия есть.

В ходе исследований был открыт любопытный феномен. Оказалось, что на человека электромагнитные поля высоких частот, модулированные по амплитуде, могут производить существенно большее биологическое действие, чем немодулированные. Это означает следующее: если просто держать включенный мобильник возле уха, его действие одно, а если на другом конце кто-то начнет говорить или просто издавать какие-то звуки (модулировать ЭМП по амплитуде), то действие будет уже другое, причем заметно большее. Из этого следует, что говорить самому полезнее для здоровья, чем слушать.

В целом можно сказать, что вопросов пока больше, чем ответов, и каждый сам может решать, что для него выгоднее и полезнее – пользоваться всеми благами Цивилизации или оставаться в Каменном веке. Правда, последнее у человека вряд ли получится, по крайней мере в обжитых местах.

# Глава 1. Основы электромонтажных работ

## Общие сведения

При сборке и установке электротехнических устройств выполняются электромонтажные работы, под которыми надо понимать кабельные и воздушные линии, закрытые и открытые подстанции, силовое и осветительное оборудование и т. д.

Производство и организация электромонтажных работ подразумевает соблюдение требований системы нормативных документов в строительстве и системы стандартизации. Основными документами системы нормативных документов являются Строительные нормы и правила (СНиП), Правила устройства электроустановок (ПУЭ), правила противопожарной охраны, техники безопасности, ведомственные инструкции, а также инструкции заводов – изготовителей электрооборудования. Монтаж электротехнических устройств ведут в соответствии с рабочими чертежами и по соответствующей документации заводов – изготовителей технологического оборудования.

При производстве электромонтажные и электроремонтные работы оперируют следующими понятиями:

– **напряжение.**

Для передачи электроэнергии на значительные расстояния пользуются напряжением в несколько десятков и даже сотен тысяч вольт. В большинстве случаев в быту применяют электроэнергию напряжением 220 В. По сравнению с напряжением сетей электросистем (6-220 кВ) и высоковольтных линий электропередач (330-750 кВ) напряжение 220 В невелико, поэтому его иногда называют низким напряжением, хотя «низкое» не означает «безопасное»: из-за нарушения правил эксплуатации оборудования и приборов возможны опасные для жизни травмы. Если прикоснуться к оголенным проводам или другим токоведущим частям, находящимся под напряжением 220 В, через тело человека пройдет электрический ток, что может привести в том числе смертельному исходу.

Для безопасного пользования электричеством в стесненных условиях (подвалы и т. п.) и при повышенной опасности поражения током применяют малое напряжение – 12 или 36-42 В.

Напряжение 12 В считают безопасным, а 36-42 В в помещениях с токопроводящими (земляными, цементными) полами или стенами допускается лишь для подключения стационарно установленных светильников в защитном исполнении. В гаражах и других хозяйственных помещениях с непроводящими полами и стенами из камня, бетона или отделанными изнутри непроводящими материалами напряжение до 42 В можно применять для электроинструмента и переносных светильников с защищенной лампой.

Для получения малого напряжения используют специальные трансформаторы, например трансформатор для хозяйственных нужд напряжением 220/36 или 220/12 В.

– **отклонение напряжения.**

Прохождение электрического тока по проводам сопровождается потерями, в результате чего в конце линии напряжение оказывается несколько меньшим, чем в начале. Чтобы всем потребителям, присоединенным к линии, подать электроэнергию с надежным уровнем напряжения, в начале линии на трансформаторной подстанции (ТП) его приходится повышать на 5-8 % относительно номинального 380/220 В. В сельской местности согласно нормам качества электрической энергии для большинства потребителей допускается отклонение напряжения до 7,5 % номинала.

Другими словами, при номинальном значении напряжения 220 В у сельского потребителя в действительности напряжение может быть от 200 до 240 В. При этом предполагается, что электроприемники, предназначенные для напряжения 220 В, должны действовать удовлетворительно. Для электродвигателей и светильников с люминесцентными лампами в этом отношении трудностей обычно не возникает ввиду их малой чувствительности к отклонениям напряжения.

У электронагревательных приборов при понижении напряжения заметно падает теплопроизводительность, а при повышении – сокращается срок службы. Полупроводниковые приборы (телевизоры, звуковоспроизводящие аппараты, бытовая оргтехника и пр.) при отклонениях напряжения могут стать неработоспособными. Иногда в аппаратуру встраиваются устройства стабилизации напряжения, обеспечивающие нечувствительность к отклонениям напряжения в достаточно широких пределах. Если в инструкции никаких данных о допустимых отклонениях напряжения нет, предполагается допустимое отклонение 5 % и считается, что электроприемник должен исправно действовать при напряжении 210-230 В.

В сельской местности напряжение у потребителей нередко выходит за указанные пределы, поэтому приходится применять специальные автотрансформаторы или стабилизаторы напряжения. Их выбирают по мощности электроприемника, которая требует стабилизированного напряжения.

Весьма заметно отклонения напряжения влияют на электрические лампы накаливания: при уменьшении напряжения существенно снижается их световой поток, а при увеличении – сокращается срок службы. Для повышения эффективности ламп накаливания их выпускают напряжением от 215-225 до 235-245 В.

Лампы с маркировкой 220-230 В предназначены для работы при малых отклонениях напряжения. Если они служат менее года, следует применять лампы на 230-240 или 235-245 В, а когда при круглогодичной эксплуатации срок их службы превышает два года, надо пользоваться лампами с маркировкой 215-225 В.

#### **– мощность.**

В быту применяются электроприемники мощностью от долей ватта (зарядные устройства) до нескольких тысяч ватт (напольные электроплиты). Мощность, фактически потребляемая электроприемником из сети, не всегда соответствует его номинальной мощности, которая указана на маркировке. Мощность, потребляемая лампами накаливания и электронагревательными приборами, существенно зависит от напряжения: если его значение на 5-7 % выше номинального, мощность также увеличится, но на 10-15 %, а при понижении напряжения соответственно уменьшится. Для механического электроинструмента и электронасосов потребляемая мощность зависит в основном от усилия, которое они преодолевают во время работы и не должна превышать номинальную.

#### **– сила электрического тока.**

Значение силы тока в проводах определяется мощностью присоединенных к ним электроприемников. Чтобы определить силу тока для однофазных приемников, потребляемую мощность в ваттах делят на приложенное к ним напряжение в вольтах и на коэффициент мощности – безразмерную величину, которая не превышает единицу. Для ламп накаливания и электронагревательных приборов коэффициент мощности равен единице, а для электродвигателей и трансформаторов он всегда меньше. Его значение зависит не только от конструкции машины или аппарата, но и от условий их работы. Обычно коэффициент мощности стремятся довести до 0,9-0,92, но встречаются электроприемники, у которых его значение близко к 0,6. Что это значит для потребителя, который оплачивает электроэнергию? Чем ниже коэффициент мощности, тем больший ток протекает по проводам, следовательно, возрастают потери энергии в проводах. Для повышения коэффициента мощности применяют конденсаторы, подключаемые параллельно нагрузке.



Ток в проводах рассчитывают, полагая мощность электроприемников и приложенное к ним напряжение номинальными. При этом возможно расхождение силы тока с ее фактическим значением. Например, при номинальном напряжении 220 В лампа мощностью 100 Вт потребляет ток 0,45 А; при напряжении 250 В мощность той же лампы составит примерно 120 Вт, а ток – 0,5 А; при напряжении 200 В соответственно 80 Вт и 0,4 А, т. е. при отклонениях напряжения погрешность в определении силы тока не превысит 12 %.

– *электрическая нагрузка.*

Наибольшее значение силы тока, длительно (30 мин. и более) проходящего по проводу, считают его электрической нагрузкой. Приведем значения силы тока для электрических ламп накаливания, электронагревательных приборов и других электроприемников с коэффициентом мощности, равным единице, при номинальном напряжении 220 В (табл. 1).

Таблица 1

Номинальная мощность электроприемника, Вт	15	40	60	100	250	600	1500
Сила тока, А	0,07	0,18	0,27	0,45	1,14	2,73	6,81

Если надо подсчитать электрическую нагрузку нескольких электроприемников, можно суммировать их номинальные токи, когда у всех электроприемников коэффициент мощности одинаков или достаточно близок к единице. Если это не так, находят усредненное значение коэффициента мощности (приблизительно можно принять 0,8-0,9) и вычисляют силу тока, исходя из суммы номинальных мощностей.

Электрическую нагрузку на фазный провод от трехфазного электроприемника подсчитывают, исходя из того, что на каждую фазу приходится одна треть мощности и что фазное напряжение в 1,73 раза меньше линейного: мощность трехфазного электроприемника делят на номинальное линейное напряжение, коэффициент мощности и на 1,73.

Потребители, пользующиеся трехфазным током, одну из фаз выделяют для питания однофазных электроприемников. Силу тока в этом фазном проводе находят, суммируя нагрузки трех- и однофазных электроприемников. На ток в других фазных проводах однофазные электроприемники не влияют, но они определяют ток в нулевом проводе. Если включены только трехфазные электроприемники, то тока в нулевом проводе нет.

– *электрическое сопротивление.*

Если к электроприемнику приложено напряжение 220 В и при этом протекает ток силой 1 А, то сопротивление цепи составляет 220 Ом. Если сопротивление увеличить, сила тока пропорционально уменьшится. Пользуясь зависимостью между силой тока и номинальной мощностью, вычислим, что сопротивление электроприемника на 220 В мощностью 15 Вт составляет 3200 Ом, а сопротивление электроприемника мощностью 1500 Вт – лишь 32 Ом.

Сопротивление проводов электрической сети обычно находится в пределах от долей ома до 1/2 Ом.

Нагрев проводов электрическим током зависит от сопротивления и силы тока. Если электрическое соединение сделано небрежно (недостаточно затянуты винты, слабо скручены провода или плохо зачищена изоляция), его сопротивление оказывается больше, чем при качественном исполнении, возникает опасный перегрев и появляется вероятность возгорания.

При коротком замыкании напряжение сети приложено к замкнутым между собой проводам (сопротивление малое) и сила тока достигает сотен ампер, что в несколько раз превосходит допустимое значение. Если при этом не приняты необходимые меры защиты, возникает опасность возгорания проводов вследствие их чрезмерного разогрева.

– *электрическая энергия*.

Измеряют при помощи электросчетчиков. Если мощность электроприемников составляет 1 кВт, то за 1 ч работы будет израсходован 1 кВт·ч. Такое же количество электроэнергии электроприемники мощностью 500 Вт (0,5 кВт) израсходуют за 2 ч, а электролампы мощностью 25 Вт почти за двое суток (40 ч), т. е. расход электроэнергии в киловатт-часах определяется произведением потребляемой мощности в киловаттах на время работы в часах.

## Виды электропроводок. Характеристика и схемы электропроводок

По требованиям безопасности электроустановки подразделяются на 2 группы: напряжением до 1000 В и выше 1000 В.

Элементами электроустановок являются вводные устройства от линии электропередачи 0,4 кВ к источнику потребления, наружные и внутренние электропроводки, а также приемники электрической энергии, т. е. нагревательные, осветительные, хозяйственные приборы и др.

Все электроустановки, независимо от места их расположения, сооружаются, монтируются и эксплуатируются в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), Строительными нормами и правилами (СНиП), Правилами техники безопасности (ПТБ), Правилами пользования электрической и тепловой энергией, Правилами пожарной безопасности, а также инструкциями заводов – изготовителей бытовой и хозяйственной техники.

В электротехнической литературе применяются специальные термины, понятия и определения.

Для обозначения обязательности выполнения требований ПУЭ применяют слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них.

**Групповая сеть** – сеть, питающая светильники и розетки.

**Двойная изоляция электроприемника** – совокупность рабочей и защитной (дополнительной) изоляции, при которой доступные прикосновению части электроприемника не приобретают опасного напряжения при повреждении только рабочей или только защитной (дополнительной) изоляции.

**Двойная изоляция проводов и кабелей** – в обиходе неправильное название защищенных проводов и кабелей, которые имеют два слоя покрытий. Один слой – изоляция токоведущих жил, второй – оболочка, которая служит для защиты от внешних воздействий и для герметизации и не является изоляцией.

**Допускается** – данное решение применяется в виде исключения как вынужденное (вследствие естественных условий, ограниченных ресурсов необходимого оборудования, материалов и т. п.).

**Заземление** – преднамеренное электрическое соединение части электроустановки с заземляющим устройством.

**Зануление** в электроустановках напряжением до 1 кВ – преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока.

**Заземляющее устройство** – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Замыкание на землю** – случайное соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с конструктивными частями, не изолированными от земли, или непосредственно с землей.

**Замыкание на корпус** – случайное соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с их конструктивными частями, нормально не находящимися под напряжением.

**Изолятор** – электрическое устройство для изоляции частей электрооборудования, находящихся под разными электрическими потенциалами, и предупреждения открытого замыкания на землю, корпус, сооружение.

**Как правило** – данное требование является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано.

**Квалифицированный обслуживающий персонал** – специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы, и имеющие квалифицированную группу по технике безопасности, предусмотренную Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

**Не более**– значения величин являются наибольшими.

**Не менее**– значения величин являются наименьшими.

**Потребитель электрической энергии**– предприятие, организация, учреждение, объект, площадка, квартира и т. д., присоединенные к электрическим сетям и использующие энергию с помощью имеющихся приемников.

**Приемник электрической энергии (электроприемником)** – установка или прибор, предназначенный для приема и использования электрической энергии.

**Электроустановочные изделия**– общее название патронов, выключателей, переключателей, штепсельных розеток, вилок, предохранителей и т. п.

**Электропроводка**– совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями, установленными в соответствии с Правилами устройства электроустановок.

В зависимости от назначения и исполнения все электроустановки подразделяются на несколько групп. Те, которые приводят в действие насосы и другое технологическое оборудование, называются **силовыми**, а предназначенные для освещения, подключения бытовых электроприборов – **осветительными**.

По степени защиты от внешней среды они подразделяются на открытые (находящиеся на открытом воздухе) и закрытые (находящиеся в помещении). Электроустановки бывают стационарными и передвижными.

Дома (виллы, коттеджи, дачные домики) бывают:

- ♦ одно– и двухэтажные;
- ♦ с мансардами, верандами и без них;
- ♦ с погребами, подвалами и без них;
- ♦ неотапливаемые и отапливаемые;
- ♦ кирпичные, деревянные, из гипсоблоков и т. п.

В домах и коттеджах владельцы и члены их семей проживают постоянно, а на садово-огородных участках, или дачах, находятся чаще всего сезонно.

С учетом указываемых условий помещения классифицируются по степени возгораемости строительных материалов и конструкций, условиям окружающей среды и степени поражения людей электрическим током.

В соответствии с противопожарными требованиями СНиП стройматериалы и конструкции по степени возгораемости подразделяются на три группы: сгораемые, трудносгораемые и несгораемые.

**К несгораемым** относятся все естественные и искусственные неорганические материалы, применяемые в строительстве; металлы; гипсовые и гипсоволокнистые плиты при содержании в них органического вещества до 8 % по массе; минераловатные плиты на синтетической, крахмальной или битумной связке при содержании ее до 6 % по массе.

**К трудносгораемым** относятся материалы, состоящие из несгораемых и сгораемых компонентов, например асфальтный бетон; гипсовые и бетонные материалы, содержащие более 8 % по массе органического заполнителя; минераловатные плиты на битумной связке при содержании ее 7?15 %; глиносоломенные материалы плотностью не менее 900 кг/м<sup>3</sup>; войлок, вымоченный в глиняном растворе; древесина, подвергнутая глубокой пропитке антипиренами; цементный фибролит; полимерные материалы.

**К сгораемым** относят все органические материалы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к несгораемым или трудносгораемым материалам.

Согласно ПУЭ помещения, в которых применяются осветительные и силовые электроустановки, различные электроприборы, механизмы с электрическим приводом и т. п., подразделяются на сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, помещения с химически активной средой, пожаро- и взрывоопасные.

**Сухими** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 %.

**Нормальными** называются сухие помещения, если отсутствуют условия «особо сырые, жаркие, пыльные».

**Влажными** – те, в которых относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %. Пары или конденсирующая влага в них выделяются временно и в небольших количествах.

**К сырým** относят помещения, в которых влажность воздуха длительное время превышает 75 %, **к особо сырým** – те, где относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

Так, садовые домики и другие помещения, в которых люди проживают временно и которые постоянно не отапливаются, должны относиться к категории «влажные» или «сырые».

В частном секторе помещения по устройству электроустановок могут быть сухими, влажными, сырými, особо сырými и пожароопасными.

В отношении опасности поражения людей электрическим током помещения в зависимости от сочетания определенных условий окружающей среды (влажность, температура, токопроводящие полы и др.) подразделяются:

1) на помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;

2) помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного или нескольких условий, создающих повышенную опасность: сырости или токопроводящей пыли, токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.), высокой температуры, возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, аппаратам и механизмам с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой;

3) особо опасные помещения – характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особо сырые помещения, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Схемы электропроводок на планах коттеджей и садовых домиков выполняются для каждого этажа в масштабе 1:100 или 1:200, наружной электропроводки на территории – в масштабе 1:500 или 1:1000. Светильники, выключатели, штепсельные розетки, электрические проводки, аппараты защиты на чертежах планов обозначаются условными знаками.

Электропроводку на планах наносят в однолинейном исполнении. Возле линий указывают марку и сечение провода или кабеля, условно обозначают способ прокладки. Например, Т – в металлических трубах, П – в пластмассовых трубах, Мр – в гибких металлических рукавах, И – на изоляторах, Р – на роликах, Тс – на тросах. Число проводов, жил в проводе и площадь их сечения показывают в виде произведения. Обозначение ПВ 2 (1х2,5) расшифровывают так: два одножильных провода марки ПВ сечением токоведущей жилы 2,5 мм<sup>2</sup>. Число проводов в количестве более двух также обозначают засечками под углом 45° к линии.

У светильников дробью указывают в числителе мощность лампы (Вт), в знаменателе – высоту подвеса над полом (м). Приемник электрической энергии также обозначают дробью: числитель указывает номер по плану, а знаменатель – номинальную мощность (кВт).

В качестве примера на рис. 1 дана схема жилого дома и блока хозяйственных построек.

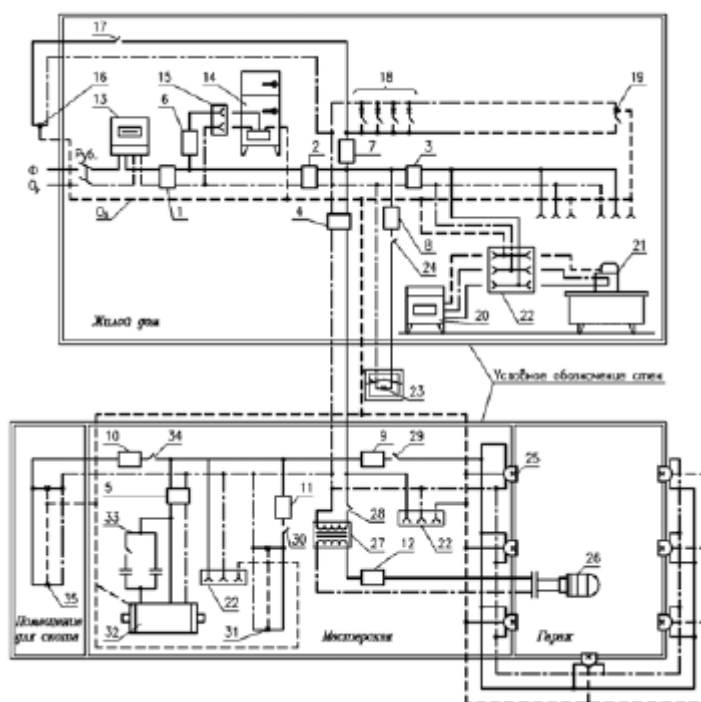


Рис. 1. Электросхема жилого дома и блока хозяйственных построек:

$\Phi$  – фазный провод (сплошная линия),  $O_p$  – нулевой рабочий проводник (линия точечтире),  $O_z$  – нулевой защитный проводник (пунктирная линия), Руб. – рубильник, 1 – автоматический выключатель АП50-2МТ (ток номин. 25 А, ток уставки 25 А), 2 – автоматический выключатель АП50-2МТ (ток номин. 25 А, ток уставки 24 А), 3 – автоматический выключатель АП50-2МТ (ток номин. 10 А, ток уставки 8 А), 4 – автоматический выключатель АП50-2МТ (ток номин. 25 А, ток уставки 12 А), 5 – автоматический выключатель АП50-2МТ (ток номин. 10 А, ток уставки 10 А), 6-12 – автоматический выключатель ПАР (ток номин. 6,3 А), 13 – счетчик, 14 – холодильник, 15 – однополюсная розетка без зануления, 16 – светильник входного крыльца, 17 – выключатель светильника, 18 – светильники, установленные в жилых помещениях дома, в т. ч. в коридоре и ванной комнате, 19 – светильник, установленный в котельной, 20 – стиральная машина, 21 – утюг, 22 – однополюсная розетка с занулением, 23 – светильник, установленный перед блоком хозяйственных построек, 24 – выключатель светильника, 25 – светильники освещения гаража, 26 – переносная лампа, 27 – трансформатор 220/12 В, 28 – выключатель переносной лампы, 29 – выключатель освещения гаража, 30 – выключатель освещения мастерской, 31 – светильники мастерской, 32 – трехфазный электродвигатель, 33 – конденсаторное устройство, 34 – выключатель освещения помещения для скота, 35 – светильники помещения для скота

Электропроводки делят на открытые и скрытые.

**Открытая электропроводка** прокладывается по поверхности стен, потолков, на струнах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках, в электротехнических плинтусах и наличниках. Может быть стационарной, передвижной или переносной.

**Скрытая электропроводка** прокладывается внутри конструктивных элементов зданий и сооружений: в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях, по перекрытиям в подготовке пола, под съемным полом и т. п., а также в трубах, гибких металлических рукавах, коробах, замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, может быть замоноличенной в строительные конструкции при их изготовлении.

С целью сокращения сроков монтажа электрических сетей применяют магистральные, распределительные, троллейные и осветительные шинопроводы.

**Шинопровод** – комплектная электрическая сеть. Состоит из отдельных секций, соединяемых сваркой, болтовыми или штепсельными соединениями, а также из кожухов и материалов для изоляции мест стыков и конструкций для крепления кронштейнов, стоек, подвесок. Секции шинопроводов изготавливаются прямыми и фасонными для сборки электрической сети любой конфигурации.

**Открытые проводки** прокладывают в коробах или на лотках. В этом случае сокращается расход стальных труб, почти в два раза повышается производительность труда, улучшается эстетический вид.

Кабели с пластмассовой оболочкой прокладывают в коробах вплотную друг к другу в один или несколько слоев, а также пучками. Сумма площадей поперечных сечений кабелей, прокладываемых в одном коробе, включая контрольные и резервные, не должна превышать 40 % внутреннего поперечного сечения короба.

На лотках прокладывают кабели сечением жил до  $16 \text{ мм}^2$  (можно прокладывать и кабели больших сечений, если их трассы совпадают с трассами кабелей сечения до  $16 \text{ мм}^2$ ) в один слой с расстоянием в свету около 5 мм и пучками в один слой (ряд) с расстояниями между пучками в свету около 20 мм или многослойно.

Пучки кабелей скрепляют бандажами на расстоянии не более 1,5 м между ними на горизонтальных прямолинейных участках трассы. При вертикальной прокладке расстояние между креплениями должно быть не более 1 м. К лоткам кабели закрепляют на расстоянии не более 0,5 м до и после их поворота или ответвления.

В зависимости от способов прокладки кабелей в коробах или лотках (многослойная, пучками и т. д.) вводят коэффициенты снижения электрической нагрузки на эти кабели.

**Тросовыми электропроводами** называют электропроводки, выполненные специальными проводами с встроенным в них стальным несущим тросом, а также проводки, выполненные установочными изолированными проводами или кабелями, свободно подвешенными или жестко закрепленными на отдельных стальных несущих тросах.

Специальные коробки используют при ответвлении на тросовых проводах, в которых предусматривается запас троса и проводов, необходимый для присоединения отходящей линии.

Натяжные муфты, анкеры, зажимы и т. д. применяют для монтажа тросовых проводок.

Скрытую электропроводку применяют в крупнопанельных жилых домах при монтаже в замоноличенных пластмассовых трубах, коробах и закладных элементах, которые устанавливают в строительные конструкции на заводах. Пакеты проводов предварительно заготавливают на технологических линиях мастерских электромонтажных заготовки доставляют в контейнерах на объекты. Там готовые пакеты проводов затягивают в трубы до выполнения отделочных работ. Потом в закладных элементах устанавливают штепсельные розетки и выключатели.

Одно из главных электротехнических устройств – электропроводка. В состав установки для искусственного освещения входят источники света, осветительная арматура, пускорегулирующие устройства, электропроводки и РУ с аппаратами защиты и управления.

**Осветительной арматурой** называют устройство, обеспечивающее установку источника света, его защиту от внешних воздействий, перераспределение светового потока и экранирование избыточной яркости. Осветительная арматура состоит из корпуса, лампового держателя (патрона), оптической системы (отражателя, рассеивателя), подвески и проводов для присоединения к электропроводке.

Осветительную арматуру с лампой называют **светильником**.

Устанавливают светильники непосредственно на строительных основаниях сооружений или на кронштейнах, тросах, крюках, шпильках и т. д.

Из светильников монтируют блоки, световые линии, установленные на шинопроводах, коробах, специальных перфорированных профилях. Присоединение к магистралям ответвлений проводов производят опрессовкой, сваркой, сжимами и т. д.



## Распределение электроэнергии

**Наружные сети.** К квартире, индивидуальному дому вилле или дачному домику электрическая энергия подводится при номинальном напряжении 220 В по отходящим линиям распределительной сети, которые берут начало на трансформаторной подстанции (ТП). К ТП электроэнергию подают в большинстве случаев трехфазным током по трехпроводным высоковольтным линиям при напряжении от 6 до 35 кВ, а отводят по трехфазным четырехпроводным: три провода фазных, четвертый – нулевой или нейтральный. В городах линии прокладывают кабелями в земле, в сельской местности – воздушными линиями (ВЛ). При этом неизолированные провода монтируют на фарфоровых или стеклянных изоляторах, укрепленных на деревянных, железобетонных или металлических опорах. Если вдоль ВЛ предусматривают уличное освещение, прокладывают еще один («фонарный») провод. Его монтируют на опорах отходящей ВЛ, в результате получается пятипроводная линия. Уличное освещение подключают к «фонарному» и нулевому проводам. Для управления уличным освещением ставят коммутационный аппарат (выключатель или магнитный пускатель) и к его контактам присоединяют «фонарный» провод и один из фазных.

В четырехпроводных электрических сетях нулевой провод обязательно заземляют. Заземление сооружают на ТП. Кроме того, через каждые 100-200 м по трассе отходящих ВЛ и на конечных опорах устраивают повторные заземления нулевого провода.

От четырех- или пятипроводной ВЛ, проходящей обычно вдоль сельской улицы, делают отводы к потребителям, распределяя нагрузки на каждую фазу более или менее равномерно. При двухпроводных (однофазных) ответвлениях этого достигают, чередуя их от каждой фазы ВЛ. Например, от первой фазы делают отвод к первому потребителю, от второй – ко второму, от третьей – к третьему, к четвертому – снова от первой и т. д. Другой провод каждого двухпроводного отвода присоединяют к нулевому проводу ВЛ.

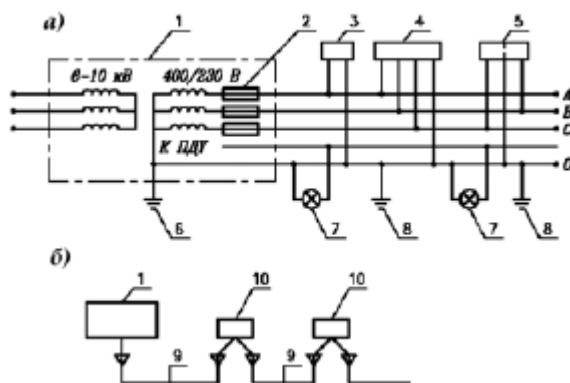


Рис. 2. Схема подключения потребителей к ВЛ (а) и к кабельной (б) линиям:

1 — трансформаторная подстанция; 2 — предохранители или автоматические выключатели в фазных проводах А, В и С (в нулевом проводе защитные и коммутационные аппараты устанавливать запрещается); 3 — здание с двухпроводным однофазным вводом: фаза А или В (С) и нуль; 4 — здание с четырехпроводным трехфазным вводом; 5 — двухквартирный дом с трехпроводным ответвлением (однофазным вводом к каждой квартире); 6 — контур заземления подстанции; 7 — светильник уличного освещения; 8 — повторные заземлители по трассе; 9 — кабельная линия; 10 — вводное устройство (силовой ящик)

Встречаются также трех- и четырехпроводные ответвления: трехпроводные иногда делают к двухквартирным домам для электроснабжения двух потребителей от разных фаз с общим нулевым проводом, четырехпроводные – к многоквартирным домам, чтобы равно-

мерно распределить по фазам нагрузки каждой квартиры. Чем равномернее распределены по фазам электрические нагрузки, тем меньше потери электроэнергии.

Четырехпроводные ответвления выполняют также к потребителям, имеющим трехфазные электроприемники.

**Электроприемники одно– и трехфазного тока.** Раньше электричеством пользовались в быту только для освещения, а электрическая лампа – однофазный электроприемник, поэтому однофазный ток и получил широчайшее распространение у индивидуальных потребителей. Такая система электроснабжения не вызывала затруднений с внедрением в обиход электронагревательных приборов, радиоэлектронной аппаратуры и приборов культурно-бытового назначения, так как на потребительские свойства этих приборов не влияет, предназначены они для одно– или трехфазного тока. Иное положение с электродвигателями. Простейшие по конструкции, несложные в эксплуатации и самые массовые по применению в производственных условиях трехфазные асинхронные двигатели не могут эффективно работать при однофазном токе. Поэтому в бытовых электропылесосах, стиральных машинах, компрессионных холодильниках, различных кухонных машинах, а также в электроинструментах используют однофазные электродвигатели. Надо признать, что они, во-первых, сложнее трехфазных, во-вторых, менее экономичны. По мере роста мощности однофазных электродвигателей их недостатки по сравнению с трехфазными становятся все более ощутимыми. Так, при мощности 1,3 кВт однофазные электродвигатели настолько громоздки, что их применение в быту становится затруднительным. Эту мощность стали считать предельной для бытовых электроприборов (за исключением напольных электроплит). Кроме того, квартирная электропроводка в домах старой застройки не приспособлена для включения электроприборов мощностью более 1,3 кВт.

Чтобы интенсифицировать труд в личных подсобных хозяйствах, коллективных садах и огородах, возникла необходимость в более мощных электрифицированных машинах и инструментах с трехфазными электродвигателями.

**Системы распределения.** Между любой парой фазных проводов действует линейное, или межфазное напряжение, а между любым из фазных и нулевым – фазное. При нормальных эксплуатационных условиях линейное напряжение в 1,73 раза больше фазного. Так, если линейное напряжение 380 В, то фазное – 220 В. Трехфазные электрические сети принято характеризовать значением линейного напряжения, но для сетей, непосредственно обслуживающих население, вслед за линейным напряжением после дробной черты приводят значение фазного напряжения, т. е. трехфазную четырехпроводную систему с линейным напряжением 380 В обозначают 380/220 В.

Трехфазная система 380/220 В с заземленной нейтралью получила преимущественное распространение, но можно встретить и другие системы: трехфазную 220 В с незаземленной (изолированной) нейтралью без нулевого провода или однофазную трехпроводную 2х220 В с заземленным средним проводом.

В трехфазной системе без нулевого провода однофазные приемники подключают к любой паре фазных проводов, равномерно распределяя нагрузки по фазам; трехфазные – к трем фазным проводам. Поражение электрическим током в случае повреждения изоляции при изолированной нейтрали менее вероятно, чем при заземленной, зато сложнее отыскать место повреждения.

Однофазную систему 2х220 В применяют в мелких населенных пунктах (примерно на полтора десятка домов). К потребителям проводят двухпроводные ответвления – от заземленного и от одного из незаземленных проводов. При этом к каждому из незаземленных проводов стремятся подключить равное число потребителей. При такой системе трехфазными приемниками не пользуются.

Бывает, что при использовании системы 380/220 В возникают затруднения с подачей потребителям трехфазного тока, например, если к группе потребителей, расположенных в стороне от четырехпроводной воздушной линии, сделано общее ответвление от нулевого провода и не от всех фазных, а только от одного или двух.

## Проект электроснабжения

Использование электроэнергии возможно только после допуска электроустановок к эксплуатации и получения потребителем абонентской книжки для расчетов за электроэнергию.

В первую очередь потребитель должен получить технические условия на электроснабжение от владельца электрических сетей, сделать проект или схему электроснабжения, согласовать этот документ с владельцем сетей и местным органом Госэнергонадзора.

После окончания работ по монтажу и выполнения технических условий потребитель подает заявление на отпуск электроэнергии. Владелец сетей проверяет сделанные работы на соответствие проекту и ПУЭ, проводит инструктаж по мерам электробезопасности. О результатах проверки и инструктажа делаются записи. После этого предприятие, выдавшее технические условия, присоединяет объект к электросети.

В проекте должны быть представлены решения по выбору плавких предохранителей, автоматических выключателей, проводов и способу их прокладки, схемам внутренних электропроводок и наружных внутридворовых сетей, учету электроэнергии для расчетов с владельцем электросетей, а при необходимости – и по устройству заземления.

Ответвление от ВЛ и внутридворовые сети наносят на план участка, внутреннюю проводку – на планы строений. Кроме того, на планах указывают расположение щитков, ответвительных коробок, выключателей, счетчика, а также стационарно установленных светильников и других электроприемников.

Планы дополняют необходимыми пояснениями и электрическими схемами щитков. Проект можно не составлять, если намечается незначительный объем работы по электрификации, например только электропроводка для освещения в доме и бытовых электроприборов внутриквартирного применения. В этом случае достаточно выполнить подробную схему с указанием на ней марок проводов и способов их прокладки, а также номинальных токов предохранителей. Воспроизводить электрические схемы внутренних соединений использованных приборов и устройств, например электросчетчика или люминесцентного светильника, не надо.

Электрическая схема отличается от плана электропроводки тем, что на ней изображают электрические связи между электрооборудованием и элементами проводки, не учитывая их расположения в помещении или на местности, т. е. без соблюдения масштаба.

Прежде чем обращаться к владельцу электрических сетей за техническими условиями на электроснабжение, потребитель должен четко определить желаемую степень электрификации участка. От этого зависят объем предстоящих работ по монтажу, требуемое сечение проводов, тип счетчика, вариант щитка и номинальный ток предохранителей. Потребителю не разрешается увеличивать номинальный ток предохранителей по сравнению с указанным в проекте или схеме.

Личные подсобные хозяйства по степени электрификации можно условно разделить на три группы.

К первой относят хозяйства с малой степенью электрификации, когда электроэнергию используют преимущественно для освещения (электроприборы и электрифицированные машины вне помещений жилого дома не предусмотрены) и мощность применяемых электроприемников не превышает 1,3 кВт.

Ко второй – хозяйства, в которые используют либо бытовые электроприборы мощностью выше 1,3 кВт, либо однофазные электрифицированные машины или электроинструмент вне помещений жилого дома.

К третьей – хозяйства, в которых применяют трехфазные электроприемники.

В первом случае подают заявку на однофазное ответвление со счетчиком на 5 А, во втором – на однофазное ответвление, но при этом предусматривают защитное зануление и номинальный ток счетчика (5 или 10 А) принимают в зависимости от мощности используемых электроприемников, в третьем – трехфазное ответвление с нулевыми рабочим и защитным проводами.

## Вводное устройство

Вводное устройство обеспечивает автоматическое отключение всей электропроводки потребителя при ее неисправности, а также позволяет отключить проводку во время ремонта или на период длительного бездействия.

В современных многоквартирных домах вводное устройство располагают в общих тамбурах или на лестничных клетках, в одно- и двухэтажных зданиях – обычно снаружи на стене.

Вводным устройством может служить плавкий предохранитель или какой-либо иной защитный аппарат, например автоматический выключатель. Для многоквартирного дома номинальный ток защитного аппарата не более 25 А. На вводах в многоквартирный дом или в тех случаях, когда применяют однофазные электроприемники мощностью свыше 1,3 кВт, может потребоваться аппарат на ток силой более 25 А.

При применении плавкого предохранителя к нему добавляют коммутационный аппарат, например пакетный выключатель или рубильник (при автоматическом выключателе дополнительный коммутационный аппарат не требуется).

Предохранители, а также однополюсные защитные автоматы монтируют только в фазных проводах. Установка этих аппаратов на нулевом проводе не допускается. Линию нулевого провода можно разрывать только при одновременном разрыве линий фазных проводов. При однофазном ответвлении это обеспечивается двухполюсными коммутационными или защитными аппаратами. Можно применить и трехполюсный аппарат, но при однофазном (двухпроводном) вводе один из полюсов не используют.

Токоведущие части вводного устройства должны быть защищены от попадания дождя или снега недоступны для случайного прикосновения, поэтому желательно выбирать аппараты, соответствующие по защите и условиям эксплуатации, либо монтировать вводное устройство в металлическом или пластмассовом корпусе. Аппараты вводного устройства, установленные на наружной стене дома, защищают жестяным, пластмассовым или деревянным кожухом. Расстояние от токоведущих неизолированных частей до стенок защитного кожуха должно быть не менее 10 мм.

Бытует мнение, что установка предохранителей в линии не только фазного, но и нулевого проводов повышает надежность защиты. В действительности обрыв электрической цепи, связанной с нулевым проводом, в том числе и при перегорании предохранителя в его цепи, может привести к опасным для жизни последствиям.

Одно из средств обеспечения безопасности при нарушении изоляции – зануление, т. е. соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования с заземленным нулевым проводом. Если же в цепи нулевого провода находится предохранитель или автомат, то он может сработать и отключить нулевой провод, что равносильно отключению зануления, обеспечивающего защиту человека от поражения электрическим током.

Не разрешается устанавливать однополюсные защитные или коммутационные аппараты в цепи нулевого провода.

При монтаже электропроводки следует тщательно выполнять все соединения по схеме.

Вводное устройство со стороны ответвления от ВЛ подключают изолированными проводами сечением 4 или 6 мм<sup>2</sup> (для медных допускается сечение 2,5 мм<sup>2</sup>). Изолированные провода к проводам ответвления у изоляторов на стене здания присоединяют специалисты владельца сетей, а к вводному устройству – потребитель. Если ответвление выполнено тросовым проводом или кабелем, токоведущие жилы к вводному устройству также подключают специалисты владельца сетей. Со стороны ввода в здание потребитель должен сделать проводку между вводным устройством и электросчетчиком.

При монтаже любого трех- или однофазного вводного устройства без коммутационного аппарата нулевой провод ответвления при помощи отдельного контактного зажима соединяют с соответствующим проводом, идущим к счетчику. Соединение скруткой допускается, если провода сваривают или паяют, но в условиях индивидуального строительства эту работу с алюминиевыми проводами выполнить трудно. Поэтому для соединения используют контактный зажим от какого-нибудь электрического аппарата, например одногнездовой зажим к проводам сечением до  $4 \text{ мм}^2$ , применяемый в светильниках, или зажим из ответвительной коробки. Диаметр контактных винтов должен быть 4–6 мм. Если соединяемые провода из разных металлов, каждый крепят отдельным винтом.

**Групповую сеть**, чаще используемую в приусадебных постройках, выполняют однофазной и монтируют, как правило, тремя группами. Группа № 1 предназначена для питания осветительных приборов. Группа № 2 служит для присоединения штепсельных розеток на 6 А без защитных (зануляющих или заземляющих) контактов. Группа № 3 питает электроприемники, требующие зануления корпуса прибора (например, кухонная плита). К данной группе присоединяют штепсельные розетки с защитным контактом.

Допускается смешанное питание штепсельных розеток и освещения.

Нельзя объединять нулевые проводники разных групп. В провод, который служит для присоединения защитных контактов штепсельных розеток, нельзя вводить ни выключатели, ни предохранители.

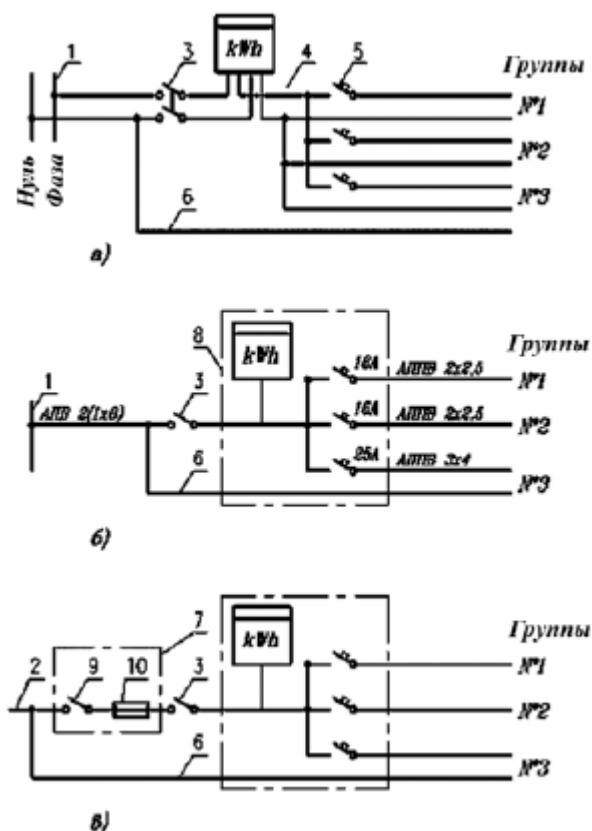


Рис. 3. Схема питания групповой сети:

а – многолинейная; б – однолинейная с воздушным вводом; в – однолинейная в варианте с кабельным вводом; 1 – воздушная линия; 2 – кабельная линия (выполняется по проекту наружных сетей); 3 – двухполюсный пакетный выключатель; 4 – счетчик; 5 – выключатель автоматический; 6 – провод для зануления; 7 – вводный ящик; 8 – квартирный щиток; 9 – рубильник; 10 – предохранители

Номинальные токи расцепителей автоматических выключателей должны составлять:

16 А – для групповой и осветительной сети и сети штепсельных розеток на ток 6?10 А в домах без бытовых кондиционеров воздуха;

25 А – для сети штепсельных розеток в домах с бытовыми кондиционерами воздуха мощностью до 1,3 кВт, а также для групповой линии питания бытовых электрических приборов мощностью до 4 кВт;

25-32 А – для групповой линии питания электрической плиты мощностью до 5,8 кВт;

40 А – для групповой линии питания электрической плиты мощностью 5,9?8 кВт.



## Электропроводки в жилых домах и хозяйственных постройках

В качестве примера рассмотрим план электропроводки многоквартирного жилого дома, на котором изображены электропроводка и присоединенные к ней светильники, штепсельные розетки, выключатели и другое электрооборудование (рис. 4).

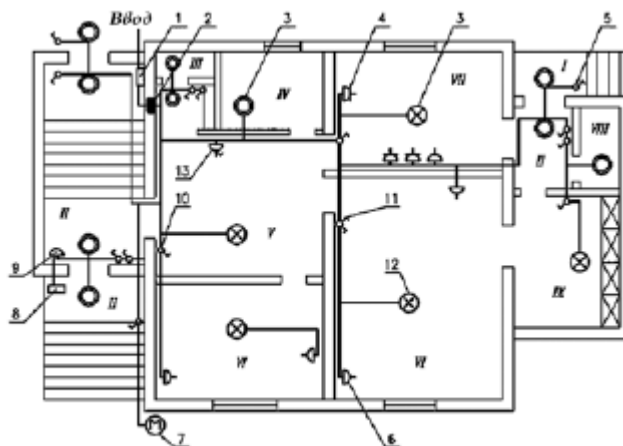


Рис. 4. План электропроводки многоквартирного жилого дома:

I – крыльцо; II – тамбур; III – санузел; IV – помещение для стирки; V – прихожая; VI – жилая комната; VII – кухня; VIII – кладовая; IX – веранда; 1 – силовой ящик; 2 – квартирный щиток; 3 – одно- или двухламповый светильник; 4 – штепсельная розетка с защитным контактом; 5 – однополюсный герметический выключатель; 6 – штепсельная розетка без защитного контакта; 7 – милицейский фонарь; 8 – кнопочный выключатель (кнопка) для звонка; 9 – звонок; 10 – однополюсный выключатель; 11 – сдвоенный выключатель; 12 – многоламповый светильник с раздельным включением ламп; 13 – штепсельная розетка с выключателем

Рассмотрим особенности фрагментов схемы, на которых подробно показаны соединения (рис. 5).

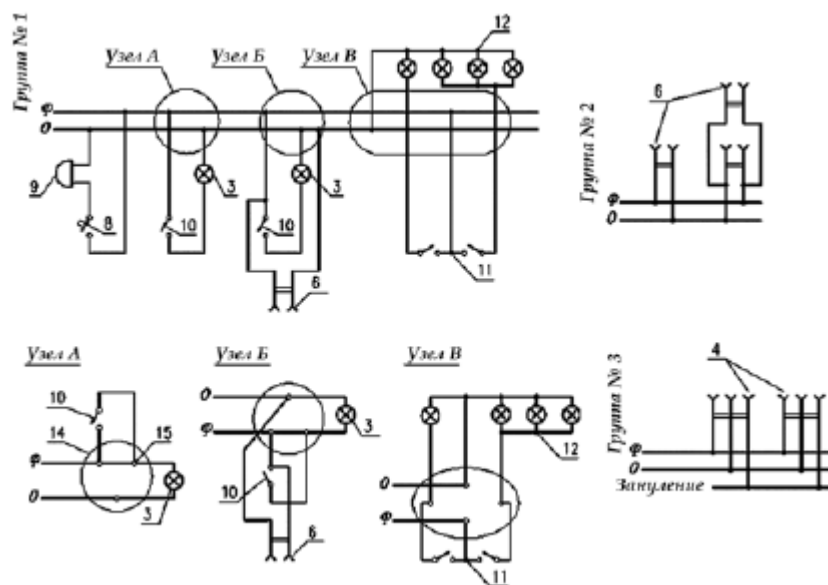


Рис. 5. Узлы соединений в ответвительных коробках:

14 – коробка; 15 – соединение проводников;  $\Phi$  – фаза; 0 – ноль; 3, 4, 5, 8, 9, 10-12 – см. подпись к рис. 4

К двухполюсной розетке 4 с третьим зануляющим контактом подходят три провода, один из которых является зануляющим и присоединяется к сети таким образом, чтобы нигде не было даже кратковременных разрывов. Очень важно при монтаже не перепутать зануляющий провод с рабочим нулевым проводом – может привести к поражению электрическим током. Фазный и нулевой провода присоединяют к контактными винтам рабочих гнезд розетки.

Штепсельную розетку 6 присоединяют к сети фазным и нулевым проводами, причем совершенно безразлично, в каком порядке эти провода присоединяются к гнездам.

В некоторых случаях в отверстии стеновой панели, разделяющей комнаты, возле одной штепсельной розетки устанавливают вторую (со второй стороны отверстия). Для подсоединения к сети этой розетки достаточно установить перемычку, соединяющую гнезда обеих розеток.

В схеме одно– или двухлампового светильника 3 на пути от фазного провода к патрону устанавливают выключатель (узел А). Непосредственно под выключателем может быть установлена штепсельная розетка. В этом случае одно из гнезд розетки присоединяют к контактному винту выключателя, к которому подходит фазный провод. Второе гнездо соединяют с нулевым проводом в ответственной коробке (узел Б).

В многоламповом светильнике (люстре) 12 с отдельным включением ламп первые выводы всех ламп соединяют с нулевым проводом, а оба выключателя 11 – с фазным проводом (узел В). Одна из ламп включается одним выключателем, остальные лампы, выводы которых соединены между собой, – вторым.

Звонок 9 подсоединяют к электрической сети с помощью кнопочного выключателя (кнопки). Следует обратить внимание на то, что кнопка и проводка должны быть рассчитаны на 250 В. Кроме того, кнопку нельзя устанавливать во дворе и в сырых помещениях.

*Особенности выполнения электропроводок, имеющие непосредственное отношение к обеспечению электробезопасности:*

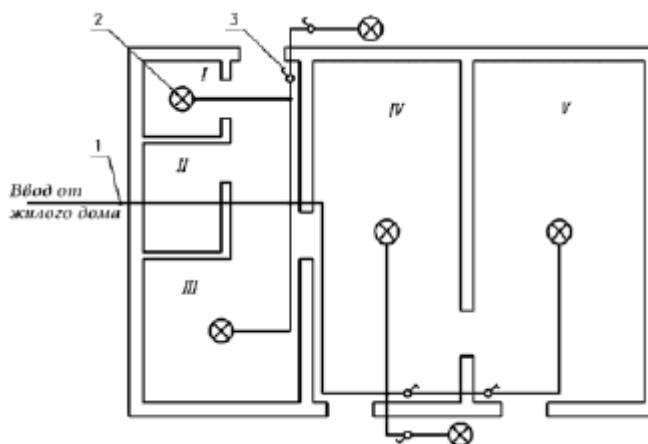
1) металлические корпуса однофазных электрических плит, переносных бытовых электрических приборов и машин мощностью более 1,3 кВт и металлические трубы электропроводок зануляют. Зануление корпусов электрических плит, бытовых кондиционеров, а также переносных бытовых приборов и машин осуществляется прокладкой отдельного провода сечением, равным сечению фазного провода, от квартирного щитка. Этот провод присоединяют к нулевому защитному проводнику питающей сети перед счетчиком (со стороны ввода) и до отключающего аппарата (при его наличии);

2) в ванных комнатах и туалетах выполняется скрытая электропроводка: провода прокладывают в поливинилхлоридных или других изоляционных трубках. Применять защищенные провода в металлических оболочках, а также провода в стальных трубах для устройства электропроводок в этих помещениях запрещено. Штепсельные розетки в этих помещениях устанавливать нельзя, кроме розетки для включения электробритвы; эту розетку присоединяют к сети через разделяющий трансформатор;

3) в неотапливаемых подвалах, на чердаках, в сырых и особо сырых помещениях электропроводку выполняют открытой.

***Электропроводка в хозяйственной постройке (рис. 6).***

Среда в ряде помещений хозяйственной постройки (свинарник, коровник) агрессивна и разрушает изоляцию, поэтому электропроводку предпочтительно выполнять не проводами, а кабелем. Особенно тщательно нужно вести электромонтажные работы, так как при прикосновении к оголенным проводам при напряжении 12, а тем более 220 В животное может погибнуть.



**Рис. 6. План хозяйственной постройки с электропроводкой:**

*I* – свиарник; *II* – птичник; *III* – коровник; *IV* – помещение для хранения инвентаря и топлива; *V* – хозяйственное помещение; *1* – трубостойка; *2* – светильник; *3* – герметический выключатель

Металлические части светильников, установленные в хозяйственных постройках, зануляют специально проложенным для этого третьим проводником, который подключают к нулевому проводу сети в ближайшей к светильнику ответвительной коробке.

## Примерный перечень электротехнических устройств, необходимых для устройства электропроводки в жилом доме

Несмотря на довольно большое разнообразие типов домов и садовых домиков, а также хозяйственных построек различного назначения, схемы электроснабжения содержат ограниченное число элементов. Везде обязательны вводное устройство (трубостойка или распределительный ящик), квартирный щиток, штепсельные розетки, выключатели и др.

*Примерный перечень электротехнических устройств, необходимых для устройства электропроводки в жилом доме*

Ящик распределительный, шт. ....	1
Трубостойка при воздушном вводе, шт. ....	1
Квартирный щиток, шт. ....	1
Счетчик однофазный, шт. ....	1
Светильник, шт.:	
настенный.....	1-6
пылевлагонепроницаемый .....	3-11
потолочный для освещения подвала .....	1
Патрон подвесной, шт.....	1-6
Выключатель однополюсный, шт.:	
для скрытой установки .....	2-6
сдвоенный .....	2-6
герметический.....	6-14
Блок электроустановочных изделий на два выключателя и одну штепсельную розетку, шт. ....	1
Розетка штепсельная, шт.:	
для скрытой установки.....	3-7
для скрытой установки двухместная.....	1-4

двухполюсная в нормальном исполнении с третьим заземляющим контактом на 25 А	1
двухполюсная в нормальном исполнении с третьим заземляющим контактом на 10 А	1
двухместная в герметическом исполнении	1
Звонок электрический, шт.	1
Кнопочный выключатель на 250 В	1
Ящик с понижающим трансформатором, шт.	1
Фонарь милицейский, шт.	1
Коробка ответвительная, шт.:	
для скрытой установки.	35-52
для открытой установки	11-15
для встраивания выключателей и розеток	8-35
Штепсельная розетка двухместная в герметическом исполнении, шт.	1
Крюк для подвески светильников, шт.	5-7
Провод АПВ, м, сечением:	
6 мм <sup>2</sup>	12-25
2,5 мм <sup>2</sup>	70-75
Провод АППВ, м, сечением:	
3х4 мм <sup>2</sup>	15-36
3х2,5 мм <sup>2</sup>	25-60
2х2,5 мм <sup>2</sup>	60-100
Труба с условным проходом 20 мм, м:	
винипластовая	35-70
стальная	8-20
<b>Примерный перечень электротехнических устройств, необходимых для устройства электропроводки в хозяйственной постройке со средним набором помещений:</b>	
Трубостойка, шт.	1
Светильник, шт.:	
подвесной	4
настенный	2
Выключатель однополюсный брызгонепроницаемый, шт.	6
Кабель АНРГ сечением 2х2,5 мм <sup>2</sup> , м	40
Типы и количество электротехнических устройств определяет проектное решение конкретного объекта.	
Наименьшие сечения проводов групповой сети освещения и штепсельных розеток – 1,5 мм <sup>2</sup> для медных жил и 2 мм <sup>2</sup> для алюминиевых и алюмомедных. Вводы питающих линий в квартиру от трубостойки до квартирного счетчика – 2,5 мм <sup>2</sup> для медных жил и 4 мм <sup>2</sup> для алюмомедных и алюминиевых.	

## Молниезащита домов и хозяйственных построек

Молния – это электрический разряд, возникающий в атмосфере между разноименно заряженными облаками, их частями или между облаком и землей.

Чаще всего удары молнии поражают места, возвышающиеся над окружающей поверхностью, наиболее высокие объекты в массиве застройки и остроконечные предметы – вышки, отдельно стоящие деревья, дымовые трубы и др.

На вероятность поражения молнией влияют электропроводность слоев земли, ближайших к поверхности, а также уровень грунтовых вод.

Во время разряда молнии через пораженный объект в течение стотысячных долей секунды протекает электрический ток в несколько тысяч ампер, обусловленный разрядом атмосферного электричества. Механические, тепловые и электромагнитные воздействия, сопровождающие грозовой разряд, могут оказаться причиной травмирования людей и животных, пожара, разрушения строений и появления перенапряжений в проводах, но токи молнии не разрушают металлические проводники достаточно большого сечения. Под достаточно большим сечением для стали можно принять  $30 \times 50 \text{ мм}^2$ , что соответствует проводу диаметром 6–8 мм.

Для защиты зданий от ударов молнии сооружают молниеотводы (рис. 7), представляющие собой молниеприемник (металлический стержень, поднятый на соответствующую высоту), токоотводящий спуск и заземлитель. Молниеотвод принимает удар молнии на себя и отводит ток молнии в землю. Токоотводящий спуск от молниеприемника к заземлителю прокладывают по возможности кратчайшим путем, не допуская изгибов провода под острым углом, иначе может возникнуть искровой разряд между близко расположенными участками провода и, как следствие, воспламенение.

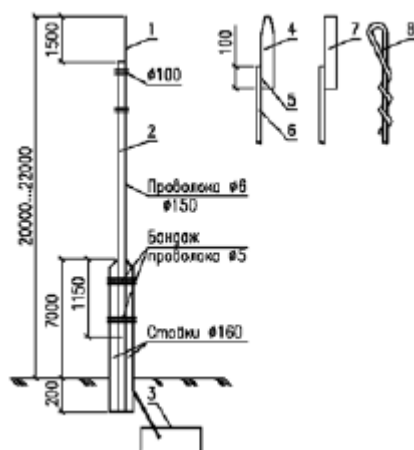


Рис. 7. Молниеотвод:

1 – молниеприемник; 2 – токоотвод; 3 – заземлитель; 4 – молниеприемник из трубы; 5 – сварка; 6 – молниеотвод; 7 – молниеприемник из уголка; 8 – молниеприемник из проволоки сечением 6–10 мм

Высоту молниеотвода и место его установки выбирают так, чтобы он полностью защищал постройку от удара молнии. Действенность молниеотвода оценивают по его защитной зоне, граница которой представляет собой коническую поверхность с острием на вершине молниеотвода и основанием в виде окружности радиусом в полтора раза большим, чем высота. Все, что находится внутри зоны, достаточно надежно защищено от прямых ударов молнии.

Молниеотводами защищают здания, возвышающиеся над остальной застройкой или деревьями более чем на 25 м, и отдельно стоящие здания, не входящие в массив застройки, если они удалены от деревьев. Защита от прямых ударов молнии – составная часть проекта здания и не связана с его электрификацией. Сооружают молниезащиту в процессе строительства.

Кроме молниезащиты, надо позаботиться также о защите от перенапряжений.

Электромагнитные воздействия грозового разряда создают в проводах, близлежащих к ВЛ, повышенные потенциалы (перенапряжения). Чтобы предотвратить их проникновение в помещения по проводам ВЛ, заземляют крюки, на которых установлены изоляторы, и по возможности между фазным проводом и заземляющим спуском монтируют вентильные разрядники РВН-0,5.

Заземление крюков не обеспечивает полной защиты от заноса в здания опасных потенциалов по проводам воздушных электролиний, поэтому в сельской местности во время грозы не следует приближаться к электропроводке и проводам радиотрансляционной сети на расстояние менее 0,3–0,5 м; прикасаться к приборам, присоединенным к электрической сети; не следует также находиться ближе 3–5 м от заземляющего спуска.

## Ответвление и заземление

Ответвление выполняют без установки дополнительных опор, если его длина от ВЛ не более 25 м. Для ответвления рекомендуется применять изолированные провода, но допускается и неизолированные; в этом случае на каждый провод можно надеть мягкую изоляционную трубку.

Если длина ответвления превышает 25 м, необходима установка дополнительных опор. От ВЛ до последней опоры монтируют неизолированный провод, а от последней опоры до строения – изолированный.

*Наименьшее допустимое сечение ( $\text{мм}^2$ ) проводов для ответвлений индивидуальным потребителям по условиям механической прочности составляет:*

Материал проводов	Длина ответвления, м	
	до 10	от 10 до 25
Медь	4	6
Алюминий	16	16

Трехфазное (четырёхпроводное) ответвление удобнее выполнять четырёхжильным проводом марки АВТВ или АВТУ со встроенным несущим тросом, сечение алюминиевых токоведущих жил при этом может быть не менее  $4 \text{ мм}^2$ , так как механическую нагрузку воспринимают не они, а трос.

Несущий трос наглухо закрепляют и присоединяют (рис. 8) к нулевому проводу. Для крепления троса на опоре ставят дополнительный изолятор.

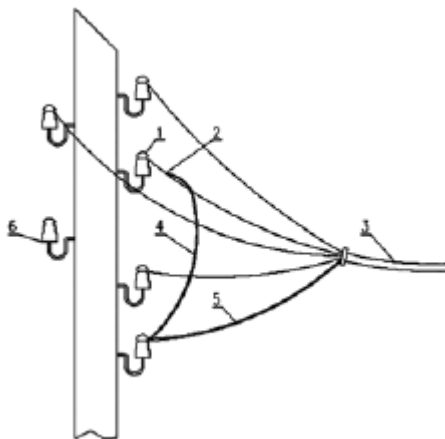
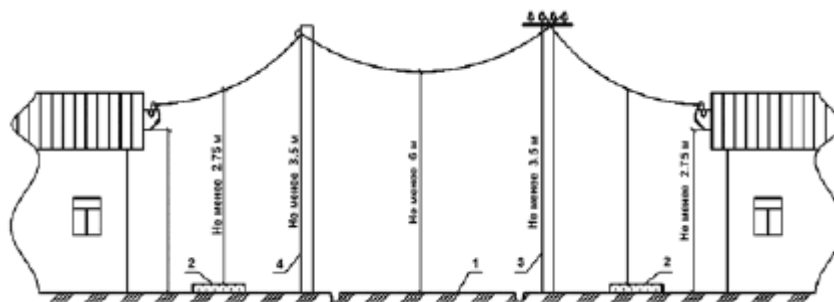


Рис. 8. Ответвление от ВЛ проводом с несущим тросом:

1 – дополнительный изолятор; 2 – трос; 3 – провода ответвления; 4 – зануление троса; 5 – нулевая жила; 6 – изолятор для провода наружного освещения

На стене здания также устанавливают изоляторы. Для проводов АВТВ, АВТУ нужен один изолятор, на котором закрепляют несущий трос, в остальных случаях – по числу проводов: два изолятора при однофазном вводе или четыре при трехфазном. Применяют фарфоровые или стеклянные изоляторы типов ТФ-12, ТФ-16, РФО-12 или НС-16.

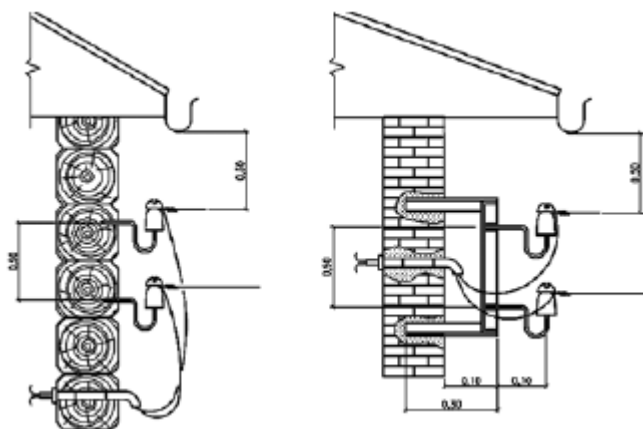
Расстояние от проводов ответвления до земли при пересечении проезжей части должно быть не менее 6 м, при пересечении пешеходной дорожки – не менее 3,5 и у изоляторов на стене – не менее 2,75 м (рис. 9).



**Рис. 9. Нормированные расстояния от ВЛ:**

1 – проезжая часть; 2 – пешеходная дорожка; 3 – опора ВЛ; 4 – дополнительная опора

Изоляторы можно устанавливать рядом или один под другим. Расстояние от проводов до поверхности земли должно составлять не менее 2,75 м, а между проводами и от проводов до выступающих частей строения (крыши, водосточного желоба и т. п.) – не менее 0,2 м.

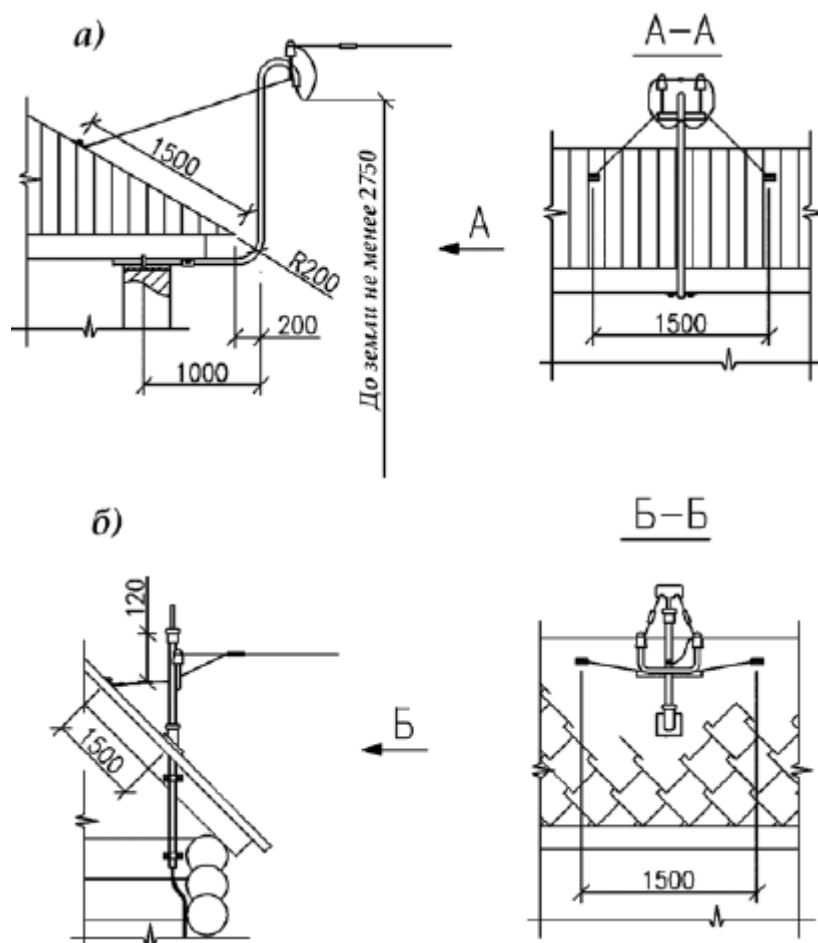


**Рис. 10. Крепление изолятора ввода на деревянной и каменной стенах**

Изоляторы сначала закрепляют на крюках, затем крюки монтируют на наружной стене (рис. 10). В зданиях с бетонными или кирпичными стенами для каждого крюка пробивают гнездо на глубину 100 мм и закрепляют крюк цементным раствором. В зданиях с рублеными стенами для монтажа крюков высверливают отверстия и ввинчивают в них крюки. В каркасно-засыпных, глинобитных или дощатых строениях крюки устанавливают на деревянном бруске толщиной 70?100 мм, который монтируют на стене шурупами или шпильками. Иногда с внутренней стороны требуется усилить стену доской, а к ней через тонкую стену строения прикрепить брус.

Для ответвления можно применять кабель с медными жилами (ВВГ, ПВГ и др.) сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup> или алюминиевыми жилами (АВВГ, АПВГ) сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>. Кабель прокладывают по стойке опоры: в верхней части открыто на скобах, а с высоты не менее 1,5 м от уровня земли – в трубе на глубину 0,7 м. Затем кабель ведут в траншее глу-

биной не менее 0,7 м до здания и, наконец, в трубе выводят на наружную стену. В траншее кабель укладывают на слой земли, не содержащей камней, шлака и строительного мусора. Над кабелем выполняют такую же засыпку. В местах, где вероятны земляные работы, поверх слоя засыпки укладывают бетонные плитки или кирпичи.



**Рис. 11. Ввод в здание через трубостойки:**

*а* – через крышу; *б* – через стену

Ответвление считается частью ВЛ, его обслуживает владелец электрических сетей до изоляторов на стене строения, включая соединения у изоляторов.

При кабельном ответвлении на обслуживании владельца сетей находятся кабель и контактные соединения его наконечников.

## Повторное заземление

Если для электроприемников требуется защитное зануление, потребителю следует соорудить повторное заземление нулевого провода. Этого можно не делать, если повторное заземление есть на опоре ВЛ и длина ответвления не превышает 10 м. Повторное заземление на ВЛ определяют по наличию заземляющего спуска, к которому присоединены нулевой провод, а также крюки или штыри изоляторов. Заземляющий спуск прокладывают по стойке опоры до заземлителя (одной или нескольких труб, полос или иной металлической массы, заглубленной в землю). Длина деталей заземлителя, число стержней или труб и глубина их заложения зависят от свойств грунта в месте сооружения и уровня грунтовых вод.



## Защитные заземления электроустановок

В случае прикосновения человека к токоведущим частям электрической установки, находящимся под напряжением, или к металлическим частям, которые находятся под напряжением вследствие неисправности изоляции, может произойти поражение человека электрическим током (в виде электрического удара или электрических травм (ожогов)). В результате электрического удара человек может потерять сознание, у него могут появиться судороги, прекратиться дыхание и кровообращение. Электрический удар может привести к смертельному исходу. Смертельные поражения человека электрическим током возможны при напряжениях от 12 В и выше.

Чтобы исключить случайное прикосновение человека к оголенным токоведущим частям, их располагают на высоте или устанавливают ограждения. Для обеспечения безопасности людей, работающих на установках напряжением до 1000 В и выше, сооружают заземляющие, или зануляющие, устройства и заземляют, или зануляют, металлические части электрического оборудования и электрических установок. Заземляющие (зануляющие) устройства должны удовлетворять требованиям, обусловленным режимом работы сетей и защиты от перенапряжений.

*При расчетах и устройстве заземлений и занулений в электрических установках используют следующие основные термины.*

**Заземлитель**— металлический проводник или группа проводников (электропроводов), находящихся в соприкосновении с землей.

**Заземляющие проводники**— металлические проводники, соединяющие заземляемые части электрической установки с заземлителем.

**Заземление** какой-либо части установки — преднамеренное электрическое соединение ее с заземлителем.

**Заземляющее устройство**— совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Сопrotивление заземляющего устройства**— сумма сопротивлений заземлителя (относительно земли) и заземляющих проводников.

**Сопrotивление растеканию**— сопротивление, которое оказывает заземлитель на участке растекания тока:

$$R_3 = U_3 / I_3,$$

где  $U_3$  — напряжение на заземлителе, В;  $I_3$  — ток, стекающий через заземлитель в землю, А.

**Замыкание на землю**— случайное электрическое соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с частями, неизолированными от земли, или непосредственно с землей.

**Замыкание на корпус**— электрическое соединение отдельных частей машин, аппаратов, линий с заземленными конструктивными частями электроустановки.

**Ток замыкания на землю**— ток, проходящий через землю в месте замыкания.

**Электроустановками с большими токами замыкания на землю**— электроустановки напряжением выше 1000 В, в которых однофазный ток замыкания на землю составляет более 500 А.

**Электроустановки с малыми токами замыкания на землю**— электроустановки напряжением выше 1000 В, в которых однофазный ток замыкания на землю равен или менее 500 А.

**Глухозаземленная нейтраль**— нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (трансформаторы тока и др.).

**Изолированная нейтраль** – нейтраль, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная через аппараты, компенсирующие емкостный ток в сети, трансформаторы напряжения и другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

**Нулевой рабочий проводник** электроустановок до 1000 В – проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, глухозаземленной средней точкой источника постоянного тока.

**Нулевой защитный проводник** электроустановок до 1000 В – проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока.

Отключение электроустановок при однофазных замыканиях на землю может осуществляться при помощи защитного отключения, которое выполняется в дополнение к заземлению (занулению). Если невозможно выполнить заземление (зануление) и обеспечить защитное отключение электроустановки или трудно выполнить по технологическим причинам, допускается обслуживание электрооборудования с изолирующих площадок. При этом должна быть исключена возможность одновременного прикосновения к незаземленным частям электрооборудования и частям зданий или оборудования, имеющим соединение с землей.

На землю в целях обеспечения безопасности в электроустановках с большими токами замыкания должно быть выполнено выравнивание потенциала.

**Рабочее заземление** – присоединение к заземляющему устройству какой-либо точки электрической цепи, необходимое для обеспечения надлежащей работы установки в нормальных или аварийных условиях, что осуществляется непосредственно или через специальные аппараты (пробивные предохранители, разрядники и резисторы) называется.

На концах воздушных линий и ответвлений длиной более 200 м, а также вблизи вводов кабельных или воздушных линий в помещения должны выполняться повторные заземления нулевого провода. Внутри помещений нулевой провод, имеющий повторное заземление, присоединяется к заземляющей сети у всех щитов, распределительных пунктов и щитков. Сопротивление заземляющих устройств всех повторных заземлений нулевого провода должно быть не более 5, 10, 20 Ом для напряжений 660, 380, 220 В.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 0,5 Ом в электроустановках напряжением выше 1000 В с глухозаземленной нейтралью с большими токами замыкания на землю.

Сопротивление в электроустановках напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью с малыми токами замыкания на землю должно удовлетворять условию:

$$R_3 \leq I_3,$$

где  $U_3 = 250$  В, если заземляющее устройство используется только для установок напряжением выше 1000 В;  $U_3 = 125$  В, если заземляющее устройство одновременно используется и для установок до 1000 В;  $I_3$  – расчетный ток замыкания на землю, А.

В случае если заземляющее устройство является общим для распределительных устройств электроустановок различных напряжений, то за расчетную величину сопротивления заземления принимается наименьшая из требуемых величин.

Емкостный ток замыкания на землю определяется по приближенной формуле:

$$I_3 = U (351 l_{\text{каб}} + l_{\text{в}}) / 350,$$

где  $U$  – линейное напряжение сети, кВ;  $l_{\text{каб}}$  и  $l_{\text{в}}$  – суммарная длина электрически связанных между собой кабельных и воздушных линий, км.

По опытным данным, в электроустановках с малыми токами замыканий на землю эксплуатации систем электроснабжения в качестве расчетного емкостного тока принимается ток срабатывания релейной защиты от междуфазных замыканий или ток плавления предо-

хранителей, если эта защита обеспечивает отключение замыканий на землю. При этом ток замыкания на землю должен быть не менее полуторакратного тока срабатывания релейной защиты или трехкратного тока предохранителей.

## Заземляющие устройства

Защитное действие заземления основано на том, что части электроустановок, прикосновение к которым опасно при нарушении изоляции, соединяют с заземлителями, расположенными в грунте, т. е. создается заземление, которое имеет сопротивление, достаточно малое для того, чтобы падение напряжения на нем (а именно оно воздействует на организм, определяя значение тока) не достигало опасного значения. Поэтому человек, прикоснувшийся к заземленной части, попадает под пониженное напряжение. Чем лучше заземление, т. е. чем меньше его сопротивление, тем меньше появляющееся при нарушении изоляции напряжение на машинах, станках, корпусах электроаппаратов и двигателей, конструкциях зданий, опорах воздушных линий и на поверхности земли. Понятно, что при этом растут затраты труда и материалов, необходимых для монтажа заземляющего устройства. Нормативы устанавливают разумные пределы напряжения прикосновения и в то же время позволяют проектировать заземление без чрезмерных затрат.

В СН и П, ПУЭ, Правилах технической эксплуатации и инструкциях подробно перечисляются элементы электроустановок, которые нужно заземлять, даются указания по расчету заземлителей и напряжений прикосновения для разных условий, перечислены требования к проектированию, монтажу и эксплуатации заземляющих устройств. Характерными и принципиальными чертами нормативов являются:

отход от нормирования заземляющих устройств по сопротивлению растекания электрического тока и ориентация на нормирование возникающих напряжений;

использование естественных заземлителей при обеспечении их работоспособности в условиях протекания больших токов замыкания;

учет коррозионного воздействия грунта для обеспечения надежности заземлителей и заземляющих проводников.

С учетом этого увеличены размеры элементов, например нормативный минимальный диаметр стержневых заземлителей из неоцинкованной стали увеличен с 6 до 10 мм.

Нормы постоянно совершенствуются, в них вносятся изменения и дополнения, которые публикуются в сборниках и новых изданиях нормативных документов.

Очень часто одно и то же заземляющее устройство является одновременно и рабочим, и защитным, а иногда и грозозащитным (молниезащитным). В близко расположенных установках напряжением до 1 кВ и выше используют общее заземляющее устройство, что снижает расходы на его монтаж. При этом за норму принимают наименьшее значение сопротивления растеканию тока из тех значений, которые нормированы для каждой из объединяемых электроустановок.

Совокупность заземлителя и заземляющих проводников представляет собой заземляющее устройство, через которое осуществляется заземление элементов и частей электроустановок.

*Основные элементы заземляющих устройств:*

1) естественные заземлители, т. е. находящиеся в земле или соприкасающиеся с землей сооружения, используемые для заземления;

2) заземляющие проводники, соединяющие заземлители с заземляемым оборудованием;

3) искусственные заземлители, т. е. такие, которые специально закладывают в землю для заземления.

Каждый из перечисленных элементов может иметь разные конструкции.

## **Естественные заземлители**

В первую очередь для заземления электроустановок используют естественные заземлители: металлические части (арматуру) железобетонных конструкций (фундаментов опор линий электропередач и подстанций, фундаментов зданий); металлические подземные коммуникации (трубопроводы, броню и оболочки кабелей); наземные коммуникации (рельсовые пути) и др. Если естественные заземлители обеспечивают выполнение требований, предъявляемых к параметрам заземляющих устройств, то искусственные заземлители применяют, если необходимо уменьшить токи, протекающие по естественным заземлителям или стекающие с них в землю. Это значит, что в ряде случаев можно ограничиться использованием естественных заземлителей и отказаться от искусственных, что снижает затраты материалов и труда при монтаже и облегчает эксплуатацию заземляющих устройств.

Использование железобетонных фундаментов зданий в качестве заземлителей в настоящее время считается возможным лишь в грунтах влажностью не менее 3 % (из-за высокого электрического сопротивления бетона при меньшей влажности) и только при воздействии на фундаменты неагрессивных или слабоагрессивных грунтовых вод при отсутствии гидроизоляции или при защите поверхности фундаментов битумным (либо битумно-латексным) покрытием в соответствии с требованием СНиП II-28-73.

Нельзя использовать в заземляющих устройствах находящиеся в средне- или сильноагрессивных средах железобетонные конструкции (это может усилить коррозию конструкций) железобетонные конструкции (плиты, балки, фермы, колонны) с напрягаемой арматурой, а также металлические и железобетонные конструкции зданий, относимых к первой категории по молниезащите, для защиты этих зданий от прямых ударов молний.

С учетом приведенных ограничений использование конструкций зданий в качестве заземляющих устройств дало на ряде объектов возможность полностью отказаться от выполнения искусственных заземлителей в грунте, резко сократить протяженность заземляющих проводников внутри зданий и получить существенный экономический эффект.

Все элементы металлических и железобетонных конструкций (фундаментов, колонн, ферм, стропильных, подстропильных и подкрановых балок) в заземляющих устройствах соединяют так, чтобы имела непрерывная электрическая цепь по металлу. В железобетонных колоннах, кроме того, предусматривают закладные детали на каждом этаже здания для подсоединения заземляемого электрического и технологического оборудования. Имеющиеся в зданиях сварные, а также болтовые или заклепочные соединения металлических колонн, ферм и балок достаточны для непрерывности электрической цепи. В местах, где отдельные элементы металлоконструкций не имеют таких соединений, предусматривают приварку гибких перемычек сечением не менее 100 мм<sup>2</sup>.

Сборные железобетонные фундаменты рекомендуется использовать в качестве заземлителей, если есть возможность соединения арматуры отдельных блоков между собой.

Вертикальную арматуру свай в свайных фундаментах соединяют с арматурой ростверка или фундаментных блоков электродуговой сваркой. Пространственные металлические каркасы колонн и стаканов фундаментов, а также арматурные сетки их подошв сваривают точечной сваркой на контактных машинах.

Закладные детали (изделия) рекомендованы в виде отрезков из угловой стали 63х63х5 длиной 60 мм, привариваемых к арматуре и выступающих на поверхность бетона; металлические перемычки – в виде стержней диаметром не менее 42 мм, привариваемых к закладным деталям.

Разработана методика расчета сопротивления фундаментов, используемых в качестве заземлителей и выравнивающих проводников.

В случае если на здании сооружается молниеприемная сетка, ее соединяют перемычками в непрерывную электрическую сеть с колоннами, используемыми в качестве токоотводов, и фундаментами, используемыми в качестве заземлителей. К сетке присоединяют все выступающие над кровлей металлические устройства (вентиляционные шахты и др.).

Металлические перемычки нужно устанавливать при использовании в качестве естественных заземлителей труб водопровода на водомерах и задвижках. Если при ремонте, необходимо снять перемычку, заранее должна быть установлена другая. Присоединять заземляющие проводники от электрооборудования к линии водопровода нужно за водомером. Использовать трубопровод канализации не разрешается, так как канализационные трубы не имеют надежного электрического контакта в стыках.

Естественными заземлителями на подстанциях могут быть железобетонные стойки, изготовленные из электротехнического бетона.

В качестве естественных заземлителей на линиях электропередачи используются железобетонные подножки и сваи в наиболее распространенных грунтах с удельным сопротивлением до 300 Ом·м, т. е. глинах, супесях. Наблюдения и исследования показали, что не только в таких, но и в песчаных и скальных грунтах наблюдается постоянное увлажнение бетона за счет капиллярного подсоса влаги из прилегающих слоев земли, вследствие чего железобетонные фундаменты через несколько месяцев после их установки становятся естественными заземлителями с мало меняющимися в течение года значениями сопротивлений. Это дало основание рекомендовать их использование в грунтах с сопротивлением до 1000 Ом·м, что дает экономию металла и затрат.

Кроме описанных естественных заземлителей, ими могут служить и другие, например металлические трубопроводы для негорючих жидкостей, обсадные трубы артезианских колодцев. Во всех случаях применения естественных заземлителей протекающие при коротком замыкании токи не должны превышать допустимых для каждого элемента заземлителя в течение всей эксплуатации электроустановки.

## Искусственные заземлители

Чаще всего искусственным заземлителем является стальной проводник, заложенный в грунт горизонтально или вертикально (наклонно), или группа таких проводников, соединенных между собой. В последнем случае заземлитель называется **сложным**, а если электроды образуют контур, то такой сложный заземлитель называется **заземляющим контуром**.

Название «горизонтальные» и «вертикальные» заземлители весьма условно. Строгое соблюдение горизонтальности в первом случае не обязательно, важно, чтобы электроды находились в грунте на нужной глубине, не подвергаясь повреждениям при работе машин. Поскольку поверхность земли в оврагах, на уклонах и в ряде других мест может оказаться не горизонтальной, то и протяженные (лучевые) заземлители будут следовать кривизне поверхности. Для вертикальных электродов также необязательно строгое соблюдение вертикальности.

Горизонтальные заземлители прокладывают на глубине 0,5 м, на пахотной земле – не менее 1 м. Они рациональны в тех случаях, когда электропроводность верхнего слоя грунта обеспечивает нужную проводимость. Монтаж таких заземлителей механизирован и выполняется с минимальной затратой ручного труда, однако верхние слои почвы часто имеют большее электрическое сопротивление, чем глубинные. Кроме того, близко к поверхности земли растекание тока не идет равномерно во все стороны, как на глубине. Следовательно, сопротивление горизонтальных электродов обычно больше, чем сопротивление вертикаль-

ных электродов такой же массы. Поэтому наибольшее распространение в качестве заземлителей получили именно вертикальные электроды. Глубинные вертикальные электроды наиболее экономичны, достигают хорошо проводящих слоев грунта.

Заземляющие электроды, смонтированные в грунте, перемычки между ними и выводы от заземлителей на поверхность должны иметь следующие минимальные размеры:

круглая сталь – диаметр не менее 10 мм;

круглая оцинкованная сталь – диаметр не менее 6 мм;

угловая сталь – толщина полки не менее 4 мм;

общее сечение для заземлителей молниезащиты (грозозащиты) – не менее 160 мм<sup>2</sup>;

полосовая сталь – толщина не менее 4 мм при сечении не ниже 48 мм<sup>2</sup> (для магистралей заземления – не менее 100 мм<sup>2</sup>, для молниезащиты – не менее 160 мм<sup>2</sup>);

отбракованные трубы – толщина стенки не менее 3,5 мм.

Минимальные размеры электродов применяются в основном для временных электроустановок, где условия коррозии не имеют решающего значения. Для постоянных установок сечение заземлителей выбирают с запасом на коррозионное разрушение. По стойкости против коррозии предпочтительнее круглая сталь, так как разъедание электрода ржавчиной пропорционально площади поверхности электрода, соприкасающейся с грунтом, а площадь электрода круглого сечения из всех профилей наименьшая.

С целью обеспечения надежной работы заземлителя в течение 40-50 лет в благоприятных грунтовых условиях достаточно увеличения диаметра стержневого электрода против минимального всего на 2-3 мм, во влажных грунтах необходимо увеличение диаметра заземлителя вдвое.

От заземляемого элемента электроустановки, например от опоры воздушной линии электропередачи, горизонтальные лучи прокладывают в двух противоположных направлениях или, если лучей не 2, а 3-4, разносят под углом в плане 120° или 90°. Это необходимо для эффективного использования закладываемого металла, так как рядом расположенные заземлители взаимно экранируются и их эффективность снижается во много раз. По этой же причине вертикальные заземлители нужно удалять друг от друга на возможно большее расстояние, равное хотя бы длине электрода. Например, если десять вертикальных электродов длиной по 5 м расположить в одну линию на расстоянии по 5 м друг от друга, то коэффициент их использования составит 0,47, а если те же электроды для экономии места расположить по замкнутому треугольнику или четырехугольнику, то коэффициент их использования будет еще ниже. То же относится и к применению наклонных электродов, которые разносят под равными углами аналогично горизонтальным и погружают в землю под углом около 45° для наилучшего использования.

Неравномерность распределения потенциалов на поверхности земли над заземлителем и вокруг него создает опасные напряжения шага и прикосновения. Для выравнивания потенциалов в таких случаях заземлитель можно выполнить в виде сетки из горизонтальных элементов, прокладываемых в земле вдоль и поперек территории электроустановки и соединяемых сваркой в местах пересечений. Размер ячейки такой сетки обычно составляет от 6х6 до 10х10 м.

Вокруг опоры ВЛ потенциалы можно выровнять заземлителем, выполненным в виде концентрических колец, заложенных в грунт и соединенных с опорой.

Снижает напряжения шага и прикосновения до допустимых значений на всей занимаемой им площади сетчатый заземлитель, однако за пределами сетки опасность может сохраняться. Поэтому в опасных местах, например на подходах к территории подстанций или вокруг фундаментов опор ВЛ, укладывают дополнительные заземлители на постепенно увеличивающейся глубине и соединяют их с основными заземлителями.

Отводимая под заземлитель площадь и расход металла могут быть снижены защитным изолирующим ограждением, сооружаемым вокруг заземлителя. Простейшее ограждение из диэлектрического материала препятствует растеканию тока по поверхности земли и снижает напряжение шага по сравнению с напряжением на заземлителе не менее чем в 100 раз и выравнивает потенциал за пределами заземлителя.

Вертикальная часть ограждения от уровня поверхности располагается на 0,4-0,6 м от глубины заложения верха заземлителя. Отбортовка ограждения выполняется под углом 90-95° к вертикали и имеет длину, составляющую  $(0,1-0,15)\sqrt{S}$  ( $S$  – площадь заземлителя). Для устройства ограждения может быть использован любой недорогой диэлектрический материал, обладающий достаточной механической прочностью и имеющий электрическую прочность не менее 1 МВ/м (изоляционные материалы на битумной основе, например бризол, выпускаемый из отходов производства и имеющий прочность не менее 20 МВ/м).

При стекании тока с заземлителя, например с заземляющей сетки, вокруг него формируется электрическое поле. На поверхности земли возникает электрический потенциал, и напряжение шага может достигать опасных значений непосредственно за пределами заземлителя, даже при применении известных способов выравнивания потенциалов. Поэтому геометрические параметры ограждения установлены в результате анализа электрического поля, формируемого заземлителем совместно с диэлектрическим выравнивающим ограждением, и отвечают требованиям безопасности. Устройство можно применять для заземлителей любой конструкции и при любых структурах грунта.

Часто заземлители из профильной стали не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к заземляющим устройствам. Например, в засушливых местах трудно добиться стабильной проводимости таких заземлителей, в скальных грунтах их трудно монтировать, а в агрессивных грунтах трудно обеспечивать защиту от коррозии и долгий срок службы. Для таких ситуаций разработаны конструкции специальных заземлителей.

Для засушливых районов заземлитель может быть выполнен, например, в виде железобетонной емкости, устанавливаемой ниже поверхности земли и наполняемой водой через съемный люк. Заземлитель снабжают водораспределительной системой в виде отрезков металлических труб с отверстиями для стока воды, расположенными равномерно по всей длине труб. Трубы покрыты слоем влагопоглощающего материала (бетона, цемента). Скорость фильтрации влаги через бетон в землю устанавливается за счет подбора марки бетона, что дает возможность избежать частых регулировок увлажнения и сократить трудозатраты, связанные с необходимостью регулярного увлажнения. Вывод от железобетонной емкости к заземляемому оборудованию, например к нейтрали трансформатора, присоединяется к стальным стержням арматуры железобетона.

Обратим внимание на конструкцию заземлителя, предложенную за рубежом. Цель этой разработки – уменьшение металлоемкости и облегчение забивки в грунт. Заземлитель имеет тонкостенную (1-2 мм) металлическую трубку, в которую впрессован полужесткий стержень из пластичного материала, имеющий жесткость, достаточную для того, чтобы являться опорой упругой тонкостенной трубке. Это качество обеспечивает возможность некоторого изгиба электрода для обхода препятствий, встречающихся при его забивке в землю. Для повышения срока службы, т. е. для уменьшения коррозии, материалом для трубки предлагается нержавеющая сталь. Наконечник, имеющийся в нижнем конце электрода, нужен только для забивки, поэтому нет необходимости изготавливать его из антикоррозийного материала. Форма наконечника может быть острой либо закругленной для лучшего соскальзывания с препятствий, встречающихся в грунте. Вместо изготовления наконечника можно обжечь конец трубки с заполнителем.

Типичный диаметр трубки – 15 мм. Предварительный диаметр сердечника, который прессуют в трубку, должен быть несколько больше, чем внутренний диаметр трубки. Трубка

может быть заполнена (как вариант) текучим материалом затвердевающим внутри, например эпоксидной смолой, полиуретаном или эластомером. Полужесткий наполнитель располагается внутри стальной трубки по всей длине. Более жесткие материалы и более толстые стенки трубки снижают гибкость стержня и уменьшают способность электрода обходить препятствия в грунте, что ведет к поломкам. С другой стороны, чрезмерно пластичные материалы не обеспечивают достаточной прочности стенок, необходимой для забивки на достаточную глубину (около 2,3 м). Для забивки электрода предусмотрена съемная наковальня, имеющая плечо, упирающееся в конец трубки, и выступ, сопрягающийся с внутренним диаметром трубки и сердечником.

## Монтаж заземлителей

### *Монтаж вертикальных заземлителей*

Способ монтажа вертикальных заземлителей зависит от габаритов электродов заземления, характера грунта и его состояния во время монтажа (талый, мерзлый), времени года и климатических условий, количества погружаемых электродов, удаленности объектов между собой и баз механизации, наличия и возможности получения механизмов и приспособлений, необходимых для монтажа.

Учитываются также сравнительные характеристики механизмов и стоимость их эксплуатации, объемы выполняемых работ и конкретные условия их выполнения.

#### *Рациональные способы монтажа:*

- ♦ для талых, мягких грунтов – вдавливание и ввертывание стержневых электродов, забивка и вдавливание профильных электродов;
- ♦ для плотных грунтов – забивка электродов любого сечения; для мерзлых грунтов – вибропогружение;
- ♦ для скальных и мерзлых грунтов при необходимости глубокого погружения – закладка в пробуренную скважину.

Сопротивление растеканию забитого электрода минимальное; сопротивление электрода, смонтированного ввертыванием, на 20-30 % выше; сопротивление электрода, заложённого в готовую скважину и засыпанного рыхлым грунтом, может оказаться еще выше, что не позволит ввести электроустановку в эксплуатацию.

Сопротивление электродов увеличивается незначительно при вдавливании в грунт и при погружении вибраторами и превышает сопротивление забитых электродов лишь на 5-10 %. Через 10-20 дней сопротивление электродов, погруженных вибраторами, вдавленных и забитых, начинает выравниваться. Значительно больше времени требуется для восстановления структуры грунта и уменьшения сопротивления электродов, ввернутых в грунт, особенно при применении уширенного наконечника на электроде, что облегчает погружение, но разрыхляет грунт.

При забивке можно применять стальные электроды любого профиля – уголковые, квадратные, круглые, однако наименьший расход металла (при одинаковой проводимости) и наибольшая устойчивость к грунтовой коррозии (в случае равного расхода металла) достигаются при использовании стержневых электродов из круглой стали.

При забивке в обычные грунты на глубину до 6 м экономично применять стержневые электроды диаметром 12–14 мм. При глубине до 10 м, а также при забивке коротких электродов в особо плотные грунты необходимы более прочные электроды диаметром от 16 до 20 мм.

Чтобы забить электроды глубже, чем на 10–12 м, применяют механизмы ударно-вибрационного действия – вибраторы, с помощью которых электроды легко погрузить даже в промерзший грунт.



Вибраторами можно погрузить электроды значительно глубже, чем при ввертывании и вдавливании, что особенно важно для грунтов с высоким удельным сопротивлением (порядка 1000 Ом) и глубоким уровнем грунтовых вод (более 9 м), например для сухих песков, в которых сопротивление электрода по мере заглубления очень резко снижается.

Если при проектировании грунт не зондировали и его электрические характеристики неизвестны, во избежание лишней работы монтаж глубинных заземлителей рекомендуется проводить в следующей последовательности:

1) подготовить отрезки электрода, их длину принять соответственно конструкции используемого механизма;

2) забить нижний отрезок электрода;

3) измерить сопротивление растеканию забитого отрезка;

4) приварить следующий отрезок электрода;

5) забить второй отрезок и снова выполнить измерение;

6) продолжать работу до достижения нужной проводимости.

Как и любой другой способ, ввертывание электродов имеет свои преимущества и недостатки, определяющие его применение в конкретных условиях. Несомненным преимуществом является сравнительная легкость освоения механизированных приспособлений (ручных электросверлильных машин, малых бензодвигателей), которые позволяют заглублять электроды лишь на сравнительно небольшую глубину, что в ряде случаев увеличивает число электродов и расход металла. Мощность этих приспособлений небольшая, и для облегчения ввертывания приходится применять наконечники на электродах, разрыхляющие грунт, что резко увеличивает электрическое сопротивление грунта на период, пока его структура не восстановится. Необходимость быстрого ввода в эксплуатацию вызывает увеличение числа погружаемых электродов для достижения нужной проводимости заземлителя и, как следствие, дополнительный расход металла.

Но несмотря на это, способ ввертывания во многих случаях позволяет быстро и экономично смонтировать заземляющее устройство.

Вертикальные глубинные заземлители обеспечивают хорошую проводимость за счет контакта с нижними слоями грунта, особенно если они обладают увеличенным сопротивлением. Горизонтальные заземлители незаменимы по причине отсутствия механизмов для монтажа вертикальных электродов в скальных, гравийных и других грунтах. Если же скальный грунт закрыт слоем земли, то выполнение горизонтального или «лучевого» заземлителя может оказаться менее трудоемким и сравнительно дешевым.

Горизонтальные заземлители прокладывают и для соединения смонтированных вертикальных электродов в общий сложный заземлитель или контур заземления.

Для молниезащиты часто применяют лучевые заземлители. Хорошую проводимость в летнее время может обеспечить горизонтальный заземлитель, проложенный в торфяном или другом хорошо проводящем талом верхнем слое земли. То же относится и к сезонным электроустановкам, работающим в летнее время.

Конструктивно горизонтальные заземлители могут быть выполнены из круглой, полосовой или любой другой стали. Предпочтение следует отдавать круглой стали, которая при тех же массе и проводимости имеющей меньшую поверхность и большую толщину, вследствие чего обладает меньшей коррозионной уязвимостью. Кроме того, круглая сталь дешевле и ее легче монтировать. Поэтому для протяженных заземлителей, как и для вертикальных электродов, при устройстве которых не предъявляется специальных требований по термической устойчивости, по количеству уносимого металла и др., рекомендуется применять малоуглеродистую круглую сталь.

Способ монтажа горизонтальных заземлителей выбирают в зависимости от объема работ, удаленности объектов строительства от баз механизации, характера грунта, наличия и возможности получения механизмов и других факторов.

Если вблизи объектов имеются водоемы, на дне водоемов укладывают протяженные заземлители, а от них прокладывают соединительные кабельные или воздушные линии к объектам.

В стесненных условиях, например при монтаже горизонтальных перемычек между 2?3 вертикальными электродами, для укладки коротких горизонтальных заземлителей траншею зачастую копают вручную.

## Виды электромонтажных, электроустановочных и электротехнических материалов

### Электромонтажные изделия

**Электромонтажными** называются изделия, позволяющие произвести монтаж электропроводки. К ним относят: дюбеля, скобки, полосы и полосы-пряжки, электромонтажные трубки ХВТ из поливинилхлоридного пластика, гильзы ГАО, колпачки изолирующие из полиэтилена, крюки для подвески светильников, изолятор ТФ-16 (телефонный фарфоровый), фарфоровые втулки, воронки, кабельные концевые наконечники (рис 12).

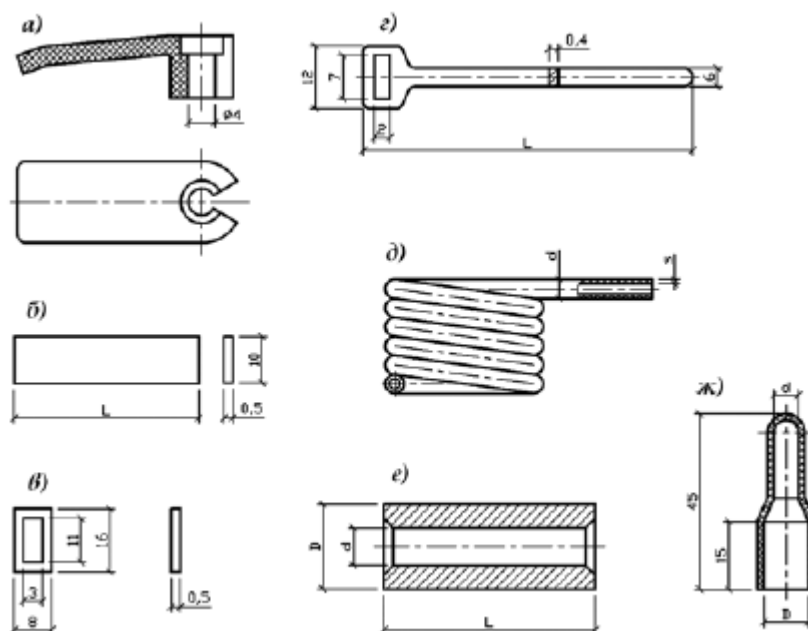


Рис. 12. Электромонтажные изделия:

*a* – скобки У641 и У642; *б* – полосы; *в* – пряжки; *г* – полосы-пряжки; *з* – электромонтажные трубки; *е* – гильзы ГАО; *ж* – изолирующие колпачки

**Дюбеля** незаменимы при монтаже электропроводок. Предназначаются для крепления опорных конструкций, коробок, элементов открытых электропроводок и т. д. и подразделяются на стальные гвоздеобразные ручной забивки типа ДГР, пластмассовые и распорные, с волокнистым наполнителем.

**Дюбеля ручной забивки (ДГР)** выпускают со стержнем диаметром 3,5 мм, длиной 25, 35 мм, а в последние годы появились дюбеля длиной 100 мм и более. Допустимая нагрузка на дюбель составляет 100–800 Н (10–80 кгс). В основание дюбеля забивают молотком или при помощи оправки.

Дюбеля типов У656-У678 представляют собой пластмассовую гильзу, в которой установлен болт или винт. Крепление дюбеля в гнезде осуществляется за счет гильзы при вкручивании в нее болта или винта.

**Скобки** различных марок применяют для крепления плоских проводов и кабелей сечением до 6 мм<sup>2</sup> при открытой и скрытой прокладке.

К кирпичным или бетонным основаниям скобки прикрепляют дюбель-гвоздями диаметром 3,5 мм с применением оправки.

**Полоски и полоски-пряжки** применяют для крепления кабелей и проводов к строительным основаниям при открытой прокладке. Под провода подкладывают изоляционные прокладки из электрокартона или аналогичного материала так, чтобы он выступал в обе стороны от полоски.

**Электромонтажные трубки ХВТ из поливинилхлоридного пластика** применяют для изоляции проводов и жил кабелей. Внутренний диаметр трубки указывается в обозначении и составляет 3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 или 22 мм, толщина стенки – от 0,4 до 1,15 мм.

**Гильзы ГАО** применяют для соединения однопроволочных жил и проводов и кабелей сечением  $2,5 \div 10 \text{ мм}^2$ . Гильзы – это алюминиевые трубки, внутренняя поверхность которых может быть смазана в заводских условиях кварцевазелиновой пастой.

**Колпачки изолирующие из полиэтилена** предназначены для изоляции мест соединений проводов сечением до  $4 \text{ мм}^2$  в ответвительных коробках электрических сетей. Места соединений, выполненных скруткой, сваркой или опрессовкой в гильзах, смазывают клеем или битумной массой для надежного закрепления на них колпачков и предохранения от коррозии, затем на них надевают изолирующие колпачки.

**Крюки для подвески светильников (рис 13)** выбирают в зависимости от конструктивного исполнения плит перекрытий. В железобетонные перекрытия, имеющие пустоты, устанавливают так называемые «ломающиеся» крюки типов У623, У628: коромысло крюка вертикально устанавливают в отверстие, пробитое в плите перекрытия; под действием силы тяжести коромысло поворачивается и занимает в пустоте перекрытия горизонтальное положение, закрепляя крюк.

В деревянные перекрытия вкручивают крюки с резьбой по дереву. В условиях дачного строительства при отсутствии крюков заводского изготовления используют самодельные.

Размеры крюка для подвеса бытовых светильников: внешний диаметр полукольца – 35 мм, расстояние от перекрытия до начала изгиба – 12 мм, диаметр прутка при изготовлении крюка из круглой стали – 6 мм. Полукольцо крюка, изготовленного из прутка диаметром 4 мм, начинает разгибаться при нагрузке 500 Н (50 кг). На такой крюк можно подвешивать светильники массой не более 10 кг.

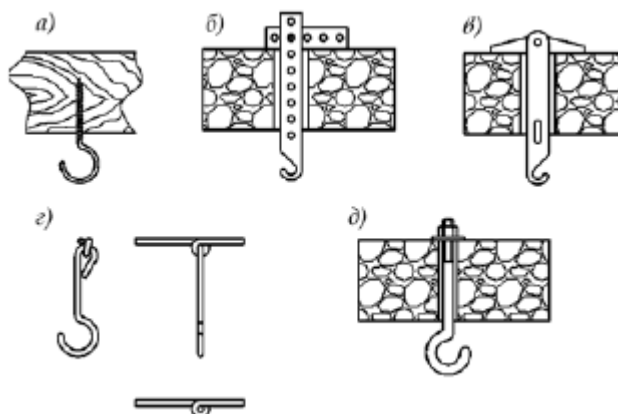


Рис. 13. Крюки для подвески светильников:

а – типов У623 и У628; б – типов У625 и У629; в – к деревянному перекрытию; г – проволочный

Металлические крюки изолируют, надевая на них поливинилхлоридную трубку. Крюки, вкручиваемые в деревянные перекрытия, изолировать не надо.

Крюк КН-16 (из стали) применяют при устройстве вводов в здание. На штыревом конце крюка имеется девять выступающих ершей или насечек высотой  $0,7 \div 1,2 \text{ мм}$ , равно-

мерно расположенных по окружности в три ряда и обращенных остриями вниз. При монтаже крюки вворачивают в опору всей нарезной частью плюс 10?15 мм. Отверстия выполняют на глубину 0,75 длины нарезной части.

**Изолятор ТФ-16** (телефонный фарфоровый) устанавливают на штырь крюка при помощи полиэтиленового колпачка. При отсутствии колпачков изолятор наворачивают на штыревую часть крюка, на которую по ходу резьбы наматывают ровным слоем паклю. Изолятор наворачивают до конца, а затем отворачивают на пол-оборота для предотвращения раскола изолятора при воздействии ветровых нагрузок.

**Фарфоровые втулки** разных типоразмеров (ВТК-9, ВТК-11, ВТК-13, ВТК-16, ВТК-18, ВТК-20, ВТК-23, ВТК-30) предназначены для оконцевания изоляционных трубок при выходе из стен и перекрытий, а также для защиты проводов и кабелей от повреждений. Цифры, следующие за буквами в обозначении втулок, указывают внутренний диаметр втулки в мм.

**Воронки В-2, В-6, В-10, В-16, В-25, В-35** служат для выполнения вводов с наружной стороны проходов в сырые и особо сырые помещения, а также используются при обходе препятствий открытыми проводами и для вывода проводов наружу при скрытой прокладке. В деревянных стенах втулки и воронки плотно вставляют в отверстия, сделанные буром.

**Кабельные концевые наконечники (рис. 14)** предназначены для оконцевания медных многопроволочных жил сечением 1–2,5 мм<sup>2</sup>.

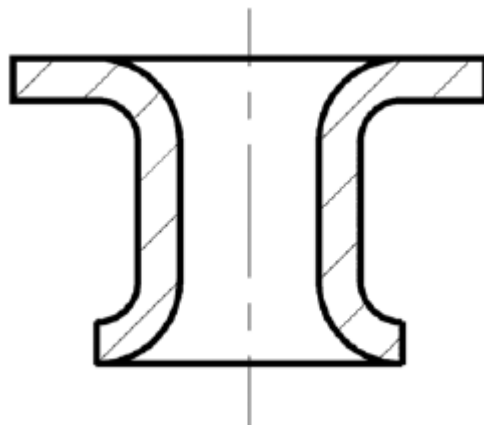


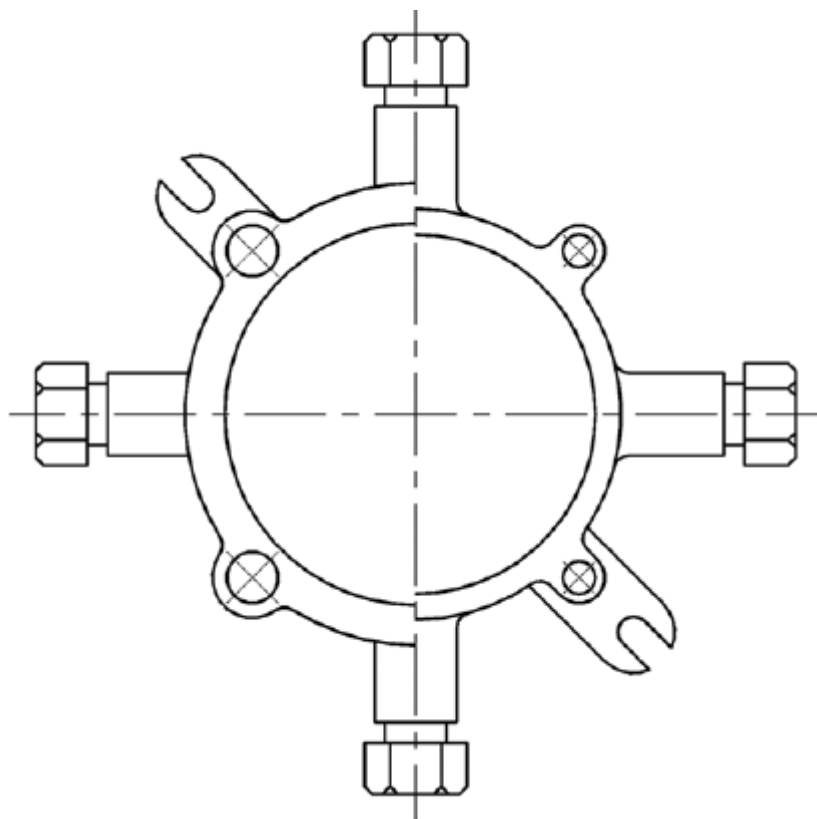
Рис. 14. Наконечник кабельный кольцевой

На жилах концевые наконечники закрепляются обжатием. Изоляционная лента предназначена для изолирования токопроводящих частей. Чаще всего применяют прорезиненную одностороннюю ленту шириной 10, 15 или 20 мм. Основой изоляционной ленты является пропитанная клеем составом хлопчатобумажная ткань.

К электромонтажным изделиям относятся также ответвительные коробки, силовые ящики, квартирные щитки.

**Ответвительные коробки (рис. 15)** предназначены для ответвления, протяжки и соединения проводов при открытой и скрытой прокладке и представляют собой металлические или пластмассовые корпуса, закрытые или металлическими пластмассовыми крышками. Некоторые коробки имеют утонения, выламываемые на монтаже для ввода проводов, или надрубы.

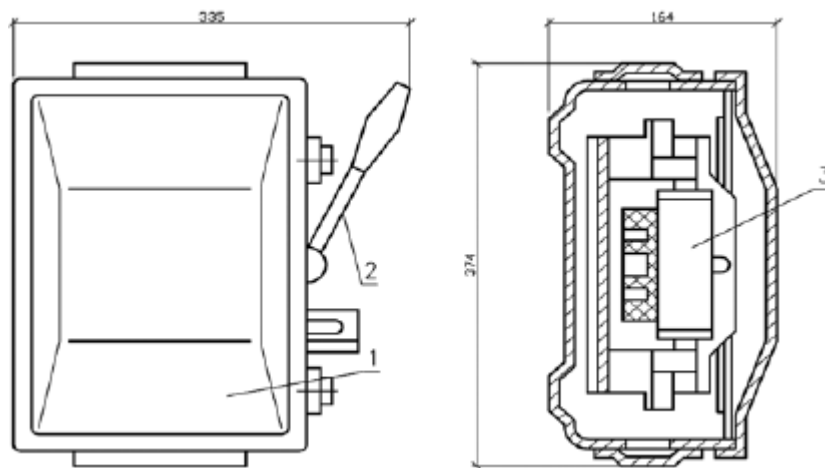
Для скрытой проводки, выполняемой проводами АППВ и аналогичными, применяют коробки типов У197, У198, У419, У191. Для открытых проводок, выполняемых плоскими проводами и проводом АПРФ, используют коробки У191, У194, У419, а для проводок, выполненных кабелями АВВГ, АНРГ, – коробки КОР-73.



**Рис. 15. Ответвительная коробка:**

Коробки и закладные кольца для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток при скрытой электропроводке представляют собой металлический или пластмассовый корпус. Закладные кольца замоноличивают в стеновые панели на домостроительных комбинатах, но их можно устанавливать и при монтаже.

**Силовые ящики (рис. 16)** служат вводными устройствами для защиты электроприемников и распределения электрической энергии, а также для оперативных отключений.



**Рис. 16. Силовой ящик:**

1 – корпус; 2 – рубильник; 3 – предохранители

В строительстве часто применяют ящики ЯВП2-60 и ЯРВМ-6122. Можно применять и другие ящики аналогичной конструкции, например типа ЯРП11-302 или ЯБПВУ-1м.

Выпускаются ящики для эксплуатации при температуре воздуха от  $-40$  до  $+45$  °С или от  $-10$  до  $+40$  °С.

Ящики монтируют на стене с наружной стороны дома в вертикальном положении, рукоятка рубильника располагается обычно справа. Допускается отклонение ящика от рабочего положения до  $5^\circ$  в любую сторону.

Обычно конструкция ящиков обеспечивает блокировку рубильника с крышкой таким образом, что при включенном рубильнике крышку невозможно открыть, а при открытой крышке рубильник невозможно включить без нарушения блокировки. Ящики допускают ввод и присоединение сверху или снизу бронированных и небронированных кабелей и проводов в трубах с алюминиевыми или медными жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией с сечением жил до  $50 \text{ мм}^2$  на фазу при номинальном токе 100 А.

При присоединении построек к электрической сети в цепочку (рис. 17) ящик соединяют следующим образом: к вводным зажимам рубильника присоединяют по два провода. Сечение проводника, присоединяемого от первого ящика к последующему, составляет не более половины сечения проводника, присоединенного к первому ящику со стороны сети.

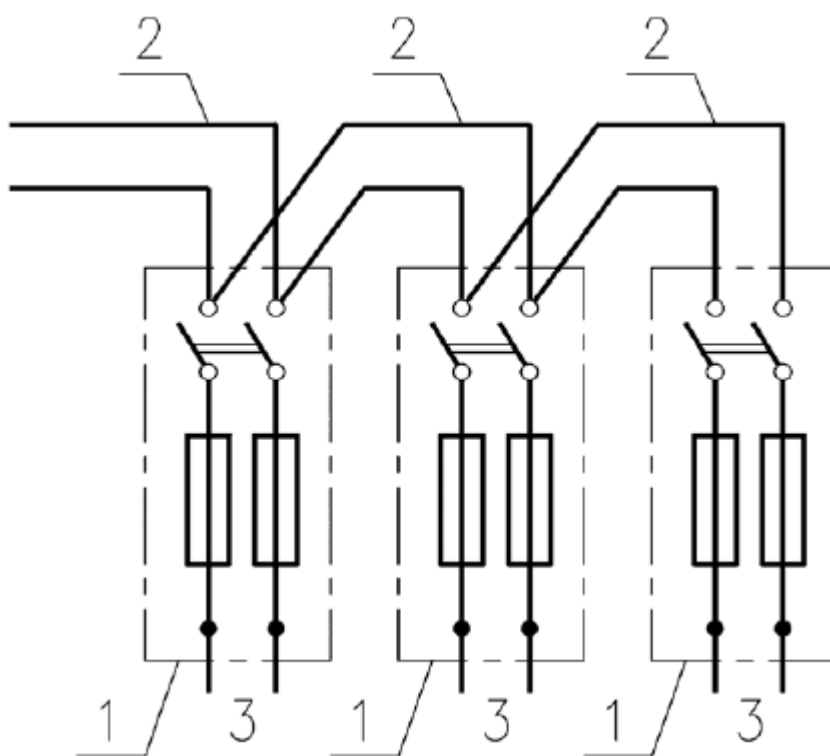


Рис. 17. Схема присоединения приусадебных построек в цепочку:

1 – распределительный ящик; 2 – кабель; 3 – провода к квартирному щитку

У некоторых конструкций ящиков предусмотрено запирание рукоятки рубильника в положении «отключено» висячим замком.

В домах частной постройки и в квартирах используются так называемые квартирные щитки.

**Квартирные щитки** предназначены для распределения и учета электрической энергии, а также для защиты отходящих линий при перегрузках и коротких замыканиях.

Щитки эксплуатируются при температуре окружающего воздуха от  $+1$  до  $+40^\circ\text{C}$ , относительной влажности воздуха до 80 % при температуре  $25^\circ\text{C}$  и при более низких температурах без конденсации влаги в окружающей среде, не содержащей газов, жидкостей и пыли в концентрациях, нарушающих работу щитков. Рабочее положение щитка – вертикальное, с отклонением не более  $1^\circ$ .

На щитках устанавливают автоматические выключатели переднего присоединения типов АЕ 1000, АБ-25, ВАН с номинальным током расцепителей 16 и 25 А или однополюс-

ные резьбовые предохранители, пакетный выключатель, используемый в качестве вводного аппарата, и счетчик.

Некоторые щитки изготавливают с нулевой шиной, имеющей зажимы для присоединения медных или алюминиевых жил сечением, равным сечению фазных проводов. Однополюсные плавкие резьбовые предохранители состоят из основания с крышкой, крепежных деталей и плавких вставок.

Сменные плавкие вставки заводского изготовления представляют собой заполненные песком фарфоровые или стеклянные трубки, на концы которых надеты металлические колпачки, соединенные между собой плавким мостиком (калиброванной проволокой).

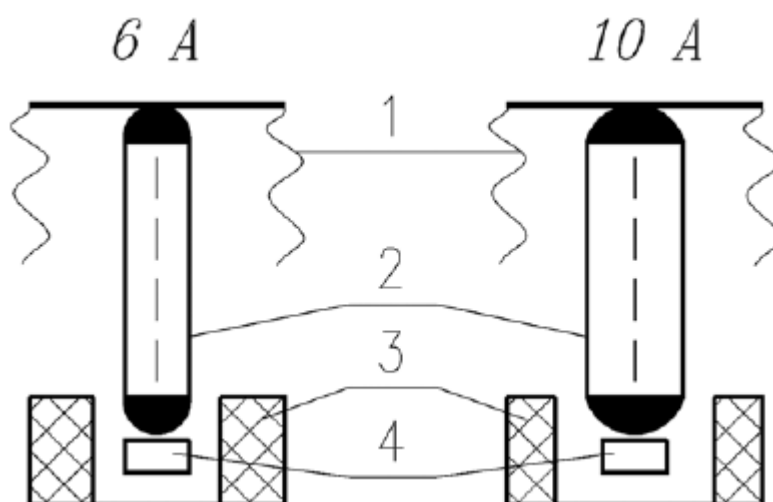
Номинальные токи плавких вставок исполнения I – 6 и 10 А; исполнения II – 6, 10, 16, 20, 25, 40 и 60 А.

При прохождении через плавкие вставки тока, превышающего в 1,6–2 раза номинальный (в зависимости от исполнения), они плавятся в течение 1 ч, при прохождении токов КЗ срабатывают сразу же и прерывают электрическую цепь.

При перегорании плавкой вставки ее следует заменить. Для этого плавкие вставки устанавливают в головку предохранителя (рис. 18). Головки исполнения II имеют индикаторы срабатывания.

На фарфоровом основании предохранителя закреплена контактная пластина, один конец которой размещен в контрольной фарфоровой гильзе с отверстием в центре. Диаметр отверстия выполняют таким, что в него входит плавкая вставка только определенного диаметра (диаметр вставки определяется ее номинальным током): чем он больше, тем больше номинальный ток. В предохранителях на 6 А диаметр отверстия равен 7 мм, и в него можно установить плавкую вставку диаметром 6 мм. Установить в такой предохранитель плавкую вставку на номинальный ток 10 А, диаметр которой 8 мм, не удастся, так как при этом замкнутая электрическая цепь не позволит конструктивное исполнение контрольной гильзы, которое предотвращает возможные ошибки при эксплуатации и монтаже.

Контрольные гильзы в предохранителях на номинальный ток 20 и 60 А не устанавливают. Контрольные гильзы и индикаторы срабатывания окрашивают в зависимости от номинального тока плавкой вставки. Так, для 10 А гильза синяя, для 15 и 40 А – зеленая и для 6 и 25 А не окрашивается.



**Рис. 18. Размещение плавких вставок в предохранителе:**

1 – головка предохранителя; 2 – плавкая вставка; 3 – контактная пластина; 4 – контрольная фарфоровая гильза

Защитными средствами энергосистемы дома служат предохранители и автоматические выключатели.



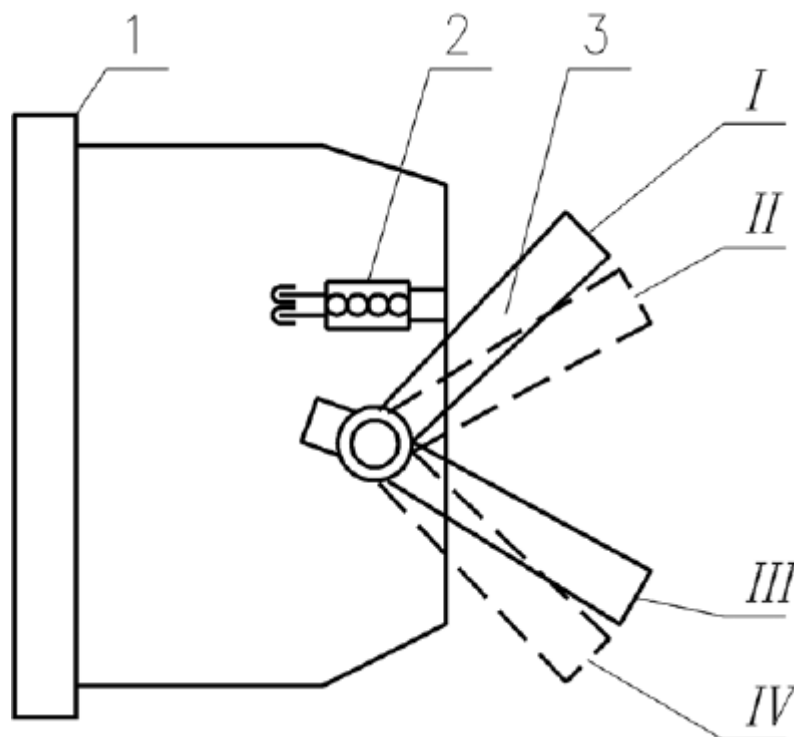
**Резьбовые предохранители** серии ПАР-6,3 или ПАР-10 имеют ряд преимуществ перед плавкими предохранителями: они обеспечивают более совершенную защиту, не требуют замены, просты в управлении. **Автоматические предохранители** имеют термобиметаллические и электромагнитные расцепители, осуществляющие защиту электрических цепей от перегрузок и токов короткого замыкания. При прохождении тока, в 2 раза превышающего номинальный, предохранитель срабатывает в течение 2,5 мин. Электромагнитный элемент имеет отсечку (мгновенное отключение) при 7-10-кратном токе по отношению к номинальному.

**Автоматические выключатели (рис. 19)** АБ-25 м и АЕ-1000 предназначены для защиты однофазных осветительных сетей от токов перегрузки и короткого замыкания, а также для включения и отключения этих цепей вручную.

Автоматический выключатель АЕ-1031 состоит из основания, крышки, механизма свободного расцепления, расцепителя максимального тока (теплого, электромагнитного или комбинированного) и дугогасительного устройства, представляющего собой камеру с деионной решеткой из стальных пластин. Электромагнитный расцепитель максимального тока срабатывает только при коротком замыкании без выдержки времени. Электромагнитный расцепитель содержит сердечник, якорь и возвратную пружину. При коротком замыкании якорь притягивается к сердечнику и воздействует на отключающий элемент, вызывая быстрое срабатывание (отключение) выключателя. Тепловой расцепитель срабатывает с обратозависимой от тока выдержкой времени при перегрузках и коротком замыкании.

Автоматический выключатель АБ-25 м имеет тепловой расцепитель, биметаллический термоэлемент которого соединяется последовательно с коммутирующей контактной системой. При возникновении токов короткого замыкания или перегрузке термоэлемент изгибается, освобождая при этом рычаг механизма отключения; выключатель срабатывает, контакты размыкаются. Номинальные токи расцепителей устанавливаются на заводе-изготовителе и в процессе эксплуатации не регулируются. Изменять установки расцепителей нельзя.

При перегрузке или токах короткого замыкания, превышающих установку тока срабатывания, контактная система отключается автоматически, причем вне зависимости от того, будет или не будет удерживаться рукоятка управления вручную. Иными словами, механизм свободного расцепления выключателей обеспечивает мгновенное замыкание или размыкание контактной системы при автоматическом или ручном управлении.



**Рис. 19. Выключатель автоматический:**

1 – корпус; 2 – указатель срабатывания; 3 – рукоятка управления.

Позиции рукоятки управления: I – включен; II – выключатель отключился автоматически; III – отключение вручную; IV – взвод для автоматического срабатывания

На автоматическое отключение выключателей указывает рукоятка управления, которая устанавливается в соответствующее положение. Для включения выключателя после срабатывания рукоятку необходимо перевести в положение взвода для автоматического срабатывания, а затем перевести в положение «включен».

Для защиты от перенапряжения (через предохранители и автоматические выключатели) и учета потребляемой электроэнергии используют **счетчики**. Они бывают одно- и трехфазными.

Устанавливают счетчик в соответствии с требованиями ПУЭ. В месте крепления кожуха счетчика должна быть пломба с клеймом, указывающим срок его проверки.

При установке трехфазных счетчиков давность пломбы должна быть не более 12 месяцев, однофазных – не более 2 лет. Внешний вид счетчиков должен свидетельствовать о правильности его хранения. Крышку колодки для подключения проводов пломбирует служба владельца сетей при допуске счетчика к эксплуатации или при его замене. Ответственность за сохранность и целостность счетчика и пломб на нем несет потребитель. Владелец сетей обеспечивает плановую замену счетчиков, принятых на обслуживание, в сроки, установленные Госстандартом.

При нарушении проводки к счетчику и его повреждении по вине потребителя ремонт, замену и проверку аппарата оплачивает потребитель. Кроме того, энергоснабжающая организация имеет право требовать приобретения нового электросчетчика взамен поврежденного.

*Для нормальной работы счетчика нужно соблюдать следующие требования:*

- ♦ Счетчик нужно расположить в сухом помещении с температурой в зимнее время не ниже 0 °С. Загромождать подход к счетчику нельзя.
- ♦ Высота от пола до места подключения проводов к счетчику 0,8–1,7 м.

♦ Не допускается размещать на счетчике какие-либо предметы. Как правило, место для счетчика выбирают вблизи входной двери на стене, имеющей достаточно жесткую конструкцию.

♦ Счетчик следует устанавливать на специальной щитке вместе с необходимыми коммутационными и защитными аппаратами.

♦ Счетчики допускается крепить на деревянных, пластмассовых или металлических щитках, при этом аппараты защиты линий, отходящих от него, можно монтировать отдельно, но не далее 10 м по длине проводки.

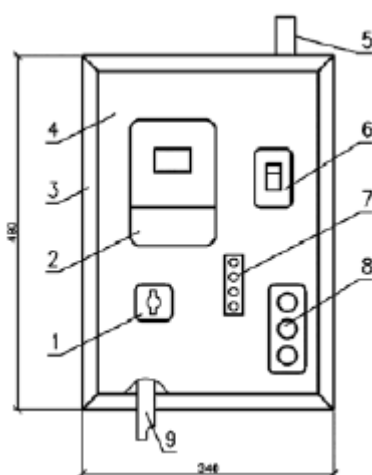
Для безопасной установки или замены счетчика нужно предусмотреть возможность отключения питающих проводов. Расстояние от счетчика до отключающего его коммутационного или защитного аппарата не должно превышать 10 м. Обычно этому требованию отвечает вводное устройство, но лучше использовать пакетный выключатель на щитке, общем со счетчиком.

При однофазном ответвлении необходим счетчик однофазного тока на 220 В и номинальную силу тока 5 или 10 А.

Однофазный счетчик предназначен для непосредственного учета потребляемой энергии в однофазных цепях переменного тока частотой 50 Гц и рассчитан на работу при номинальном напряжении 127 или 220 В. Номинальные значения напряжения (127 или 220 В), токов (5, 10 или 20 А), перегрузочная способность, постоянная счетчика указаны на его щитке.

На щитке счетчика указывается также наибольшая допустимая сила тока, которая в 3-3,5 раза больше номинальной, например для счетчика на силу тока 5 А наибольшая допустимая сила тока – 15-17 А, для счетчика на 10 А – 30-34 А.

При трехфазном ответвлении применяют трехфазный счетчик для четырехпроводной сети напряжением 380/220 В на 5 или 10 А. При этом допускается использовать три однофазных счетчика на 220 В. Проводку от вводного устройства к щитку со счетчиком выполняют кабелем или изолированными проводами в металлической трубе без каких-либо сращиваний, паяк и других нарушений цельности провода. Сечение жил принимают в зависимости от мощности токоприемников, но не менее 4 мм<sup>2</sup> для алюминиевых проводов и 2,5 мм<sup>2</sup> для медных.



**Рис. 20. Трехфазный учетно-распределительный щиток:**

1 – трехполюсный выключатель; 2 – трехфазный счетчик для четырехпроводной сети; 3 – кожух; 4 – приборная панель; 5 – отходящие кабели; 6 – автоматический выключатель трехфазной группы; 7 – планка с зажимами для нулевых проводов; 8 – резьбовые предохранители однофазных групп; 9 – питающий кабель

Если владельцем электрической сети не оговорена предельно допустимая сила тока, то защита во вводном устройстве или на ответвлении должна отключать ток, длительно превышающий 25 А, т. е. номинальный ток плавкой вставки или ток установки автоматического выключателя должен быть 20 или 25 А.

При монтаже электропроводки, подключаемой к счетчику, необходимо оставлять концы проводов длиной не менее 120 мм. Изоляция или оболочка нулевого провода на длине 100 мм перед счетчиком должна иметь отличительную окраску.

В зависимости от расположения помещений в доме проводку от вводного устройства к счетчику можно вести как по наружным стенам, так и внутри здания. Проход трубы через стену уплотняют битумом или цементно-алебастровым раствором. Для защиты провода (кабеля) в месте его прохода через стену применяют отрезок металлической или пластмассовой трубы. На концы трубы с наружной стороны надевают воронку, с внутренней – втулку. Защиту от проникновения влаги обеспечивают битумной заливкой.

**Учетно-распределительные щитки** крепятся к стене или устанавливаются в нише (в каменных постройках). Однофазные щитки выпускают с выключателем и без него, на две и на три отходящие группы, с резьбовыми предохранителями (пробками) и автоматическими выключателями.

Широко распространенные однофазные щитки прежних выпусков с аппаратами защиты в обоих отходящих проводах, применять в электропроводке опасно, а в условиях приусадебного хозяйства недопустимо.

Трехфазные учетно-распределительные щитки (рис. 20) выпускают с выключателями со стороны ввода, а на отходящих линиях могут быть плавкие предохранители либо автоматы.

## Электроустановочные устройства

**Электроустановочными устройствами** называются выключатели и переключатели (кроме пакетных), штепсельные розетки, патроны, предохранители и колодки с зажимами.

Схемы соединения и включения в сеть выключателей и переключателей представлены на рис. 21.

Контактные зажимы для присоединения проводов к электроустановочным устройствам, эксплуатируемым в стационарных установках, выполняют так, что к ним можно подсоединять как медные, так и алюминиевые жилы проводов. Зажимы обеспечивают постоянство контактного нажатия и предотвращают выдавливание жилы из-под зажима.

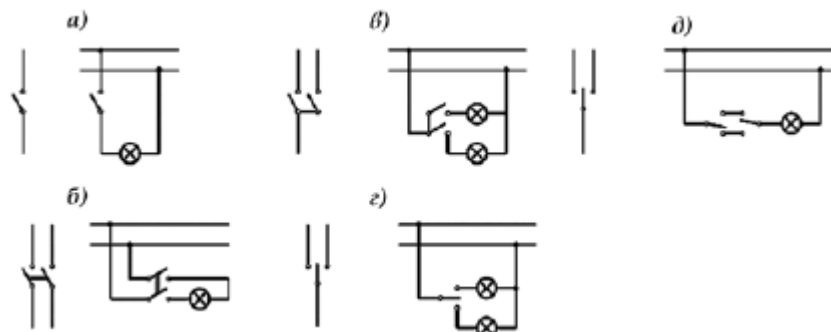


Рис. 21. Схемы соединения и включения в сеть выключателей и переключателей :

а – выключатель однополюсный; б – выключатель двухполюсный; в – выключатель двойной; г – переключатель; д – выключатель для управления с двух мест

Различают зажимы винтовые и штыревые. Винтовые имеют контактный винт с цилиндрической головкой, пружинящее устройство и устройство, предотвращающее выдавливание

ние жилы (предохранительную шайбу). Штыревые зажимы состоят из шпильки с резьбой, ограничительной шайбы, двух обыкновенных шайб и трех гаек.

К винтовым и штыревым зажимам присоединяют однопроволочные и многопроволочные жилы.

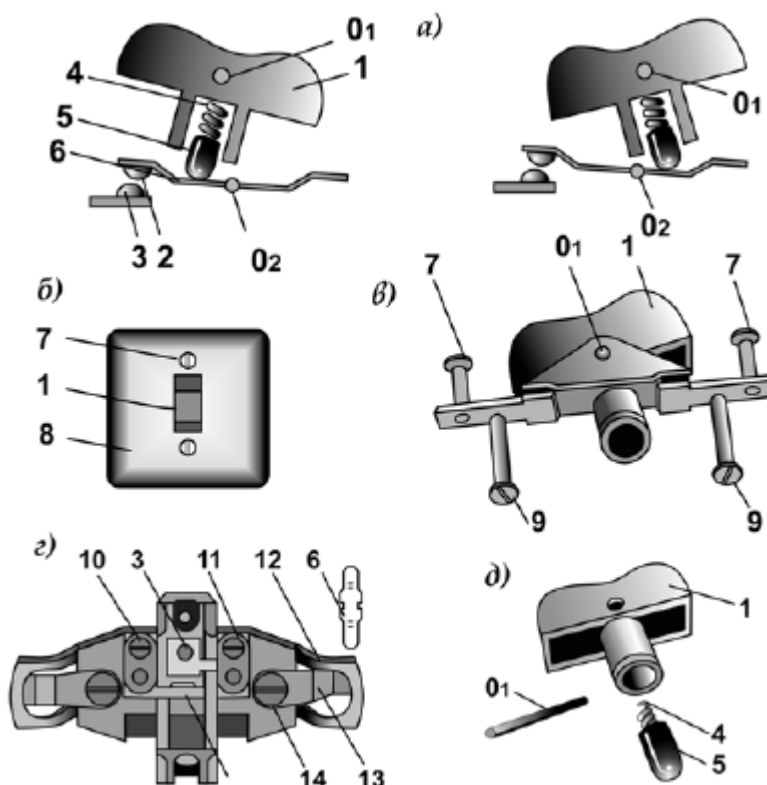
По способу установки выключатели и переключатели разделяют на изделия для открытой, скрытой и полускрытой установки, подвесные, проходные, встраиваемые в прибор и подпотолочные.

По роду привода – на одно- и двухклавишные, перекидные, поворотные, ползунковые, одно- и двухкнопочные и со шнурком.

По способу защиты от влияния внешней среды – на защищенные и брызгозащищенные.

Одно- и двухклавишные брызгозащищенные выключатели и переключатели открытой установки эксплуатируют в сухих и влажных помещениях, остальные выключатели и переключатели – только в сухих.

К основанию одноклавишного выключателя для скрытой установки (рис. 22) винтами прикреплены монтажная скоба и распорные лапки, предназначенные для закрепления основания в монтажной коробке или нише. Отверстия в распорных лапках выполнены продолговатыми, и в зависимости от того, насколько ввинчены винты лапок, расстояние между их концами изменяется в пределах 10 мм. На основании установлены также зажимы для проводов, один из которых соединен с неподвижным контактом, а второй – с подвижным, взаимодействующим с клавишей выключателя, размещенной на оси. Крышка выключателя крепится к основанию винтами.



**Рис. 22. Выключатель с клавишным приводом для скрытой установки:**

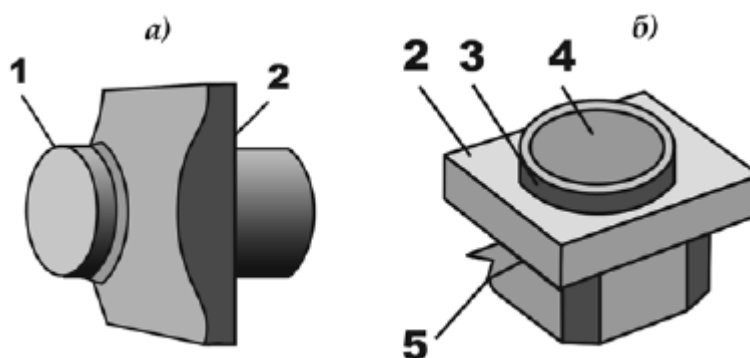
а – принцип действия; б – общий вид; в, г – устройство; 1 – клавиша; 2 и 3 – подвижный и неподвижный контакты; 4 – пружина; 5 – толкатель; 6 – рычажок; 7, 9, 14 – винты; 8 – крышка; 10, 11 – зажимы для проводов; 12 – скоба; 13 – распорные лапки;  $O_1$  и  $O_2$  – оси

Выключатели для открытой установки не имеют монтажной скобы и распорных лапок. Для их крепления в основании выключателя есть отверстия.

Клавиши выключателей могут быть покрыты люминофором, благодаря чему они хорошо видны в темноте.

Выключатели, совмещенные со светорегуляторами (регуляторами тока) – бесконтактными приборами, дают возможность плавно регулировать освещенность лампами мощностью 60-100 Вт от нескольких процентов до практически полной с минимальными потерями мощности.

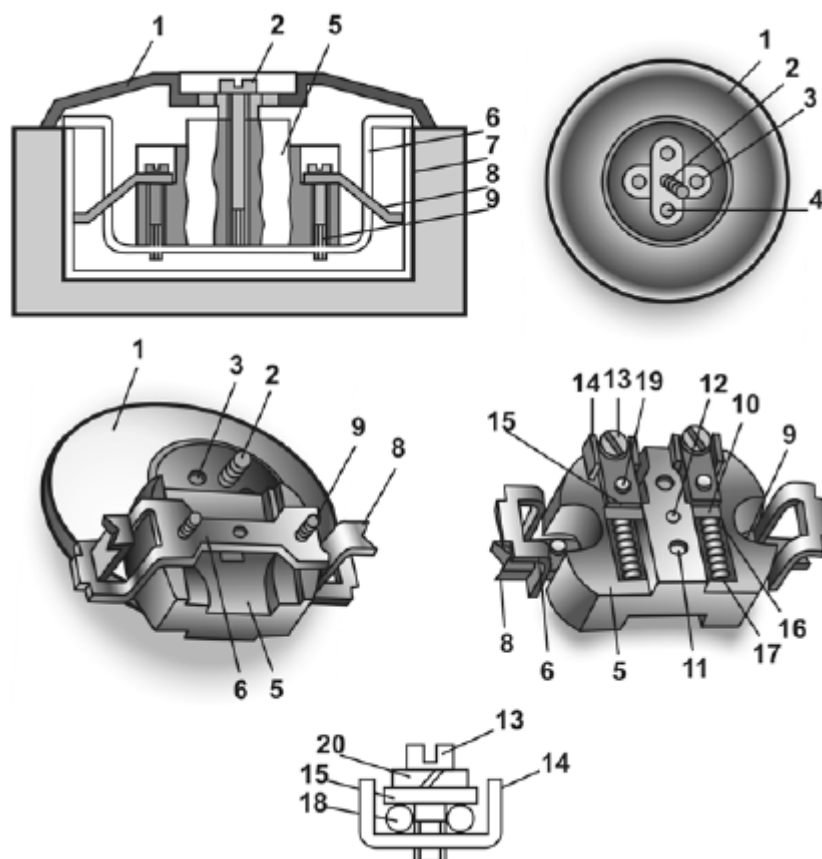
Типы выключателей, совмещенные со светорегуляторами: 1 – для регулирования освещенности рукоятку нужно вращать, а для включения-отключения – нажимать (рис. 23 а); 2 – сенсорный (чувствительный) привод (рис. 23 б). В корпусе 2 этого регулятора собрана электронная схема, которая срабатывает при прикосновении к металлической пластине 4 – при этом лампа включается. При следующем прикосновении электронная схема возвращается в исходное положение, и лампа гаснет. Освещенность регулируют вращением обоймы 3.



**Рис. 23. Выключатели, совмещенные со светорегуляторами (регуляторами тока):**  
а, б – типы выключателей; 1 – регулировочная рукоятка; 2 – корпус; 3 – регулировочная обойма; 4 – металлическая пластина; 5 – распорные лапки

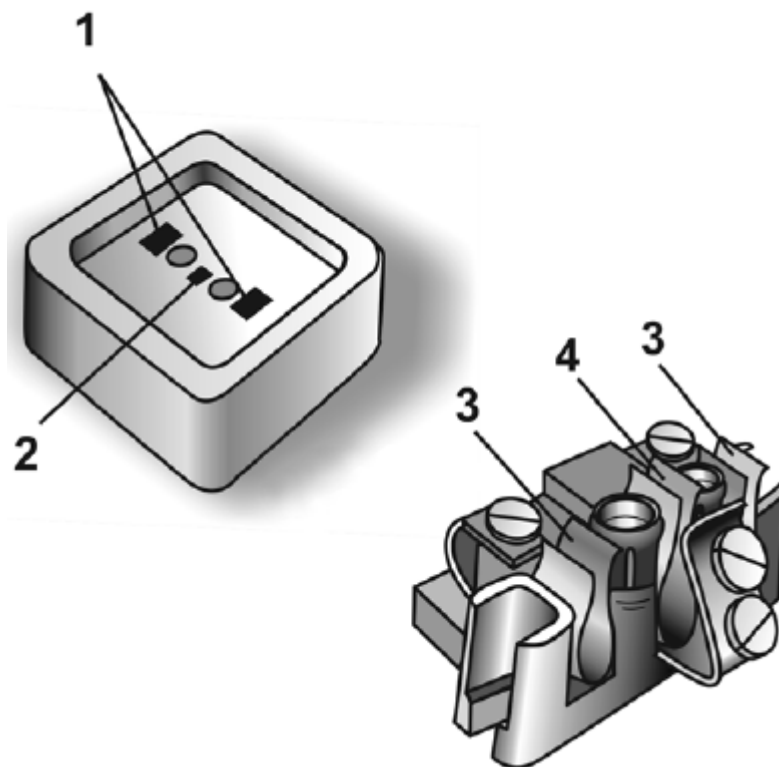
Выключатель-светорегулятор устанавливают в коробку для скрытой проводки. Для его крепления в коробке выключатель имеет распорные лапки.

Штепсельные розетки для стационарной скрытой (рис. 24) и открытой установки могут быть одностепенными и двухстепенными; защищенными, брызгозащищенными, герметическими, пыленепроницаемыми; с защитным (заземляющим или зануляющим) контактом (рис. 25) или без него (в зависимости от того, требует ли зануления (заземления) корпус присоединяемого прибора).



**Рис. 24. Штепсельная розетка для скрытой установки:**

1 – декоративная крышка; 2 – винт крепления крышки; 3 – отверстия; 4 – направляющие выступы; 5 – корпус; 6 – монтажная скоба; 7 – монтажная коробка; 8 – распорные лапки; 9 – винты; 10 – контактные узлы; 11 – отверстия корпуса; 12 – сквозное отверстие для винта 2; 13 – контактный винт; 14 – скоба; 15 – пластина; 16 – упор; 17 – пружина, препятствующая выдавливанию провода; 18 – провод; 19 – винт; 20 – шайба



**Рис. 25. Штепсельная розетка с защитным (заземляющим, зануляющим) контактом:**

1 – отверстия для штифтов вилки; 2 – отверстия для защитного штифта; 3 – гнезда штифтов питающих проводов; 4 – гнездо заземляющего штифта

Переносные штепсельные розетки применяются в удлинителях, разветвителях, а также для присоединения бытовых приборов.

Штепсельная розетка для скрытой установки крепится распорными лапками. Конструктивные особенности: достаточное нажатие на штифты вилки обеспечивается пружиной, один конец которой упирается в корпус, а другой – в упор; узел присоединения проводов предотвращает их выдавливание, а постоянство нажатия поддерживает пружинная шайба.

Штепсельная розетка для открытой установки отличается от розетки для скрытой установки узлом крепления и формой крышки.

Штепсельные розетки с зануляющим контактом предназначены для питания электроплит и бытовых электроприборов, требующих зануления (бытовых кондиционеров и т. п.). Два отверстия, выполненные в крышке розетки, служат для рабочих штифтов вилки, к которым присоединены питающие провода, а одно отверстие – для защитного (зануляющего) штифта. Защитный штифт длиннее рабочих, благодаря чему при введении вилки сначала зануляется корпус прибора, а затем только происходит его включение. При выдвижении вилки сначала отключается прибор, и только после этого снимается зануление корпуса.

Электроустановочные блоки выключателей с розеткой получили большое распространение (рис. 26) благодаря удобству в эксплуатации.



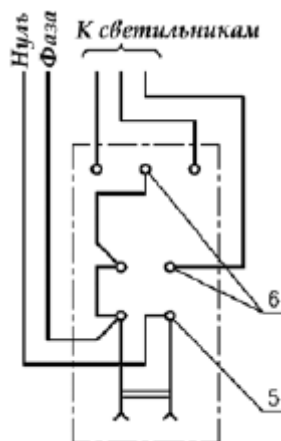


Рис. 26. Схема присоединения блока выключателя с розеткой:

5 – контактные зажимы розетки; 6 – контактные зажимы выключателей

Конструктивно блоки выключателей с розеткой представляют собой металлическую или пластмассовую коробку, в которой смонтированы два или три выключателя и штепсельная розетка; электроустановочные блоки часто устанавливают в прихожей или коридоре, используют для управления освещением ванной и туалета. Габариты коробки блока БВР-2 (БВР-3), встраиваемой в стену, – 81х147х28 мм, коробки блока БСУЗ – 190х88х44 мм.

Корпус резьбового патрона обычно выполняют из керамики или пластмассы (карболита). В корпусе размещены резьбовая гильза и вкладыш. На вкладыше закреплены боковые и центральный контакты. К гильзе, если она находится под напряжением, нельзя прикасаться, благодаря чему патроны безопасны. Выпускаются патроны подвесные, потолочные, для установки на стене.

## Электротехнические материалы

Подключение для получения электроэнергии невозможно без применения различных электротехнических материалов и изделий – проводов, кабелей, электроизоляционных материалов, установочных и крепежных изделий, мастик и лаков, припоев и т. д.

Провода и кабели служат для передачи электрической энергии, а также для соединения различных элементов электроустановки.

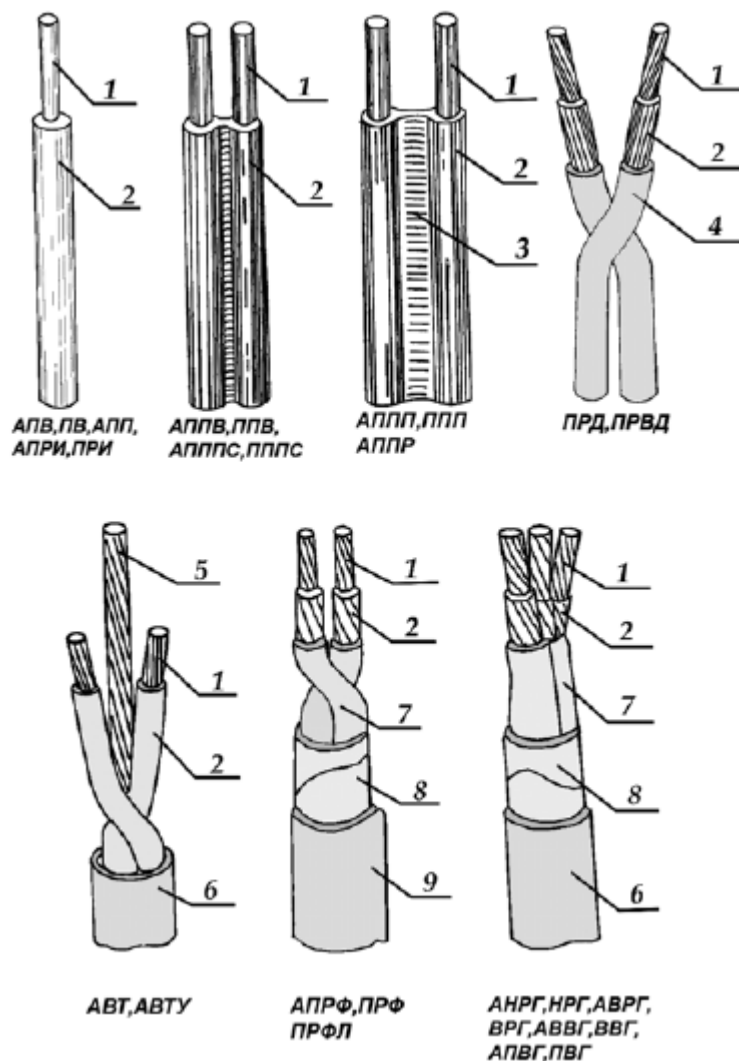
### Провода

**Проводом** называют металлический проводник электрического тока, состоящий из одной или нескольких токопроводящих жил. Токопроводящая жила состоит из одной (однопроволочная) или нескольких проволок (многопроволочная), скрученных вместе. Провода с многопроволочными токопроводящими жилами обладают большей гибкостью, чем провода с однопроволочными жилами.

Жилы проводов применяемые в электроустановках изготавливают из алюминия и меди. По соображениям экономии применяют преимущественно провода с алюминиевыми жилами.

Стандартные сечения токопроводящих медных жил проводов: 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 800 мм<sup>2</sup>. Алюминиевые жилы проводов изготавливают по этой же шкале сечений начиная с 2,5 мм<sup>2</sup>.

Медные жилы сечением до 10 мм<sup>2</sup> и алюминиевые до 25 мм<sup>2</sup> бывают однопроволочными и многопроволочными, жилы больших сечений – только многопроволочными.



**Рис. 27. Конструкции проводов:**

*а* – ПВ, АПВ; *б* – ППВС, АППВС, ППС, АППС; *в* – ППВ, АППВ, ППП, АППП, АППР; *г* – ПР, АПР; *д* – ПРД, ПРВД; *е* – ПУНП; *ж* – ПРФ, ПРФЛ, АПРФ; 1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция жилы; 3 – разделительное основание; 4 – оплетка из хлопчатобумажной ткани; 5 – оплетка для ПРД из хлопчатобумажной пряжи, для ПРВД из ПВХ пластиката; 6 – оболочка из ПВХ – пластиката; 7 – обмотка хлопчатобумажной пряжей; 8 – скрутка жил и обмотка бумажной пряжей; 9 – металлическая оболочка с фальцованным швом из сплава АМЦ или латуни

Провода бывают голые (без изоляции) и изолированные. 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 хлопчатобумажной оплеткой, пропитанной противогнилостным составом. Изоляция проводов, проложенных на вибрирующих механизмах или в местах, где есть риск повреждения, защищается дополнительно оплеткой из стальной оцинкованной проволоки.

*Марки и характеристики некоторых проводов:*

А – голый, алюминиевый, многопроволочный, диапазон сечений жил, мм – 16-625;  
 АС – голый, алюминиевый, многопроволочный, со стальным сердечником из оцинкованной проволоки, 16-400;  
 АСУ – то же, 120-400;

М – провод голый, медный, сечением 4,6 и 10 мм<sup>2</sup>, однопроволочный; 16 мм<sup>2</sup> и выше, многопроволочный – 4-400;

ПРГ – провод с медной гибкой жилой и резиновой изоляцией, в оплетке из пряжи х/б, 0,75-400;

ДПРГ – провод гибкий, двухжильный, с резиновой изоляцией в общей оплетке из хлопчатобумажной ткани, 0,5-10.

ПРФ, АПРФ – ПРФ медный и АПРФ алюминиевый с одной, двумя или тремя изолированными резиной жилами, обмотанными прорезиненной тканью и покрытыми металлической оболочкой, 1-4;

ПРШП – медный, с резиновой изоляцией, обмотанный прорезиненной тканью, с количеством жил 1-3, 4-10, 5-30 сечения соответственно 1-95, 1-10, 1-2,5;

ПРТО – медный, с резиновой изоляцией, с пропитанной оплеткой из пряжи х/б, 1-120;

АПРТО – то же, но алюминиевый, 2,5-400;

ПВ – провод с одной медной жилой, с поливинилхлоридной изоляцией, 0,75-95;

ППВ – провод плоский, медный, негибкий, из 2?3 параллельных жил, изолированных и разделенных поливинилхлоридным пластиком, 0,75-2,5;

ППГВ – то же, с медными жилами, гибкий, 0,75-2,5;

АППВ – то же, с алюминиевыми жилами, 2,5-6;

АПВ – алюминиевый с поливинилхлоридной изоляцией, 2,5-120.

*Применение и способы прокладки голых и изолированных проводов:*

провода марок М, А, АС, АСУ применяют для прокладки воздушных линий напряжением до 1000 В и выше; способ прокладки – на изоляторах, укрепленных на опорах;

ПР, АПР – осветительные и силовые сети внутри помещений и вне зданий, в пожароопасных помещениях и во вторичных цепях – в изоляционных трубках, на изоляторах, по бетонным и металлическим поверхностям с прокладкой под провода изолирующих материалов;

ПРГ – присоединение электрических машин, аппаратов и приборов внутри и вне зданий, прокладка по станкам – в металлических рукавах;

ПВ, АПВ – осветительные и силовые сети внутри помещений (сухих, сырых, особо сырых, с парами минеральных кислот и щелочей) при температуре окружающей среды не выше +40 °С, осветительные щиты, пусковые ящики, закрытые шкафы для вторичных цепей – в трубках, на изоляторах, по металлическим и бетонным поверхностям с прокладкой под проводами изолирующих материалов;

ПГВ – осветительные и силовые сети, вторичные цепи, проводки по станкам и механизмам при наличии масел и эмульсий – в трубках и металлических рукавах;

ПРТО, АПРТО – осветительные и силовые сети во взрывобезопасных помещениях по вибрирующим поверхностям машин, агрегатов и кранов и в случаях, когда вскрытие трубопроводов представляет большие трудности, а также во вторичных цепях – в стальных трубках и металлических рукавах;

ПРП, ПРШП – осветительные и силовые сети, вторичные цепи, электропроводки станков и механизмов при наличии механических воздействий на провод и отсутствии воздействия на провод масел и эмульсий – открыто с закреплением скобами;

ПРФ, АПРФ – осветительные и силовые сети в сухих помещениях при наличии угрозы легких механических воздействий на провод, а также в тех случаях, когда открытая проводка должна быть выполнена по архитектурным соображениям незаметной – открыто с закреплением скобами;

АР, АРД – зарядка осветительных арматур в сухих помещениях при напряжении до 220 В между жилами в том случае, если от проводов не требуется гибкости – внутри и поверх осветительных арматур;

ДПРГ – зарядка осветительных арматур вне зданий и в сырых помещениях при напряжении до 220 В в том случае, если провода должны обладать гибкостью – внутри осветительных арматур;

ППВ, АППВ – осветительные проводки внутри сухих и сырых помещений по стенам и потолкам в сетях с номинальным напряжением до 500 В – открыто с закреплением гвоздями или скобами;

АППВС – проводки в сухих и сырых помещениях в сетях напряжением до 660 В – скрытая прокладка под штукатуркой.

## Определение сечения жил проводов

Для точного определения сечения жил проводов, выбора выключателей, розеток, аппаратов защиты и учета электроэнергии необходимо знать протекающие по ним токи, величина которых зависит от схемы проводки и мощности потребителей.

В качестве примера расчета токов воспользуемся расчетной электрической схемой (рис. 28).

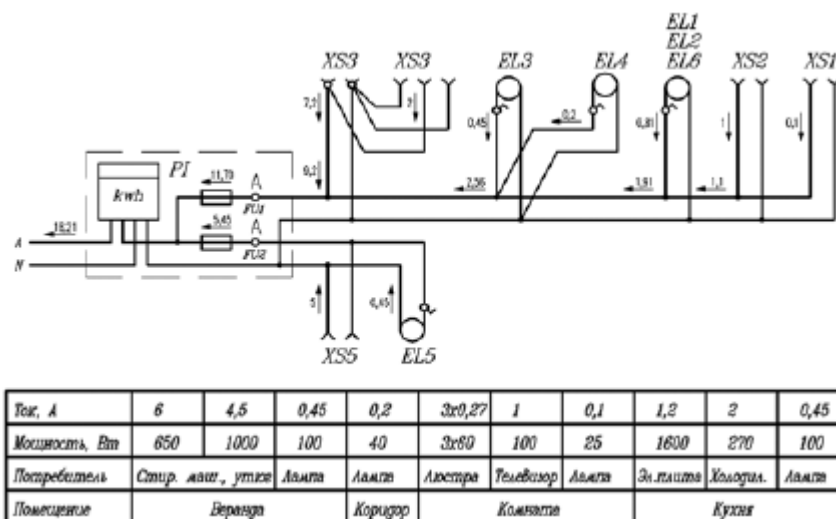


Рис. 28. Расчетная электрическая схема жилого дома

Токи потребителей электроэнергии можно взять из паспортов и инструкций. Если этих данных нет, их можно вычислить, разделив мощность электрического прибора в ваттах на номинальное напряжение питания (обычно 220 В). При определении тока однофазного электродвигателя полученную величину следует умножить на 2, чтобы учесть коэффициент полезного действия и реальные токи, потребляемые из сети.

Расчет ведут против потока энергии – от дальнего потребителя к щитку (в нашем случае расчет надо вести от настенный светильник к щитку). По проводам розетки X51 до ответвления X52 протекает только ток лампы настенного светильника, равный 0,1 А. Далее к нему добавляются токи телевизора (1 А), люстры (0,81 А). Значит, по проводам, введенным в комнату, протекает суммарный ток 1,91 А. Если вести расчет дальше, выяснится, что наибольшей нагрузкой в линии является электроплита с током 7,2 А, а по проводам ответвления к розеткам X53 и X54 течет суммарный ток плиты и холодильника 9,2 А. Наиболее нагружены провода на участке от места ответвления к розеткам X53 и X54 до щитка. По ним и по плавкой вставке предохранителя FU1 течет суммарный ток всех нагрузок линии, равный примерно 12 А.

Расчет второй линии дает величину тока, протекающего по проводам ее головного участка и плавкой вставке предохранителя FU2 (6, 45 А). А через счетчик проходит суммарный ток обеих линий – около 19 А.

Токи в фазном и нулевом проводах по величине одинаковы. Направления токов на участках проводки, показанные около фазных проводов, взяты произвольно.

При составлении схемы учитывалось следующее.

Электрические нагрузки значительной мощности размещены поближе к вводному щитку, чтобы провода к их розеткам не имели соединений и были максимально короткими. При значительном удалении мощной нагрузки от щитка ее ток вызовет падение напряжения в протяженных проводах линии. Напряжение на других потребителях будет меняться при включении и выключении мощной нагрузки, что проявится в мигании ламп освещения, изменении яркости экрана телевизора и т. д. А при короткой линии к мощному потребителю, выполненной проводами с большим сечением жил, такие эффекты будут минимальными.

Из токов двух потребителей, подключаемых к розетке X55 – стиральная машина и утюг, – в расчет взят, создающий большие нагрузки для проводки.

Корпуса большинства электроплит, жарочных шкафов должны быть занулены. Для их подключения нужна розетка с защитным зануляющим контактом, которую устанавливают в кухне.

Подсчет токов потребителей показывает, что через предохранители FU1 и FU2 потекут токи 11, 76 и 6,45 А. Эти показатели важны при выборе номинальных токов плавких вставок предохранителей.

Надо иметь в виду, что реальные токи через предохранители и счетчик будут меньше, так как в доме редко включаются все потребители одновременно, однако выбор проводов, аппаратов защиты и учета электроэнергии надо вести применительно к такому случаю.

А теперь стоит рассмотреть выбор сечения жил проводов.

Провода проводки при протекании по ним тока имеют температуру, большую температуры окружающей среды. Она не действует отрицательно на металл проводов, но разрушает изоляцию на них, которая при нагреве стареет, становится хрупкой, трескается и осыпается.

На нагрев жил проводов влияют способ прокладки проводов, их число, размещение рядом, материал изоляции. Эти факторы должны учитываться при выборе сечения жил, которое позволило бы обеспечить питание потребителей без перегрева проводов.

Из двух величин сечения жил проводов, выбранных по условиям нагрева длительно протекающим током и механической прочности, для монтажа выбирается наибольшая.

**Пример выбора сечения жил проводов.** Исходные данные (токи на участках проводки по нашей расчетной схеме): провод – АПРФ с 2 или 3 алюминиевыми жилами в резиновой изоляции в фальцованной оболочке из алюминия; способ прокладки – по поверхности стен и потолков.

*Выбор по условиям нагрева.* Сечение жил проводов ввода от изолятора на наружной стороне стены дома до счетчика –  $2,5 \text{ мм}^2$  (длительно допустимый ток – 21 А, расчетный – 18, 21 А). Сечение жил проводов от щитка до розеток X53, X54 –  $2,5 \text{ мм}^2$  (длительно допустимый ток – 21 А, расчетный 11,76 А). Провод АПРФ выпускается с жилами не менее  $2,5 \text{ мм}^2$ , поэтому он применим и на всех других участках, где токи меньше, чем токи в головных участках первой линии.

*Выбор по условию механической прочности.* Наименьшее допустимое сечение алюминиевых жил защищенных проводов, присоединяемых к винтовым зажимам, –  $2 \text{ мм}^2$ , минимальное допустимое сечение алюминиевых жил проводов ввода –  $4 \text{ мм}^2$ .

Сечение жил проводов ввода в здание выбирается по условию механической прочности –  $4 \text{ мм}^2$ . Сечение жил проводов от щитка до розеток X53, X54 –  $4 \text{ мм}^2$ . Это решение

выглядит нерациональным, так как провода с сечением жил  $2,5 \text{ мм}^2$  допускают длительное протекание тока до 21 А без перегрева, а расчетный ток не превышает 12 А. Но раз придется приобретать провод сечением  $4 \text{ мм}^2$  для ввода в дом, то есть смысл и самый нагруженный участок проводки от щитка до розетки электроплитки выполнить проводами большего сечения, что снизит их нагрев и уменьшит колебания напряжения в сети. Для всех остальных участков проводки можно использовать провод с сечением жил  $2,5 \text{ мм}^2$ .

## Кабели

**Кабелем** называют одну или несколько изолированных и скрученных между собой жил, заключенных в герметичную оболочку, поверх которой могут быть наложены различные защитные покрытия.

По назначению кабели подразделяют на силовые и контрольные.

**Силовые** предназначены для передачи и распределения электрической энергии к различным токоприемникам и РУ, **контрольные** – для присоединения к электрическим приборам, аппаратам и сборкам зажимов (в сетях управления, сигнализации и автоматизации).

По виду изоляции и оболочки кабели подразделяют на следующие группы:

- 1) с пропитанной бумажной изоляцией в металлической оболочке;
- 2) с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в металлической оболочке;
- 3) с пластмассовой изоляцией в пластмассовой или металлической оболочке;
- 4) с резиновой изоляцией в пластмассовой, резиновой или металлической оболочке.

В каждой группе кабели подразделяют по номинальному напряжению, сечению, числу и материалу жил и типу защитного покрова.

Кабели изготавливают в соответствии с действующими государственными (ГОСТ) и отраслевыми стандартами (ОСТ) и техническими условиями (ТУ) на номинальное напряжение 0,66; 1; 3; 6; 10; 20 и 35 кВ и сечениями токопроводящих жил 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800 и  $1000 \text{ мм}^2$ . (Кабели высокого напряжения на 110 кВ будут рассмотрены ниже.)

Токопроводящие жилы кабелей изготавливают из медной проволоки марок ММ (мягкая) и МТ (твердая) и алюминиевой марок АМ (мягкая), АПТ (полутвердая), АТ (твердая) и АТП (повышенной твердости). Проволоки скручивают в стренгу (часть гибкой многопроволочной жилы, скрученной из нескольких проволок) или в жилу. При правильной скрутке проволока в жиле, в стренге, а также стренги в жиле должны прилегать друг к другу, при этом не должно быть перекрещиваний проволок или стренг, расположенных в одном повиве.

В зависимости от гибкости жилы кабелей делят на шесть классов.

Для неподвижной прокладки кабелей применяют жилы I, II и III классов, для подвижной – более гибкие жилы – IV, V и VI классов.

Для силовых кабелей стационарной прокладки изготавливают жилы круглой, фасонной или комбинированной формы.

Применение секторных и сегментных жил вместо круглых позволяет уменьшать диаметр кабеля на 20-25 % и соответственно сокращать расход других материалов (на изоляцию, оболочку и защитные покрытия).

В зависимости от условий прокладки кабелей применяют алюминиевые или медные жилы.

Медные однопроволочные жилы изготавливают круглыми для сечений  $1,5$ – $50 \text{ мм}^2$  и фасонными для сечений  $25$ – $50 \text{ мм}^2$ ; многопроволочные жилы – круглыми для сечений  $16$ – $1000 \text{ мм}^2$  и фасонными для сечений  $25$ – $300 \text{ мм}^2$ .

Алюминиевые однопроволочные жилы изготавливают круглыми для сечений 2,5-240 мм<sup>2</sup>, фасонными для сечений 25-240 мм<sup>2</sup>, многопроволочные жилы – круглыми для сечений 70-1000 мм<sup>2</sup>, фасонными для сечений 70-240 мм<sup>2</sup>.

Применение однопроволочных алюминиевых жил сечением до 240 мм<sup>2</sup> уменьшает стоимость кабелей (исключается скручивание отдельных проволок), но увеличивает их общую жесткость, что создает определенные трудности при прокладке.

В обозначение кабелей с однопроволочными жилами после цифры, указывающей сечение, добавляют буквы «ож».

Для изготовления токопроводящих жил применяют в основном алюминий. Сопротивление алюминиевого провода при одинаковом сечении в 1,65 раза больше медного, поэтому для передачи по кабелю одинаковой мощности при одном и том же напряжении сечение токопроводящей алюминиевой жилы следует брать больше медной. Кроме того, у алюминиевых токопроводящих жил более низкий предел текучести и большая теплоемкость по сравнению с медными.

## Изоляция кабелей

Изоляция кабеля должна иметь электрическую прочность, исключаящую возможность электрического пробоя при напряжении, на которое рассчитан кабель. Для изолирования жил кабелей между собой и от наружных металлических оболочек применяют бумажную, пластмассовую и резиновую изоляцию.

**Бумажная пропитанная изоляция** жил кабелей имеет хорошие электрические характеристики, продолжительный срок службы, сравнительно высокую допустимую температуру и невысокую стоимость, поэтому находит наибольшее применение. К недостаткам следует отнести гигроскопичность, которая обуславливает необходимость тщательного изготовления и полной герметичности оболочек и муфт кабелей.

Из многослойной упрочненной кабельной бумаги на основе сульфатной целлюлозы марки КМП-120 изготавливают изоляцию для силовых кабелей напряжением до 35 кВ. Можно изготавливать изоляцию из двухслойной бумаги марок К-080, К-120, К-170 или многослойной – КМ-120, КМ-140 и КМ-170. Толщина бумаги соответственно составляет 80, 120, 140 и 170 мкм.

Жилы обматывают бумажными непропитанными лентами. Наиболее распространена обмотка с зазором, которая позволяет в некоторых пределах изгибать кабель без опасности повреждения бумажной изоляции. Во избежание ухудшения электрических характеристик изоляции зазоры между витками соседних лент, расположенных сверху (по вертикали), не должны совпадать. При наложении большого количества лент избежать совпадений зазоров не удастся, поэтому число совпадений нормируют. Допускается не более трех совпадений лент бумаги и изоляции жила – жила или жила – оболочка (экран) в кабелях напряжением 6 кВ, не более четырех для кабелей 10 кВ, не более шести для кабелей 35 кВ.

Бумажная изоляция должна накладываться плотным, без складок и морщин, наличие которых приводит к образованию пустот, воздушных включений, снижающих надежность кабелей.

Толщина изоляционного слоя на силовые кабели нормируется ГОСТом и зависит от номинального напряжения и сечения жил кабеля. Для увеличения электрической прочности на поясную изоляцию кабелей напряжением 6 и 10 кВ, на жилы и поверх изоляции кабелей напряжением 20 и 35 кВ накладывают экран из электропроводящей бумаги.

Цифровое обозначение или отличительную расцветку имеют в многожильных кабелях верхние ленты изоляции жил.

При цифровом обозначении на верхнюю ленту первой жилы наносят цифру 1, второй – 2, третьей – 3, четвертой – 4. При отличительной расцветке номеру 1 соответствует белый или желтый, номеру 2 – синий или зеленый, номеру 3 – красный или малиновый, номеру 4 – коричневый или черный цвета.

Изолированные жилы многожильных кабелей скручивают, заполняя промежутки между ними изоляционными материалами до получения круглой формы. На скрученные изолированные жилы накладывают поясную изоляцию бумажными лентами определенной толщины.

Бумажную изоляцию кабелей вначале сушат, затем пропитывают маслосиликоновыми составами: МП-1 для кабелей напряжением 10 кВ и МП-2 – 20–35 кВ. Пропиткой достигается увеличение электрической прочности бумажной изоляции.

**Пластмассовую изоляцию** применяют для силовых кабелей. Ее изготавливают из полиэтилена или поливинилхлорида (ПВХ).

Хорошими механическими свойствами в широком интервале температур, стойкостью к действию кислот, щелочей, влаги и высокими электроизоляционными характеристиками обладает полиэтилен. В зависимости от способа получения полиэтилена различают полиэтилен низкой и высокой плотности. Полиэтилен высокой плотности имеет большие по сравнению с полиэтиленом низкой плотности температуру плавления и механическую прочность. Полиэтилен низкой плотности размягчается при температуре около 105 °С, высокой плотности – 140 °С. Введение в полиэтилен органических перекисей и последующая вулканизация значительно повышают его температуру плавления и стойкость к растрескиванию. Вулканизирующийся полиэтилен незначительно деформируется при 150 °С. Для получения самозатухающего полиэтилена вводят специальные добавки. Для электропроводящих экранов кабелей с полиэтиленовой изоляцией в полиэтилен добавляют полиизобутилен, ацетиленовую сажу и стеариновую кислоту.

Твердый продукт полимеризации – поливинилхлорид – не распространяет горения. Для повышения эластичности и морозостойкости ПВХ в него добавляют пластификаторы – каолин, тальк, карбонат кальция, для получения цветного ПВХ вводят окрашивающие добавки.

ПВХ стареет под воздействием температуры, солнечной радиации и т. п. за счет улетучивания пластификатора (происходит снижение эластичности и холодостойкости).

**Резиновая изоляция** состоит из смеси каучука (натурального или синтетического), наполнителя, мягчителя, ускорителя вулканизации, противостарителя, красителя и др. Для изоляции кабелей применяют резину РТИ-1, имеющую в составе 35 % каучука.

Плюсы резиновой изоляции – гибкость и практически полная негигроскопичность. Недостатки – более высокая стоимость и низкая рабочая температура жилы (65 °С) по сравнению с другими видами изоляции, что снижает допустимую нагрузку на кабель.

Со временем у изоляционных резин наблюдается значительное снижение эластичности и изменение других физико-механических свойств. Старение резиновой изоляции происходит под воздействием различных факторов и является в основном следствием окислительной деструкции (разрушения) содержащегося в резине каучука.

С целью защиты изоляции жил от воздействия света, влаги, различных химических веществ, а также для предохранения ее от механических повреждений кабеля снабжают оболочками.

Лучшими материалами для изготовления оболочек кабелей в отношении герметичности и влагонепроницаемости, гибкости и теплостойкости являются металлы – свинец и алюминий. Кабели с невлагоемкой (пластмассовой или резиновой) изоляцией не нуждаются в металлической оболочке, поэтому их обычно изготавливают в пластмассовой или резиновой



оболочке. Толщина оболочки нормируется и зависит от материала, из которого она изготовлена, диаметра кабеля и условий эксплуатации.

**Свинцовые оболочки** изготавливают из свинца марки С-3 (чистого свинца не менее 99,95 %). Свинец принадлежит к числу весьма тяжелых металлов (плотность 11340 кг/м<sup>3</sup>). Температура плавления – 327,4 °С. Свинец обладает малой механической прочностью и значительной текучестью, что приходится учитывать при вертикальных прокладках кабелей в голой свинцовой оболочке. При повышении температуры текучесть свинца увеличивается.

Нормальный электрохимический потенциал свинца равен -0,13 В, поэтому он обладает малой химической активностью и высокой коррозионной стойкостью.

Минус свинцовых оболочек – малая стойкость против вибрационных нагрузок, особенно при повышенной температуре. Повышения вибростойкости и механической прочности достигают введением в свинец присадки из сурьмы. Свинцовая оболочка кабелей без защитных покровов изготавливается из свинцово-сурьмянистых сплавов марок ССум, ССумТ. Свинцовые оболочки не должны иметь рисков, царапин и вмятин, выводящих их за пределы минимальных допусков по толщине.

**Алюминиевые оболочки** изготавливают методом выпрессовывания из алюминия А-5 чистотой не ниже 99,97 %. Плотность алюминия – 2700 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности – 39,3-49,1 МПа. Алюминиевые оболочки в 2–2,5 раза прочнее и в 4 раза легче, чем свинцовые, имеют повышенную стойкость к вибрационным нагрузкам и обладают высокими экранящими свойствами.

Недостатки алюминиевых оболочек – большие технологические трудности наложения их на кабель и малая стойкость к электрохимической коррозии, что объясняется высоким нормальным отрицательным потенциалом алюминия (-1,67 В).

Коррозия сводится к вытеснению из среды, с которой соприкасается алюминий, ионов водорода и переходу самого алюминия в виде ионов в раствор. Поэтому кабели с алюминиевыми оболочками защищают особо стойкими против гниения покровами, не пропускающими к оболочке влагу.

**Пластмассовые оболочки** изготавливают из шлангового ПВХ-пластиката или полиэтилена. Пластмассовые оболочки сочетают в себе легкость, гибкость и вибростойкость, но через пластмассу постепенно диффундируют водяные пары, что приводит к падению сопротивления изоляции кабелей. Поэтому их применяют в кабелях с негигроскопичной изоляцией из полиэтилена, ПВХ и др. Шланговый пластикат отличается от изоляционного подбором пластификаторов и стабилизаторов, обеспечивающих большую стойкость против светового старения. Для оболочек кабелей применяют ПВХ-пластикат марки 0-40. Оболочки кабелей из ПВХ-пластиката при температуре ниже допустимой становятся жесткими и при ударе могут разрушаться.

Хорошая механическая прочность ПВХ-пластиката позволяет широко применять кабели в оболочке без защитных покровов. Он не распространяет горения, он влаго- и маслостоек, стоек к электрической и химической коррозии. Кабели в такой оболочке просты в производстве и удобны в монтаже.

Полиэтиленовые оболочки кабелей отличаются высокими физико-химическими свойствами, малой влагопроницаемостью и стойкостью против электрической и химической коррозии.

**Резиновые оболочки** изготавливают из маслостойкой резины РШН-2, не распространяющей горения. Резиновые оболочки обладают высокой стойкостью к растягивающим, ударным и крутящим нагрузкам. В качестве наполнителей резин применяют технический углерод (сажу), который защищает ее от действия солнечной радиации.

**Защитные покровы** состоят из подушки, брони и наружного покрова и предназначены для защиты кабелей от механических повреждений и коррозии. В обозначение марки кабеля, не имеющего защитного покрова, добавляется буква «Г».

**Подушки кабеля** представляют собой концентрические слои волокнистых материалов и битумного состава или битума поверх оболочки и предназначены для предохранения оболочек кабеля от повреждения лентами или проволоками брони и защиты ее от коррозии и не имеют обозначения. Усиленную подушку с дополнительной обмоткой двумя пластмассовыми лентами, обеспечивающую защиту от коррозии и блуждающих токов, маркируют буквой «л». Для повышения стойкости против коррозии подушку изготавливают с двумя слоями пластмассовых лент и маркируют цифрой и буквой – «2л». С целью повышения коррозионной и влагостойкости подушки поверх лент из ПВХ-пластиката (и другого равноценного материала) накладывают слой выпрессованного полиэтилена или ПВХ-пластиката. В маркировке этот тип подушки обозначают буквами «п» (полиэтилен) и «в» (ПВХ-пластикат). Защитные покровы без подушки маркируют буквой «б». Минимальная толщина подушки зависит от конструкции, диаметра кабеля и составляет 1,5–3,4 мм.

**Броня** служит для защиты кабелей от механических повреждений. Для кабелей, не подвергающихся в процессе эксплуатации растягивающим усилиям, применяют ленточную броню, которая состоит из двух стальных лент толщиной от 0,3 до 0,8 мм (в зависимости от диаметра кабеля по оболочке) и накладывается так, чтобы верхняя лента перекрывала зазоры между витками нижней ленты. Для кабелей, которые подвергаются растягивающим усилиям, применяют броню из стальных оцинкованных плоских или круглых проволок. Толщина брони из стальных оцинкованных плоских проволок составляет 1,5–1,7 мм, диаметр круглых проволок – 4–6 мм.

**Наружный покров**, в который входит слой битумного состава или битума, пропитанная пряжа и покрытия, предохраняющие витки кабеля от слипания, в маркировке обозначения не имеет. Покров с негорючим элементом в маркировке кабеля имеет букву «Н». С выпрессованным полиэтиленовым защитным шлангом покровы имеют обозначения «Шп», а с ПВХ-шлангом – «Шв». Минимальная толщина наружного покрова зависит от диаметра кабеля и составляет 1,9–3 мм.

## Механизмы для электромонтажных работ

Монтаж электропроводок и установок связан с выполнением таких трудоемких работ, как устройство в стенах и межэтажных перекрытиях гнезд для приборов скрытой проводки, пробивка сквозных отверстий, борозд, затяжка проводов в трубы, соединение жил и т. п. Эти работы выполняются с помощью средств механизации.

Так, дыры пробивают при помощи электромеханизмов и пневматических инструментов, которые оснащены сверлами (пластинами) из твердых сплавов. Электромеханизмы выпускаются на напряжение 220 В переменного тока промышленной частоты и на напряжение 36 В с частотой 200 Гц. Электрифицированные инструменты должны быть с двойной изоляцией.

Относительной безопасностью в работе и сравнительно небольшой (до 6 кг) массой обладают пневматические инструменты, но их применение ограничено вследствие необходимости установки компрессоров и прокладки трубопроводов для подачи сжатого воздуха.

Наиболее распространены следующие электромеханизмы.

**Бороздофрез** – режущий электромеханизм, состоящий из электродвигателя, который присоединяется к электрической сети напряжением 36 или 220 В, дисковой фрезы, армированной пластинами твердого сплава марок ВК-6 или ВК-8, рукояток и направляющих роликов для облегчения перемещения инструмента по обрабатываемой поверхности и обеспечения заданной глубины обработки. С помощью бороздофрез можно делать борозды шириной до 10 и глубиной – 20 мм.

При прокладке проводов на монтаже в трубах приходится гнуть большое количество стальных труб, а затем затягивать в них провода. Эти работы выполняются с помощью **трубогиба** – механизма, предназначенного для гнутья тонкостенных труб, представляющего собой чугунную плиту, на которой закреплены две оси: одна – с большой шестерней и ручьевым сектором, другая – с малой шестерней. Малую шестерню вращают качанием рычага, снабженного храповым устройством. К ручьевому сектору примыкает ролик. Трубу размещают между ручьевым сектором и роликом, закрепляют хомутом, а затем качанием рычага изгибают на требуемый угол.

Данный трубогиб применяется на объектах с небольшим объемом работ. При большом объеме и на заготовительных участках применяют гидравлический трубогиб, который состоит из гидронасоса, гидропресса, оснащенного головкой со сменными роликами и сменным сектором. Трубу устанавливают между роликами головки и сектором, а затем нагнетают масло в рабочий цилиндр гидропресса, в результате чего плунжер перемещается и изгибает трубу.

Существуют гидротрубогибы для изгиба труб диаметром до 20 мм и другого типа для изгиба труб диаметром до 50 мм.

**Труборезом** отрезают излишнюю часть трубы, выходящей из строительных конструкций – перекрытий, фундаментов и др. Необходимость такой резки диктуется отклонениями размеров при строительстве.

Труборез состоит из электрошлифовальной машины и корпуса, внутри которого размещены суппорт с винтовой подачей, абразивный диск и зажимное устройство для закрепления механизма на отрезаемой трубе. Труба зажимается между губками зажимного устройства. Подача суппорта и его отвод от трубы осуществляются вращением маховичка.

Для отрезания труб применяется и так называемая **болгарка**. От описанного трубо-реза отличается отсутствием механизма крепления инструмента на укорачиваемой трубе, что делает инструмент более мобильным.

**ПРТ** служит для затяжки проводов в трубы диаметром 20-50 мм. Состоит из стального корпуса, в котором размещен механизм протяжки, губок, служащих для крепления механизма на трубе, и рукоятки. Для затяжки проводов в трубу механизм ПРТ устанавливают губками на трубе, в которую надо заводить провод, и закрепляют на ней. В зазор между роликами, находящимися внутри корпуса, вставляют проволоку и зажимают ее винтами. Вращением рукоятки заталкивают проволоку в трубу до выхода ее с противоположного конца, закрепляют на конце проволоки затягиваемый в трубу провод и, вращая рукоятку в противоположном направлении, вытягивают проволоку вместе с электропроводом.

Для крепления дюбелями различных электроустановочных изделий и поддерживающих конструкций к бетонным, железобетонным, кирпичным и металлическим основаниям предназначен **монтажный пистолет**. Крепят детали и конструкции либо посредством гайки, накручиваемой на резьбовую часть дюбель-винта, вбитого пистолетом в основание, либо путем пристрелки детали к строительному основанию гвоздем.

Дюбель забивает ударом поршня, разгоняемого в стволе при выстреле, монтажный поршневой однозарядный самовзводный пистолет ПЦ-52.

Основные части пистолета – муфта и коробка. Муфта служит для соединения всех деталей узла, размещения в передней части ствола и раскатателя, соединения с наконечником. В коробке находится ударно-спусковой механизм. Стволы, наконечники, направители, раскататели и поршни являются сменными частями.

С целью крепления применяют термически обработанные стальные дюбель-гвозди ДГП и дюбель-винты ДВП с шайбами для центровки и фиксирования дюбеля в направителе пистолета. В момент выстрела движение поршня тормозится сопротивлением дюбеля. Поршень останавливается в результате упора в головку забитого дюбеля.

Скорость забивания дюбеля составляет 60-80 м/с.

При выстреле в непрочное строительное основание или при ошибочном применении слишком сильного патрона поршень останавливается специальным амортизатором, исключая вылет поршня из пистолета.

Пистолет берут левой рукой за муфту, правой – за рукоятку, прижимают его к поверхности, в которую необходимо забить дюбель, и, не ослабляя нажима на пистолет, указательным пальцем правой руки плавно спускают курок. После выстрела шомполом досылают поршень в крайнее положение и открывают пистолет, при этом стреляная гильза выбрасывается из патронника. Если стреляная гильза осталась в патроннике, ее удаляют вручную шомполом. Если после выстрела окажется, что дюбель забит не полностью и часть его возвышается над пристреливаемой деталью, производят повторный выстрел, при котором новый дюбель в пистолет уже не вставляют.

Для оконцевания наконечниками токопроводящих проводов и кабелей, а также соединения их в гильзах путем опрессовки служат **клещи**. Клещи состоят из прессующей части, блокирующего устройства и рукояток. Для оконцевания и соединения опрессовкой проводов различных сечений в прессующей части клещей устанавливают сменные пуансоны и матрицы, соответствующие прессуемым деталям.

Опрессовка происходит при сжатии рукояток клещей, при этом пуансон и матрица, обжимая находящуюся между ними гильзу или наконечник, прочно соединяют их с проводником.

**Клещи универсальные КУ-1** и комбинированные **КН-5** – многооперационные инструменты. Первые применяют при монтаже электропроводок проводами ППВ, АППВ, АПН и др. Они заменяют кусачки, плоскогубцы, круглогубцы и монтерский нож.

Клещами КН-5 при прокладке кабелей СРГ (АСРГ), НРГ (АНРГ), ВРГ (АВРГ), ВВГ, АВВГ и др. Можно выполнять до пяти операций.

Наряду с универсальными и комбинированными инструментами используются индивидуальные и бригадные наборы. Например, индивидуальным набором является комплект инструментов для термитной сварки алюминиевых жил проводов и кабелей сечением 16? 240 мм<sup>2</sup>, а бригадным – комплект инструментов для монтажа электрических машин.

## Правила эксплуатации электропроводок

Перегрузки в сети приводят к нагреванию проводов и кабелей выше допустимой для них температуры по условиям безопасности и надежности. Для проводов и кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией ПУЭ устанавливают наибольшую допустимую температуру нагрева +65 °С при длительной токовой нагрузке. Допустимые токовые нагрузки зависят от сечения проводника, его конструктивного исполнения, условий охлаждения и способа прокладки.

При перегрузках в сети происходит старение изоляции проводников: высыхает, растрескивается и осыпается резина, оплавляється и размягчается пластмассовая изоляция и оболочка, обугливается бумажная оплетка и т. д. Ослабление изоляции со временем приводит к коротким замыканиям между токоведущими жилами проводников.

Приводить к коротким замыканиям может также неисправность выключателей, штепсельных розеток, ненадежное соединение в ответвительных коробках, механическое повреждение провода в результате небрежного обращения, неисправность бытовых электроприборов, не имеющих защиты, и т. д.

Для защиты электропроводки при ненормальных режимах служат аппараты защиты, автоматически отключающие электрическую цепь при повреждении, – пробочные предохранители, предохранители автоматические резьбовые (ПАР) и автоматические выключатели (автоматы).

Все элементы электропроводки – установочные изделия, провода, кабели, аппараты защиты и др. – рассчитаны на длительный срок эксплуатации, однако со временем они изнашиваются, стареют и выходят из строя. Поэтому электропроводка и ее элементы должны периодически осматриваться и проверяться: не реже 1 раза в 2 года в помещениях с нормальной средой и 1 раза в год – в остальных. Обнаруженные неисправности должны быть немедленно устранены.

Неисправности и повреждения в электропроводке и ее элементах могут возникнуть из-за небрежного обращения, некачественного выполнения монтажных работ, при физическом износе проводов и кабелей в результате длительного срока эксплуатации.

Выключатели, у которых отломались пружинящие контактные пластины или металло-керамические нанайки, появились трещины в крышках, ремонту не подлежат, их следует заменить сразу же.

В штепсельных розетках со временем ослабевают пружины, сжимающие контактные гнезда, в результате чего штепсельное соединение греется, а контакты покрываются нагаром и оплавляются. Чтобы обеспечить надежную работу штепсельного соединения, необходимо заменить пружины и обеспечить контакт, при котором штифты штепсельных вилок плотно держатся в гнездах розетки. Если запасных сжимных пружин нет, розетки следует заменить. Это надо сделать и при наличии трещин и сколов в основании и крышке.

Иногда при выдергивании штепсельной вилки из скрытой розетки выпадает вся розетка вместе с проводами. Оставлять ее в таком виде нельзя.

Нельзя также пытаться вставить розетку в коробку, не обесточив сеть – это может привести к травмам. При закреплении штепсельной розетки в коробке необходимо следить, чтобы провода не попали под распорные лапки. Винты крепления лапок надо закручивать поочередно и равномерно. Кроме того, извлекая штепсельную вилку из розетки, необходимо другой рукой придерживать крышку розетки. Это предохранит розетку от расшатывания в коробке или на опорном основании.

При осмотре квартирных щитков необходимо контролировать состояние контактов в местах присоединения проводов. Ненадежное соединение приводит к нагреву и обгоранию

контактов, разрушению изоляции и последующему искрению. Такие контакты необходимо своевременно очистить от копоти наплыва металла и туго затянуть. Автоматические выключатели и плавкие вставки предохранителей должны соответствовать нагрузкам и сечениям проводов и кабелей. На контактных поверхностях предохранителей не должно быть следов окиси, грязи, пыли.

Аппараты защиты с поврежденными корпусами или при отказе в работе ремонту не подлежат, их необходимо заменить.

В квартирных щитках, имеющих шкафы, должны быть исправные замки, надежное уплотнение дверей. Не разрешается хранить в этих шкафах посторонние предметы. Электросчетчики не должны иметь повреждений корпуса, смотровых стекол, клеммных крышек и т. д. Шкафы, аппараты защиты и все доступные места должны регулярно очищаться от пыли и грязи.

При осмотре внутренних электропроводок проверяются натяжение и закрепление проводов и кабелей. Обвисшие и незакрепленные провода и кабели должны быть подтянуты и надежно закреплены. Поврежденные ролики, изоляторы, изоляционные трубки, фарфоровые воронки и втулки. Поврежденные участки проводки немедленно заменяют. При этом работы производятся в соответствии с нормами и правилами для данного вида проводки и способа прокладки. Как правило, заменяется поврежденная проводка на участке от ближайшего ответвления в коробке или изолирующей опоре до места повреждения. Заново проложенный провод присоединяют в тех же точках электропроводки, где подсоединения были до ремонта.

При контроле наружных электропроводок и вводов ответвлений от воздушной линии проверяют наличие ожогов, сколов и трещин на изоляторах; обрывы и оплавление жил проводов, целостность вязок, состояние соединений; натяжение проводов и соответствие по ПУЭ расстояний между ними, проводами и землей, проводами и строительными конструкциями; состояние опор; не представляют ли опасность ветви деревьев, находящихся вблизи проводов.

Не реже 1 раза в 3 года производят проверку изоляции сети мегомметром напряжением 500 или 1000 В. Сопротивление изоляции измеряется между каждым проводом и землей, а также между каждыми двумя проводами при отключенной сети. Лампы при измерении сопротивления изоляции должны быть вывинчены, а выключатели включены. Наименьшее сопротивление изоляции – 0,5 МОм.

При проверке сопротивления изоляции надо обращать внимание на целостность и исправность заземляющих проводов. Если сопротивление изоляции проводов меньше 0,5 МОм, необходимо определить причину и исправить поврежденный участок или элемент проводки.

При проверке электропроводки определяют и необходимость ее капитального ремонта общее техническое состояние проводов и кабелей, крепежных изделий и т. д. Основными показателями при этом являются:

- 1) сопротивление изоляции проводов и кабелей менее 0,5 МОм и утечка тока более 20 мА;
- 2) низкая механическая прочность изоляции токопроводящих жил (высыхание, растрескивание, осыпание, хрупкость);
- 3) перегрев провода, кабеля и соединений при нагрузках в сети, близких к номинальным.

Работы, связанные с осмотром электропроводок и электроустановок и их ремонтом, должны выполняться при строгом соблюдении правил техники безопасности.

## Глава 2

# Электротехнические работы

### Монтаж электропроводок

Электропроводки делят на силовые и осветительные, магистральные и распределительные. Для ускорения процесса монтажа жгуты проводов для однотипных изделий изготавливают отдельно от устройств.

**Жгут** – это пучок проводов, уложенных и связанных между собой, оконцованных наконечниками для подсоединения к элементам схемы или изделия. В жгут объединяют прямые и обратные проводники с токами промышленной частоты согласно его схеме. Провода, используемые в высокочастотных устройствах, не объединяют в жгуты, так как при этом увеличивается емкость между проводниками.

Жгуты изготавливают с оболочкой для крепления и экранирования, а также без оболочки. Провода жгутов скрепляют бандажом из хлопчатобумажных ниток, а для работы электропроводки в условиях повышенной температуры – стеклянными нитками с последующей пропиткой бандажа воском или парафином, иногда их скрепляют лаком или клеем. Оболочки могут быть трубчатыми, ленточными, полосовыми и плетеными. Трубчатые оболочки могут быть мягкими и жесткими. Для мягких оболочек используются хлорвиниловые трубки, для жестких – алюминиевые, которые обеспечивают сохранность при значительных механических нагрузках. Кроме того, они выполняют функции электрического экранирования.

*Изготовление жгутов включает следующие операции:*

- ♦ подготовку проводов по типу, расцветке и сечению;
- ♦ отрезку проводов;
- ♦ укладку проводов в требуемом сочетании по шаблону;
- ♦ скрепление проводов вязкой или одеванием оболочки, прозвонку и маркирование, оконцевание проводов и контроль жгута.

При установке внутри и снаружи зданий и сооружений осветительные и силовые электропроводки напряжением до 1000 В выполняют изолированными проводами различных марок и сечений, а также небронированными кабелями с резиновой изоляцией сечением до 16 мм<sup>2</sup>.

Требования к монтажу электропроводки:

- 1) в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током провода должны располагаться на высоте не менее 2 м, а в помещениях с повышенной или особой опасностью – не менее 2,5 м от пола;
- 2) провода прокладывают по верхней части стены на расстоянии 150–200 мм от потолка, а провода к светильникам общего освещения – по потолку;
- 3) если высота помещения не позволяет выдержать указанные размеры, то провода прокладывают в трубах или скрыто в толще стен помещения. Указанное требование не распространяется на спуски проводов к выключателям освещения и розеткам в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током.

*Правила монтажа:*

- 1) в одной трубе (коробе или лотке), замкнутом канале строительной конструкции запрещается совместная прокладка взаиморезервируемых цепей, цепей аварийного и рабочего освещения, цепей освещения и силовых, осветительных цепей напряжением до 42 В с цепями напряжения выше 42 В;



2) в сухих и влажных помещениях при несгораемых конструкциях допускаются все виды проводок. В пыльных, сырых и особо сырых помещениях не допускается проводка на роликах;

3) в особо сырых помещениях и в помещениях с химически активной средой нельзя прокладывать провода в пластмассовых трубах, под штукатуркой и на роликах;

4) в пожароопасных помещениях не допускается прокладывать провода в пластмассовых трубах, на тросах и тросовым проводом, на роликах, а при сгораемых конструкциях – под штукатуркой и в винипластовых трубах;

5) все жилы гибких проводов и кабелей (включая заземляющую) должны быть в общей оболочке, оплетке или иметь общую изоляцию. Изоляция проводов и кабелей должна соответствовать номинальному напряжению сети;

6) при выборе проводов для электропроводок учитывают их механическую прочность. Например, для алюминиевых проводов приняты наименьшие сечения для вводов к потребителям и проводки к электросчетчикам –  $4 \text{ мм}^2$ , для проводов на изоляторах, расстояния между которыми до 6 м –  $4 \text{ мм}^2$ , до 12 м –  $10 \text{ мм}^2$ , до 25 м –  $16 \text{ мм}^2$ ;

7) в местах, где возможны механические повреждения электропроводки, открыто проложенные провода и кабели должны быть защищены оболочками или трубами, коробами, ограждениями.

Монтаж электропроводок производят строго по проектной документации, в которой расписаны марки проводов и кабелей, места установки электрооборудования и светильников, пусковые и выключающие аппараты, места проходов через перекрытия или стены, трасса проводки и т. д.

*Монтаж электропроводки предполагает выполнение следующих операций:*

- 1) разметка;
- 2) установка роликов, изоляторов, скоб;
- 3) пробивка борозд и т. д.;
- 4) прокладка проводов;
- 5) соединение проводов;
- 6) монтаж электроустановочных изделий, квартирных щитков, светильников и т. д.;
- 7) оконцевание проводов и присоединение их к электроприемникам;
- 8) выполнение измерений;
- 9) сдача в эксплуатацию.

После окончания монтажных работ собирают всю схему электропроводки, проверяют правильность соединений, полностью испытывают собранные схемы управления и сигнализации.

Измерения и опробование электропроводки, произведенные персоналом монтажных организаций в процессе монтажа, а также наладочным персоналом непосредственно перед вводом в эксплуатацию, оформляются соответствующими актами и протоколами.

Рассмотрим по порядку каждую из вышеназванных операций.

Разметку выполняют до начала производства штукатурных, окрасочных и других отделочных работ. При этом учитывается удобство пользования и обслуживания проводки во время эксплуатации при соблюдении правил электро- и пожарной безопасности.

Разметка трассы и основных осей размещения электрооборудования и светильников производится следующим образом: на полу или потолке наносят отметки в виде черной полосы шириной 10–12 мм и длиной 120–150 мм.

Разметку производят с помощью рулеток, а линии отбивают шнуром, окрашенным синькой или сухой охрой. Натянутый шнур оттягивают и резко отпускают для удара по поверхности. Место расположения крепежных деталей отмечают поперечными рисками на отбитой линии.

Трасса для открытых электропроводок должна быть параллельна линиям строительных конструкций.

При разметке определяют места размещения переходных коробок, крепления электропроводок, отверстий для проводов, кабелей, труб и ниш для щитков.

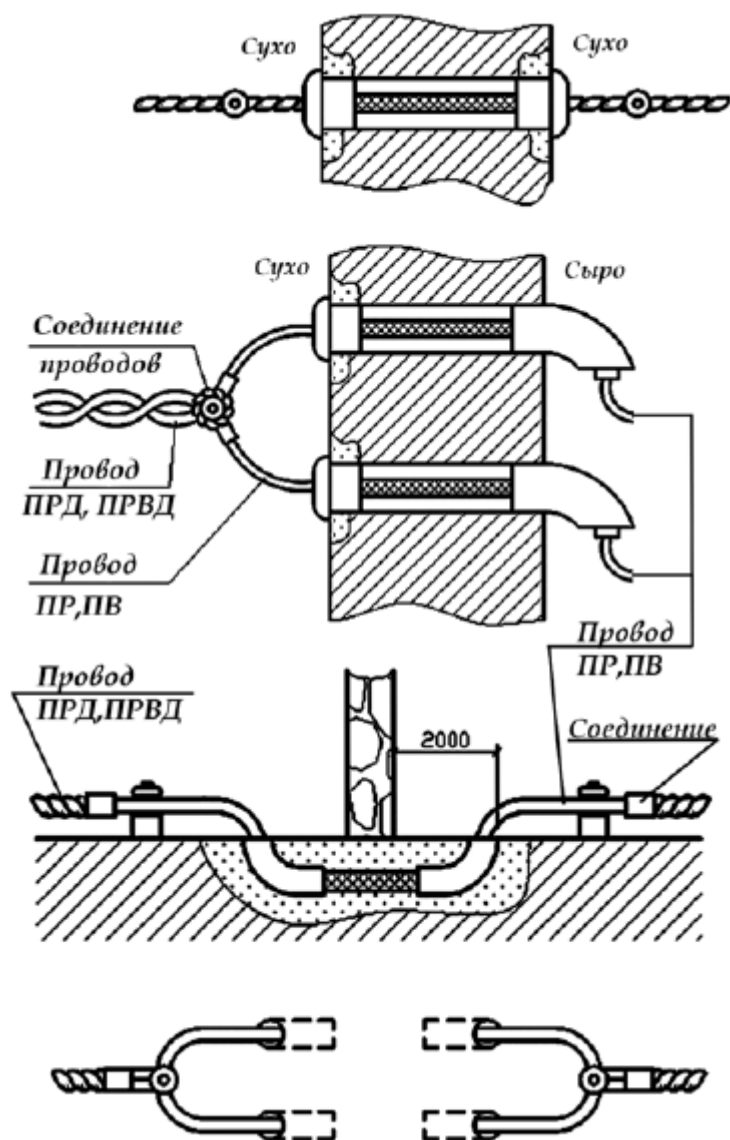
После этого уточняют размеры элементов электропроводки и их конфигурацию. На заготовительном участке в соответствии с натурными замерами трасс проводят раскрой проводов для каждого участка трассы.

Концы проводов и кабелей нужно подготовить для соединений, ответвлений и присоединений к оборудованию (светильникам): их очищают от изоляции, проверяют схемы соединений и маркируют электропроводку.

Подготовленные участки электропроводок монтируют на месте прокладки с помощью различных креплений.

Для того чтобы защитить провода от механических повреждений, в отверстия для их прохода сквозь деревянные или кирпичные внутренние стены дома и межэтажные перекрытия закладывают отрезки металлических или изоляционных труб соответственно. Они должны быть соосны линиям проводки, чтобы не было дополнительных изгибов проводов перед входом в трубу. Концы труб должны выступать на 10 мм из стен и потолков, а верхний конец трубы, проложенной сквозь перекрытие, должен возвышаться не менее чем на 1,5 м над полом второго этажа.

Концы труб с обеих сторон оформляют фарфоровыми или пластмассовыми втулками. В них закладывают трубку из хлорвинила или полутвердой резины диаметром около 15 мм и такой длины, чтобы ее концы выступали из втулок на 10 мм. Затем сквозь трубку прокладывают провод.



**Рис. 29. Прокладка проводов через стену (а):**

1 – стена; 2 – отрезок стальной трубы; 3 – пластмассовая втулка; 4 – хлорвиниловая трубка; 5 – провод;

**прокладка проводов через межэтажное перекрытие (б):**

1 – провод; 2 – крепление провода; 3 – двухлапковая скоба; 4 – стальная труба; 5 – перекрытие

При этом соединения и ответвления проводов разрешается выполнять только внутри ответвительных коробок.

Трассы прокладывают по кратчайшему расстоянию между соединяемыми приборами, параллельно и перпендикулярно стенам, перекрытиям и колоннам, с минимальным количеством поворотов, пересечений с технологическими коммуникациями и наименьшим числом разъемных соединений труб; подальше от технологического оборудования, подвергаемого частым разборкам, от мест, опасных для обслуживающего персонала, где возможны нагрев до температуры свыше 60 °С и механические и химические повреждения; в местах, удобных для монтажа, обслуживания и ремонта.

Трассы прокладки пластмассовых труб и небронированных кабелей на открытых конструкциях и наружных установках выбирают с учетом защиты их элементами зданий, эстакад от действия прямых солнечных лучей. Когда направления трубных проводок и дру-

гих электрических сетей совпадают, рекомендуется выполнять их совмещенными, если это допустимо по условиям совместной прокладки, в общих каналах, тоннелях и на эстакадах.

Радиусы изгиба труб должны быть не менее 10 наружных диаметров кабеля при температуре до  $-40^{\circ}\text{C}$ , для районов с пониженными температурами до  $-50^{\circ}\text{C}$  допустимый радиус изгиба должен быть не менее 20 наружных диаметров кабеля. При совместной прокладке технологических труб и электрических проводок по установленным сборным конструкциям кабели располагают ниже труб.

Расстояние между коробами и трубопроводами с горячими жидкостями или газами должно быть: при параллельной прокладке – до трубопроводов, проходящих с любой стороны, не менее 250 мм; при пересечении – до трубопроводов, проходящих под коробами или с их боков, не менее 100 мм; над ними – не менее 250 мм.

По стенам, колоннам, перекрытиям наносят линию трассы, затем размечают места крепления и установки поддерживающих конструкций и других элементов трассы, проверяют правильность разбивки трассы на соответствие ее проекту.

В качестве междуэтажных перекрытий в жилых и гражданских зданиях применяют многопустотные железобетонные панели. Пустоты этих панелей часто используются для прокладки в них проводок. В местах, где требуется вывод проводов к светильнику и для его крепления на нижнем этаже, пробивают проходы (обычно с помощью пороховой ударной колонки УК-6). Отверстия размечают так, чтобы они по возможности приходились по центру пустот панели. Для этого надо ознакомиться с размерами конструкций, имея в виду, что панели стандартные. В каждом отдельном случае необходимо предварительно проверить эти расстояния на панелях, примененных на данном объекте, после чего приступить к разметке.

Борозды пробивают для скрытой электропроводки в кирпичных, бетонных и гипсолитовых строительных конструкциях. Пробивка борозд в железобетоне, как правило, недопустима. Для образования борозд шириной 8 мм и глубиной 20 мм в гипсолите или кирпиче применяют бороздодел, в котором рабочим инструментом служит дисковая фреза – стальной диск с пластинками из твердого сплава марки ВК6, расположенными радиально в виде зубьев. Каждая пластинка имеет задний угол резания  $15^{\circ}$ . К работе приступают после выполнения разметки борозд, проверки исправности бороздодела опробованием его работы вхолостую. При работе ручку включения удерживают правой рукой. По мере наполнения пылесборника его очищают.

Большого поперечного размера борозды пробивают электрическим или пневматическим молотком или ручным перфоратором. Для получения борозд правильной формы после предварительной разметки бороздоделом намечают контурные линии, а затем пробивают среднюю часть молотком или ручным перфоратором.

## Монтаж контактных соединений

### Общие требования

С помощью контактных соединений (КС) элементы электрической цепи соединяются между собой и источниками и потребителями электроэнергии.

**Электрическим контактом** называется соприкосновение элементов, обеспечивающее непрерывность электрической цепи. Иначе говоря, это конструктивный узел, образующий контакт, связь.

Между проводниками электрический контакт осуществляется при нажатии одного токоведущего элемента на другой с помощью болтов, винтов, сжимов, пружин, заклепок, совместной деформации (опрессовки, скрутки), а также сваркой, пайкой или адгезионным сцеплением – склеиванием.

Контактные соединения подразделяют на неразборные, разборные и разъёмные.

**Неразборные контактные соединения**– такие соединения, которые не могут быть разобраны без разрушения хотя бы одной из соединяемых деталей или соединяемого материала (сварные, паяные, клепанные, спрессованные и клеевые соединения).

**Разборные контактные соединения**– могут быть разобраны без разрушения соединяемых деталей (болтовые, винтовые и клиновые соединения).

**Разъёмные контактные соединения**– устройства, состоящие из вилки и розетки.

Соединения по роду связи токоведущих частей можно разделить на цельнометаллические с физическим сварным контактом и сжимные с механическим (сжимным) контактом. Сжимные соединения могут быть простыми и сложными. Первые образуются между двумя сплошными по структуре проводниками, вторые – между многопроволочным проводом и наконечником (гильзой и т. п.) или между двумя многопроволочными проводами.

По назначению контактные соединения, работающие в открытых и закрытых распределительных устройствах, разделяют на соединения, подсоединения и ответвления.

Для длительного пропускания токов нормального режима и кратковременных токов аварийных режимов служат контактные соединения токоведущих частей электроустановок, параметры и характеристики которых должны соответствовать стандартам и техническим условиям.

Сопротивление контактного соединения после его изготовления не должно быть больше сопротивления эквивалентного участка целого проводника. Если контактное соединение образовано проводниками из разных материалов, его сопротивление должно сравниваться с сопротивлением эквивалентного участка проводника, имеющего меньшую проводимость.

В процессе эксплуатации сопротивление контактного соединения не должно быть выше 1,8 значения сопротивления целой жилы.

### Виды контактных соединений

Существуют различные технологические способы выполнения контактных соединений токоведущих частей электроустановок: электросварка контактным разогревом и угольным электродом, газозлектрическая, газовая, термитная, контактная стыковая и холодная сварка давлением, пайка, опрессовка, скрутка, стягивание болтами (винтами) и т. д.

Электросварку контактным разогревом применяют для оконцевания, соединения и ответвления алюминиевых проводов сечением до 1000 мм<sup>2</sup>, а также для соединения алю-

миниевых жил с медными; сварку контактным разогревом с использованием присадочных материалов – для соединения и оконцевания алюминиевых многопроволочных жил проводов и кабелей сечением до  $2000 \text{ мм}^2$ , электросварку угольным электродом – для соединения алюминиевых шин различных сечений и конфигураций; газозлектрическую сварку – в основном для соединения алюминиевых и медных жил. Достоинство газозлектрической сварки состоит в том, что ее выполняют без флюсов, недостаток – относительно громоздкое оборудование плюс использование дорогого газа. По этой причине газозлектрическую сварку применяют преимущественно для контактного соединения шин из алюминиевых сплавов и медных шин.

Для соединения медных и алюминиевых проводов различных сечений и конфигураций применяется газовая сварка (при этом необходимо громоздкое оборудование).

Термитной сваркой соединяют стальные, медные и алюминиевые провода и шины всех сечений. Наиболее целесообразно ее применение для соединения неизолированных проводов линий электропередач в полевых условиях. Для выполнения термитной сварки необходимо несложное оборудование, технологически она простая, но отличается повышенной пожароопасностью. Еще одно требование – создание специальных условий для хранения термитных патронов и спичек. Термитно-тигельную сварку используют при соединении стальных полос контуров заземления и грозозащитных тросов.

Стыковая контактная сварка применяется при соединении алюминиевых шин с медными.

Холодная сварка давлением применяется при соединении алюминиевых и медных шин средних сечений и однопроволочных проводов сечением до  $10 \text{ мм}^2$ . Для ее выполнения не требуется дополнительных материалов и контактной арматуры.

Соединения алюминиевых и медных проводов любого сечения выполняют пайкой; этот способ не требует сложного оборудования, но трудоемок.

Опрессовка используется для выполнения контактных соединений алюминиевых, сталеалюминиевых и медных изолированных и неизолированных проводов сечением до  $1000 \text{ мм}^2$  как в кабельных, так и на воздушных линиях. При оконцевании и соединении проводников особо тщательно необходимо подбирать наконечники, гильзы, а также пуансоны и матрицы.

Скручивание проводов и их соединение с помощью соединителей используют на линиях связи.

Использование способа контактного соединения зависит от материалов соединяемых проводников, сечения, формы и напряжения электроустановки, условий монтажа.

Воздушные линии (провода) до 1 кВ в пролетах соединяют скручиванием в овальных трубках, однопроволочные провода допускается соединять скручиванием с последующей пайкой или сваркой внахлестку (сварка встык однопроволочных проводов не допускается).

В петлях провода анкерных опор соединяют анкерными и ответвительными клиновыми зажимами, скручиванием в овальных трубках, плашечными или аппаратными прессуемыми зажимами и сваркой.

Подготовку проводников к контактному соединению проводят в зависимости от способа выполнения соединения. Так, при соединении или оконцевании многопроволочных жил пайкой концы разделяют ступенчато или со скосом под углом  $55^\circ$ , чтобы образовался контакт между трубчатой частью наконечника (гильзы) и проволочками каждого повива. При оконцевании или соединении секторных или сегментных жил специальным инструментом или с помощью пассатижей их скругляют, чтобы жила могла легко войти в полость трубчатой части наконечника или гильзу. Подготовка контактных концов плоских проводников под сварку включает рихтовку и обработку кромок.

Для того чтобы обеспечить металлический контакт между соединяемыми проводниками, их контактные поверхности предварительно очищают от всякого рода пленок, применяя при этом смывание, химическое растворение пленок и механическую очистку; часто эти способы используют совместно. Эффективна механическая очистка в сочетании со смыванием или растворением. Способы очистки поверхностей выбирают в зависимости от материалов контактных элементов, наличия на них защитных металлических покрытий, вида пленок и способа выполнения контактного соединения.

Самый простой способ очистки поверхностей – механический, с помощью стальных щеток и щеток из кардоленты. Контактные поверхности алюминиевых проводников очищают особенно тщательно, нанеся предварительно слой технического вазелина или других защитных смазок для исключения повторного окисления поверхностей соединяемых элементов. Под слоем смазки с помощью специальных щеток внутренние чистят контактные поверхности алюминиевых овальных или трубчатых соединителей. На специализированных заготовительных участках для очистки контактных поверхностей применяют вращающиеся щетки.

Покрытые масляными пленками поверхности предварительно обезжиривают растворителями, а затем очищают механическим способом до металлического блеска.

С целью предотвращения повторного загрязнения соединяемые поверхности защищают. Защиту выбирают в зависимости от способа выполнения контактного соединения, материала контактных элементов и условий эксплуатации соединений. Так, при контактной сварке или пайке поверхности соединяемых элементов защищают от окисления флюсами, а если применяют соединение болтами, опрессовкой или скруткой, то контактными смазками.

Защитные контактные смазки (пасты) должны иметь высокую адгезию, обладать относительно высокой степенью каплепадения, быть химически нейтральными, стабильными во времени и эластичными. В качестве защитных контактных смазок и паст используются конденсаторный вазелин, кварцевазелиновая паста и др. Смазки наносят тонким слоем.

Правильное и качественное выполнение операций по соединению, ответвлению и оконцеванию жил проводов и кабелей определяет надежность эксплуатации внутренней и наружной электропроводок. Эти элементы проводок должны обладать необходимой механической прочностью и малым электрическим сопротивлением, сохраняя эти свойства на все время эксплуатации.

Для устройства электропроводки используются провода и кабели с алюминиевыми и медными жилами. По экономическим соображениям электропроводка, как правило, выполняется проводами и кабелями с алюминиевыми жилами. Однако алюминий имеет свойства, которые мало способствуют надежности соединения. Одно из них – повышенная (по сравнению с медью) текучесть и окисляемость с образованием токонепроводящих пленок. Окись алюминия создает большое переходное сопротивление, приводящее к ухудшению электрического контакта и чрезмерному его нагреванию. Окисная пленка создает трудности при пайке и сварке проводов, так как она имеет температуру плавления 2050 °С, температура же плавления самого алюминия составляет только 660 °С.

Пленку с контактных поверхностей необходимо удалять и принимать меры против вторичного ее возникновения. Для этого применяют кварцевазелиновую или цинковазелиновую пасты, а также смазку ЗЭС.

Медные проводники также покрываются окисной пленкой, но она незначительно влияет на качество контактного соединения и легко удаляется.

К нарушению контакта приводит также большая разница в коэффициенте линейного теплового расширения алюминия по сравнению с другими металлами. Поэтому алюминиевые провода нельзя спрессовывать в медных наконечниках или присоединять к медным контактам аппаратов. Даже при нормальной эксплуатации через некоторое время провода в

местах болтовых и винтовых соединений алюминиевых жил следует периодически подтягивать, так как при изменении температуры окружающей среды они могут сильно нагреваться.

При длительной эксплуатации алюминий начинает «течь» из области с большим давлением в соседнюю область, находящуюся под меньшим давлением. Поэтому винтовые и болтовые контактные соединения алюминиевых жил нельзя пережимать.

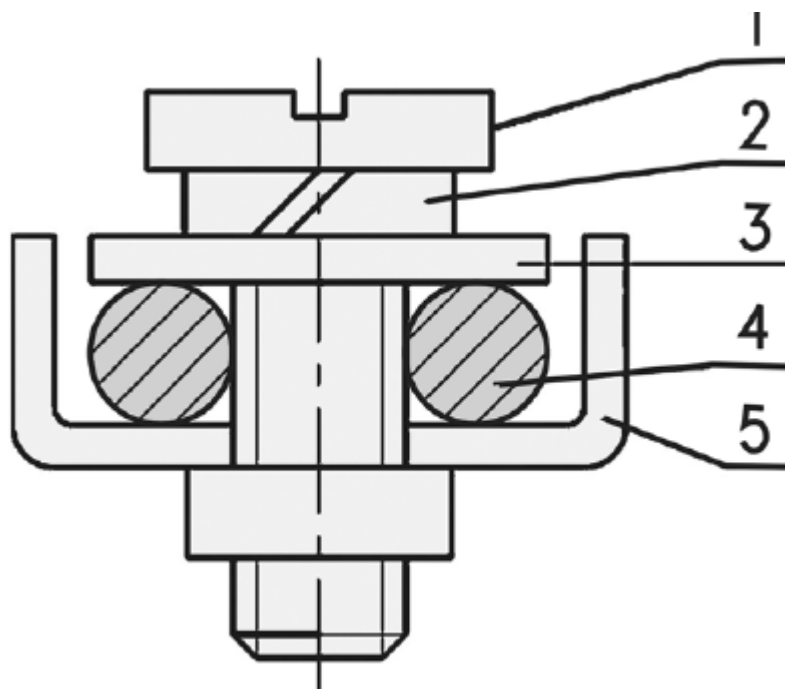
В особенно неблагоприятных условиях находятся контакты алюминиевых жил с другими металлами в наружных электропроводах. Под влиянием влаги, содержащейся в окружающей среде, на контактных поверхностях появляется водяная пленка со свойствами электролита и в месте соединения образуется так называемая гальваническая пара. Алюминий здесь выступает в качестве отрицательного полюса и «теряет» частицы металла, постепенно разрушается, и разрушается контакт. Особенно неблагоприятны в этом отношении соединения алюминия с медью и латунью. Такие контактные поверхности необходимо защищать от проникновения влаги кварцевазелиновой пастой, смазкой ЗЭС или покрывать их третьим металлом – оловом или припоем типа ПОС.

В процессе эксплуатации винтовые и болтовые сжимы соединений алюминиевых и медных проводов требуют контроля и периодического подтягивания. Однако для электропроводок, например, в дачных домиках этот способ соединения проводников наиболее приемлем, так как он прост и не требует специального инструмента и аппаратуры для соединения проводов.

*Конструкция зажима для соединения алюминиевых жил должна обеспечивать следующие свойства:*

- постоянство давления на провода при появлении их текучести;
- устройство, предохраняющее провода от растекания из-под контактного винта;
- гальваническое покрытие деталей.

Этим требованиям отвечает зажим, специально разработанный для соединения алюминиевых жил. Пружинная шайба зажима обеспечивает постоянство давления на присоединяемые провода, а упор предохраняет выдавливание провода из-под контактного зажима. В некоторых конструкциях пружинная шайба и упор, ограничивающий растекание, выполняются в виде одной шайбы-звездочки. Собирать зажим необходимо со всеми деталями, так как отсутствие любой из них обязательно приведет к ухудшению контакта.





**Рис. 30. Зажим для присоединения алюминиевых проводов:**

1 – винт; 2 – пружинная шайба; 3 – шайба или основание контактного зажима; 4 – токоведущая жила; 5 – упор, ограничивающий растекание алюминиевого проводника

Оконцевание алюминиевых жил под винтовой зажим выполняется в виде кольца, для медных жил – в виде кольца и стержня.

*Последовательность присоединения алюминиевых жил сечением до 10 мм<sup>2</sup>:*

1) с конца жилы снимают изоляцию на длине, достаточной для выполнения кольца. Нож направляют под углом 10–15° к поверхности провода, чтобы, срезая изоляцию, он скользил по поверхности жилы. Нельзя держать нож перпендикулярно проводу, так как в этом случае можно надрезать и надломить жилу. Для снятия изоляции с проводов сечением до 4 мм<sup>2</sup> применяют специальные клещи КСИ;

2) жилу зачищают наждачной или стеклянной бумагой до металлического блеска и смазывают тонким слоем кварцевазелиновой пасты;

3) подготовленный конец жилы загибают круглогубцами в кольцо. Загибать провода следует по часовой стрелке, т. е. по направлению вращения винта. Внутренний диаметр кольца должен быть несколько больше, чем диаметр контактного винта;

4) провод зажимают винтом на пластине контактного вывода, ввертывая его в нарезанное отверстие или затягивая гайкой.

Гибкие медные жилы сечением 1–2,5 мм<sup>2</sup> оконцовывают в виде кольца с последующей полудкой в следующем порядке. С провода снимают примерно 25–30 мм изоляции, зачищают жилы наждачной бумагой до металлического блеска, скручивают проволоочки в стержень, загибают в кольцо, покрывают кольцо канифолью или ее раствором в спирте, затем окунают на 1–2 с в расплавленный припой ПОС-40. После остывания провод изолируют до кольца.

Многопроволочную медную токоведущую жилу сечением 1,0–2,5 мм<sup>2</sup> в некоторых видах соединений оконцовывают в виде стержня с полудкой припоем ПОС-40.

Контактные зажимы штепсельных розеток до 10 А и выключателей от 4 А и выше допускают присоединения медных и алюминиевых проводов сечением от 1 до 2,5 мм<sup>2</sup>, а для выключателей 1 А – только медных жил проводов сечением от 0,5 до 1 мм<sup>2</sup>.

Присоединение алюминиевых проводов в зажиме обязательно выполняется с оконцеванием в виде колечка, медных – в виде колечка и стержнем. Колечко алюминиевого провода перед вводом в контакт зачищают и смазывают кварцевазелиновой или цинковазелиновой пастой. В штепсельных розетках до 10 А к одному контакту можно присоединить не более двух медных или алюминиевых проводов сечением до 4 мм<sup>2</sup>.

Соединение алюминиевых или медных проводов электропроводки с медными проводами осветительной арматуры выполняется с помощью специальной зажимной колодки. Провода зажимаются между пластинами, имеющими насечки и отверстия с резьбой для зажимных винтов. На винты должны быть надеты пружинящие разрезные шайбы.

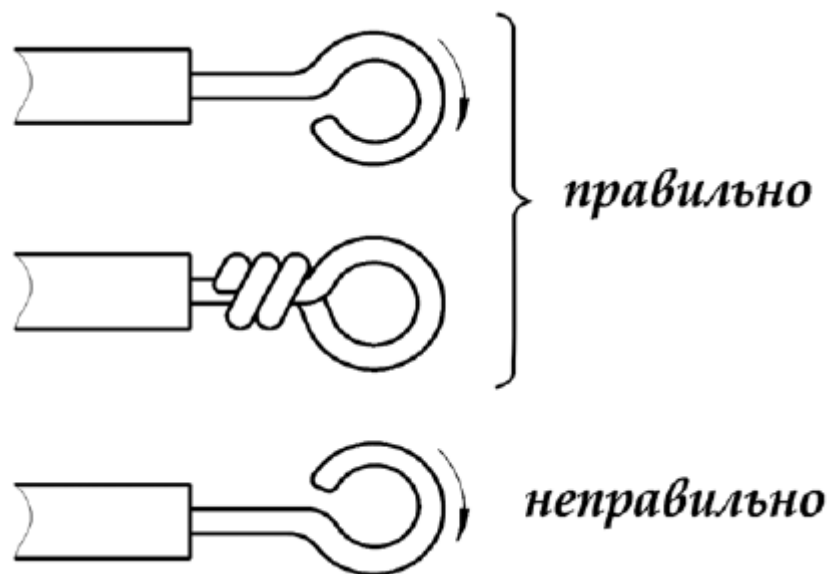


Рис. 31. Оконцевание проводов.

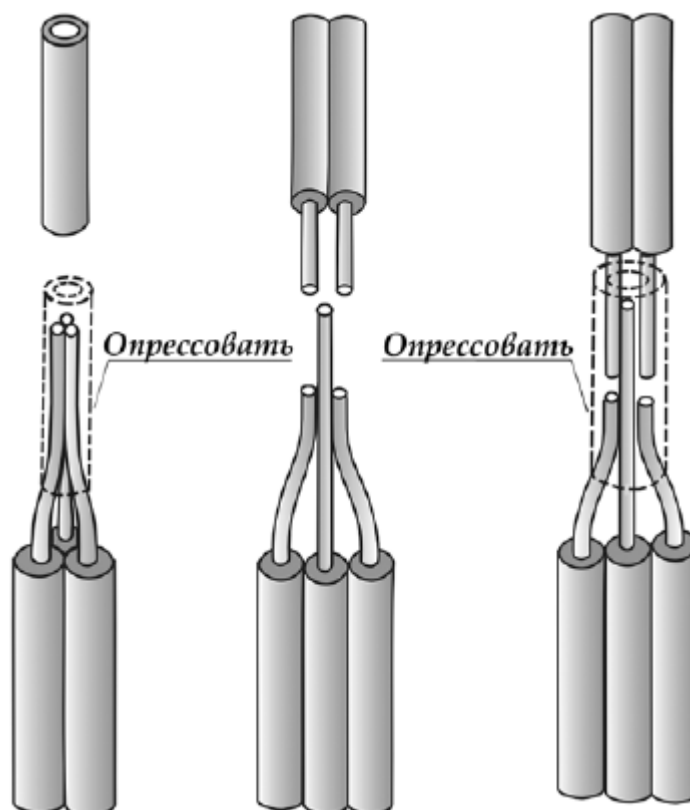


Рис. 32. Опрессовка алюминиевых проводов гильзами ГАО:

*а* – односторонняя опрессовка; *б* – двухсторонняя опрессовка

В светильниках патроны для ламп накаливания имеют контактные зажимы под кольцо, а также втычного типа для присоединения прямых концов медных жил проводов. Присоединяя провода, необходимо помнить, что центральный контакт патрона подключается к фазному проводу, а контакт, присоединенный к гильзе цоколя, – к нулевому.

Провода, выходящие из патрона, рекомендуется дополнительно изолировать ПВХ-трубкой.

Широкое распространение получил способ соединения и оконцевания алюминиевых и медных проводов и кабелей опрессовкой, которая обеспечивает надежный электрический

контакт и необходимую механическую прочность, кроме того, проста в исполнении. Опрессовку выполняют ручными клещами, механическими и гидравлическими прессами с помощью сменных матриц и пуансонов. Для соединения жил проводов и кабелей служат гильзы, для оконцевания – наконечники.

*Технологический порядок опрессовки алюминиевых жил в соединительных гильзах и оконцевание кабельными наконечниками:*

1) в зависимости от сечения токоведущих жил проводов и кабелей подбирают тип и размеры соединительных гильз и кабельных наконечников. Для опрессовки жил сечением от 2,5 до 10 мм<sup>2</sup> используют соединительные алюминиевые гильзы типа ГАО; для сечений более 10 мм<sup>2</sup> – соединительные гильзы типа ГА. Оконцевание жил и кабелей производят с помощью трубчатых алюминиевых наконечников типа ТА или медноалюминиевых типа ТАМ;

2) подбирают матрицы и пуансоны в соответствии с типоразмерами соединительных гильз и наконечников;

3) проверяют наличие в гильзах и наконечниках заводской смазки. При отсутствии смазки гильзы и наконечники зачищают металлическим «ершиком» и смазывают защитной кварцевазелиновой или цинковазелиновой пастой;

4) снимают с концов жил изоляцию: при оконцевании – на длине, равной длине трубчатой части наконечника, при соединении – на длине, равной половине гильзы;

5) зачищают концы токоведущих жил наждачной бумагой или щеткой из кордоленты до металлического блеска, протирают тканью, смоченной в бензине, и сразу же покрывают кварцевазелиновой пастой;

6) надевают на подготовленные и спрессованные жилы наконечник или гильзу. При оконцевании жилу вводят в наконечник до упора, при соединении – так, чтобы торцы соединяемых жил соприкасались между собой в середине гильзы;

7) устанавливают трубчатую часть наконечника или гильзы в матрицу и опрессовывают;

8) обработав острые края гильз, соединение изолируют.

Не разрешается на алюминиевую жилу напрессовывать медный наконечник, так как соединение будет непрочным из-за большой разности коэффициента линейного теплового расширения у меди и алюминия.

*Порядок опрессовки медных жил и кабелей:*

с много- и однопроволочных проводов снимают изоляцию на длине 20–25 мм, укладывают соединяемые жилы параллельно, не скручивая их между собой. Затем обворачивают их двумя слоями медной или латунной фольги толщиной 0,2 мм и шириной 18–20 мм и обжимают место соединения пресс-клещами.

Опрессовку одно- и многопроволочных жил сечением 4 мм<sup>2</sup> и более выполняют в медных трубчатых наконечниках типа Т или в соединительных медных гильзах типа ГМ. Все операции выполняют в такой же последовательности, как и для алюминиевых проводов и кабелей, за исключением наложения кварцевазелиновой и цинковазелиновой пасты.

Запрещается производить опрессовку при помощи молотка и зубила.

Пайкой и сваркой соединяют и ответвляют провода в тех случаях, когда нельзя применить все остальные – опрессовку, винтовые сжимы и сварку. Требования к пайке те же: она должна обеспечивать надежность электрического контакта и необходимую прочность.

Для получения качественной пайки необходимо, во-первых, правильно выбрать припой, во-вторых, удалить пленку окиси соединяемых контактных поверхностей. При соединении медных жил пленка окиси удаляется перед пайкой, при соединении алюминиевых жил – в процессе пайки.

Пайка создает хороший электрический контакт, но это соединение непрочное, поэтому провода перед пайкой надо скручивать.

Пайку медных жил сечением 1,0-10 мм<sup>2</sup> производят паяльником. Для пайки применяют мягкие оловянисто-свинцовые припои марки ПОС.

При пайке медных жил окись удаляется путем зачистки поверхностей наждачной бумагой или напильником. В качестве флюса применяется канифоль или ее раствор в спирте (соотношение частей 1:1), а также паяльный жир.

Не рекомендуется при пайке медных жил применять в качестве флюса травленую соляную кислоту или нашатырь, так как они разрушающе действуют не только на пленку окиси, но и на саму медную жилу.

Температура разогрева места пайки должна быть на 30–50 °С выше температуры плавления припоя и флюса. Низкая температура дает так называемую холодную пайку, имеющую малую механическую прочность и создающую ненадежный электрический контакт.

Для предупреждения повреждений изоляции участок жилы длиной 2–3 мм до среза изоляции не облуживается.

В процессе пайки пленка окиси с поверхности соединяемых жил удаляется механически (под слоем расплавленного припоя) или химически (путем применения специальных флюсов). При определенной температуре они разрушают пленку окиси. В этом и состоит особенность пайки и сварки алюминиевых жил.

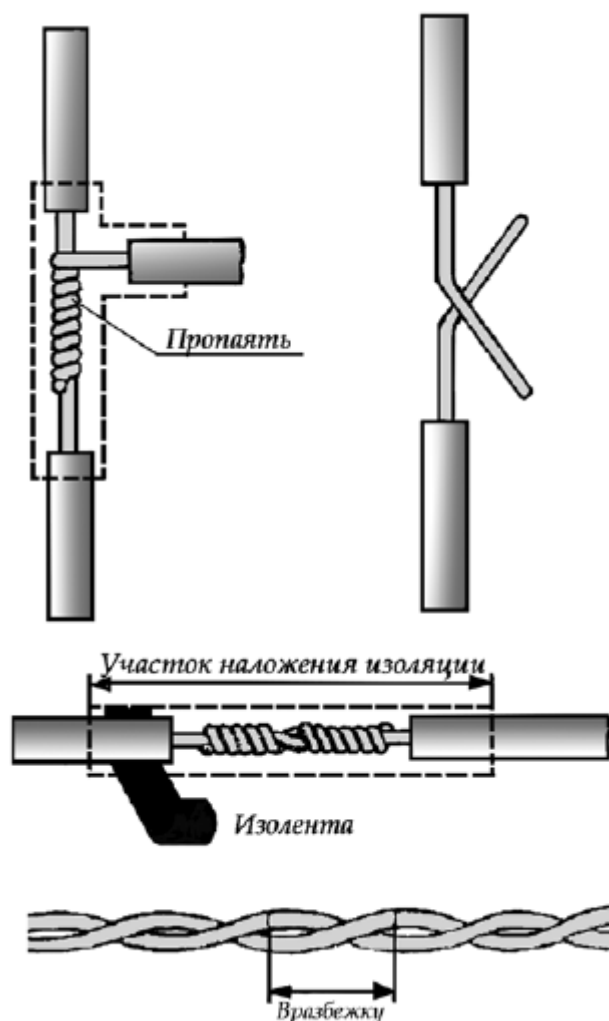
По окончании пайки остатки флюса должны быть тщательно удалены, так как они могут вызвать разрушение контакта.

Паять соединения алюминиевых жил в условиях влажного воздуха не рекомендуется из-за возможной коррозии. От воздействия влаги места пайки предохраняют защитными покрытиями.

Пайка однопроволочных жил сечением 2,5-10 мм<sup>2</sup> может быть выполнена припоем А с помощью паяльника, другими припоями (ЦО-12, ЦА-15) с помощью бензиновой паяльной лампы. Припой А устойчив против коррозии, удобен при пайке и облуживании жил. Окисная пленка алюминия разрушается механическим путем, когда палочкой припоя натирают провод, поэтому флюс при пайке не нужен.

Соединение и ответвление медных жил сечением до 6 мм<sup>2</sup> (рис. 33) выполняется пропаянной скруткой. Скрутка с последующей пропайкой является способом соединения и ответвления однопроволочных медных и многопроволочных проводов марок ПР, ПВ, ПРВД, ПРД сечением 1,5?6 мм<sup>2</sup> в открытых электропроводах на роликах и изоляторах. Этот способ соединения и ответвления применяют также в электропроводах, выполняемых плоскими проводами ППВ и другими, когда ответвительные коробки не имеют вкладышей с контактными зажимами, а также в некоторых других случаях. Например, при соединении медного провода ответвления от воздушной линии сечением 4?6 мм<sup>2</sup> с медными проводами ввода сечением 2,5 мм<sup>2</sup>.

Прост по исполнению способ соединения проводов скруткой, но он требует последующей пропайки соединения, так как даже качественно выполненная скрутка имеет переходное контактное сопротивление в несколько раз выше, чем при других способах соединения – опрессовке, пайке, сварке, болтовом или винтовом соединении.

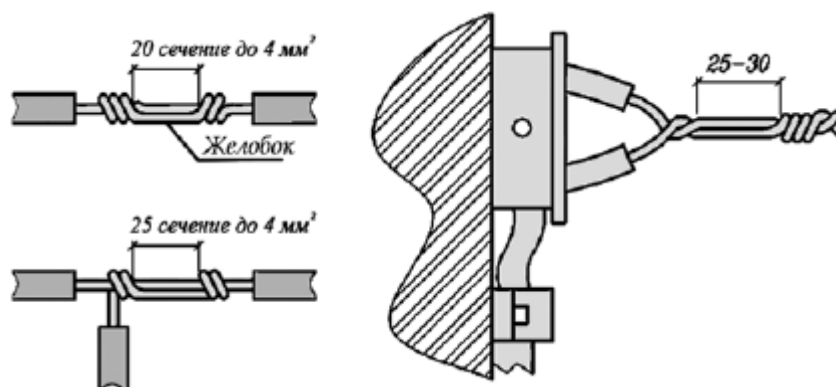


**Рис. 33. Соединение и ответвление медных проводов марок ПВ, ПР, ПРД, ПРВД**

При скрутке провода имеют мало контактных точек и при протекании через соединение тока контакт может перегреваться, что иногда бывает причиной пожара. По этой причине соединение скруткой без пропайки не допускается.

Технология соединения и ответвления медных проводов заключается в следующем. Для соединения 2-х кусков провода необходимо плотно скрутить проволоочки токопроводящих жил, чтобы они не раскручивались, и скрестить провода. Концом левого провода делают 8-10 оборотов вокруг правого, а концом правого делают 8-10 оборотов вокруг левого провода, но в другом направлении. Места соединения скруткой должны быть длиной не менее 10–15 диаметров соединительных жил. Соединение обжимают плоскогубцами и пропаявают припоем ПОС-30 или ПОС-40. Пропаханную скрутку изолируют на всю длину соединения с обязательным захватом незащищенной изоляции провода. Соединение между собой двух скрученных проводов выполняют вразбежку.

При пайке однопроволочных алюминиевых жил сечением 2,5-10 мм<sup>2</sup> соединение и ответвление производят в виде двойной скрутки с желобком (рис. 34). С жил снимают изоляцию, зачищают до металлического блеска наждачной бумагой или кордовой лентой, соединяют внахлестку двойной скруткой с образованием желобка в месте касания жил.



**Рис. 34. Соединение однопроволочных алюминиевых проводов пайкой двойной скруткой с желобком**

Соединение нагревают паяльной лампой или паяльником до температуры начала плавления припоя. Палочкой припоя А с усилием потирают с одной стороны. В результате трения пленка окиси сдвигается и желобок начинает облуживаться и заполняться припоем. Аналогично облуживают жилы и заполняют припоем желобок с другой стороны. Одновременно облуживают внешние поверхности и места скрутки жил. После остывания место соединения изолируют.

Сварка применяется для оконцевания и соединения токоведущих жил проводов и кабелей всех сечений и для алюминиевых жил с медными при сечении жил не более  $10 \text{ мм}^2$ . Этот способ соединения требует применения специальных флюсов, сварочных аппаратов и другого специального оборудования.

## Монтаж различных видов электропроводок

### Монтаж наружных электропроводок

*Под наружными* понимают электропроводки, которые проложены по наружным стенам зданий, между ними на опорах (не более четырех пролетов длиной до 25 м каждый) и т. п.

Наружная проводка может быть открытой и скрытой. Наружная электропроводка должна быть недоступной для случайного прикосновения к ней или ограждена. Незащищенные изолированные провода наружной электропроводки относительно прикосновения к ним следует рассматривать как неизолированные (голые).

Внутридворовые сети следует выполнять изолированными проводами, при этом расстояние от них до земли должно быть не менее 2,75 м.

Незащищенные изолированные провода наружной электропроводки надо располагать или ограждать так, чтобы их не могли касаться люди и животные. Провода, проложенные открыто по стенам, должны находиться на расстоянии не менее:

при горизонтальной прокладке:

над крыльцом .....2,5 м

над окном .....0,5 м

под окном (от подоконника) .....1,0 м

при вертикальной прокладке:

до окна .....0,75 м

от земли .....2,75 м

На защищенные провода и кабели эти ограничения не распространяются.

При выполнении наружной электропроводки на опорах около здания расстояние от проводов до окна должно быть не менее 1,5 м при максимальном отклонении проводов. В случаях, если нельзя выдержать вышеуказанные безопасные расстояния, провода необходимо надежно ограждать от прикосновения.

Над проезжей частью провода должны подвешиваться на высоте не менее 6 м от поверхности земли (дороги), а над непроезжей, пешеходными дорожками – не менее 3,5 м.

Расстояние между проводами должно быть: при пролете до 6 м – не менее 0,1 м; при пролете более 6 м – не менее 0,15 м.

Изолированные провода по стенам дома прокладываются на изоляторах или в трубах, а под навесами, где исключается попадание на них дождя или снега, – на роликах типа РС, специально предназначенных для этих целей. Высота подвеса проводов должна быть не менее 2,75 м от земли. Расстояние между точками крепления проводов к изоляторам, установленным на стенах, не должно превышать 2 м.

Прокладка проводов и кабелей наружной электропроводки в трубах и гибких металлических рукавах должна выполняться согласно требованиям, изложенным в разделе «Монтаж электропроводки в трубах» (обратим внимание!) во всех случаях – с уплотнением. Прокладка проводов в стальных трубах в земле вне здания не допускается.

Для предупреждения повреждения проводов при сбрасывании снега с крыши дома провода лучше размещать не в горизонтальной, а в вертикальной плоскости, один над другим. При этом расстояние от проводов до выступающей части здания должно быть не менее 0,2 м.

Пересечение проводов с водосточными трубами и другими препятствиями выполняется в стальной трубе или скрыто в борозде в стене. На концах прохода (обхода) с двух сторон устанавливают фарфоровые воронки раструбом вниз и заливают изоляционной мастикой.

При устройстве наружной электропроводки на территории садового участка особое внимание необходимо обращать на исключение возможности соприкосновения проводов с кронами деревьев.

Не разрешается прокладывать наружную электропроводку по крышам домиков.

## Монтаж открытых электропроводок

При производстве открытой прокладки проводов и кабелей по стенам, перегородкам и потолкам по эстетическим соображениям следует придерживаться архитектурных линий помещений – карнизов, линий художественной обработки, выступающих углов и т. п.

Так, в помещениях, оклеиваемых обоями, верхнюю горизонтальную проводку рекомендуется выполнять выше обоев. Трассы проводов при скрытой прокладке должны легко определяться при эксплуатации проводок.

Для того чтобы исключить вероятность случайного повреждения проводки при производстве работ по установке настенных светильников, часов, бра и т. д., *выбор трассы скрытой прокладки проводов должен производиться по следующим правилам:*

1) горизонтальная прокладка по стенам должна осуществляться параллельно линиям пересечения стен с потолком на расстоянии 100-200 мм от карниза или балки. Магистральи штепсельных розеток рекомендуется прокладывать по горизонтальной линии, соединяющей штепсельные розетки;

2) спуски и подъемы к выключателям, штепсельным розеткам и светильникам выполняются вертикально на расстоянии до 100 мм параллельно линиям дверных и оконных проемов или углов помещения;

3) скрытую прокладку проводов по перекрытиям (в штукатурке, щелях и пустотах плит или под плитой перекрытия) следует выполнять по кратчайшему расстоянию между наиболее удобным местом перехода на потолок от ответвительной коробки к светильникам. Разметку трасс скрытых проводок, углубленных в борозды стен и потолков, можно производить по кратчайшему направлению от вводов к электрооборудованию и светильникам.

В помещениях без повышенной опасности высота подвеса armатуры должна быть не менее 2 м от пола до патрона. Если потолки низкие и это требование выполнить нельзя, применяют светильники, в которых доступ к лампам закрыт.

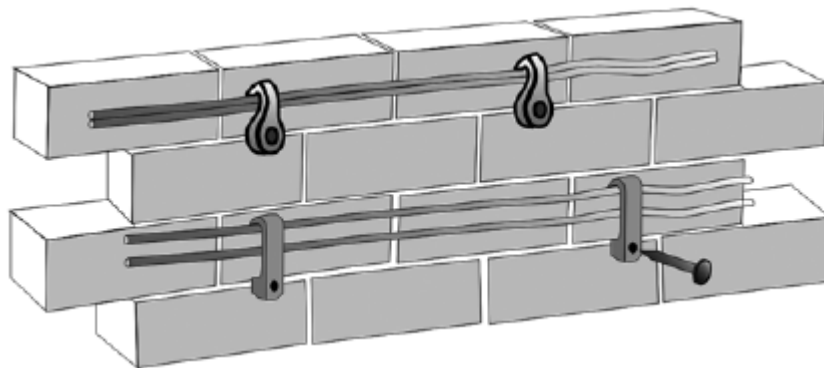
Прокладывать по несгораемым и трудносгораемым основаниям (штукатурка, кирпич, бетон) разрешается плоские провода в светостойкой изоляции (АППВ, АППР), защищенные провода в металлической оболочке (АПРФ) и кабели АНРГ, АВРГ, АВВГ, АПВГ.

Непосредственно по сгораемым основаниям (дерево, древесностружечная плита, оргалит) можно прокладывать только провода АППР, АПРФ и кабели с оболочкой из трудносгораемых материалов – АНРГ, АВРГ, АВВГ. Другие провода и кабели необходимо прокладывать по разделительному слою из негорючего изоляционного материала – по полосе из листового асбеста толщиной не менее 3 мм или по слою штукатурки толщиной не менее 10 мм. Разделительный слой должен выступать из-под провода не менее чем на 10 мм с каждой стороны.

Вдоль линии карнизов и потолка провода прокладывают на расстоянии 100-150 мм от них, крепят через равные промежутки на расстоянии до 400 мм друг от друга металлическими полосками или гвоздями. Под металлические полоски для защиты изоляции проводов подкладывают прокладки из электроизоляционного картона, которые должны выступать на 2 мм с обеих сторон полоски. Металлические полоски изгибают в виде скобок и прибивают



гвоздями либо закрепляют в замок. Во влажных и сырых помещениях под шляпки гвоздей подкладывают шайбы из фибры, полиэтилена или поливинилхлорида.



**Рис. 35. Способы закрепления проводов и кабелей:**

*а* – стальной скобой; *б* – пластмассовой скобой; *в* – пластмассовой полоской с пряжкой; *г* – пластмассовой зубчатой полосой

При параллельном расположении проводов расстояние между ними должно быть 3–5 мм. В местах пересечения проводов на нижний провод накладывают 2–3 слоя поливинилхлоридной изоляции. На повороте трассы провода в одной плоскости по одной стене соединительную пленку в месте изгиба вырезают на длине 60 мм, а внутреннюю жилу отгибают к центру угла. При повороте трассы на другую стену или при переходе с потолка на стену изгиб провода выполняют без разрезания пленки, а радиус изгиба берут не менее 20 мм.

Для того чтобы присоединить жилы проводов к винтовым или клиновым зажимам аппаратов и электроустановок, с концов проводов снимают изоляцию. В распределительных коробках провода соединяют сваркой, пайкой, опрессовкой или винтовыми зажимами.

В пожароопасных и взрывоопасных, особо сырых помещениях, а также на чердаках монтируют электропроводки в стальных трубах, на концах которых накатана резьба. Нулевой провод прокладывают в трубе вместе с фазными.

Пакет из нескольких труб крепят с помощью специальных опорных конструкций и кронштейнов; одиночные трубы к поверхностям строительных конструкций крепят скобами, накладками или хомутами.

Для того чтобы внутри труб не накапливалась влага от конденсации паров, трубные трассы монтируют с некоторым уклоном в сторону протяжных шкафов и коробок.

Длина трассы между протяжными коробками зависит от числа изгибов и должна составлять: при одном изгибе – до 50 м, при двух – до 40 м, при трех и более – до 20 м. Радиусы изгиба для открытой прокладки должны быть не менее 6 диаметров, при скрытой – не менее 10 диаметров. Стандартные размеры радиусов изгиба для поворота трассы на углы 90°, 105°, 120°, 135°, 150° составляют соответственно 160, 200, 250, 400, 800 мм.

С целью защиты электропроводки от воздействия агрессивной среды, огня или взрыва трубопровод должен иметь герметичные соединения всех звеньев. Расстояния между точками крепления – скобами, накладками, крепежами – зависят от диаметра труб и составляют: для малых диаметров – 2,5 м, для диаметров 50 мм и более – 4 м. К аппаратам трубопроводы крепят сваркой, резьбовыми соединениями или специальными гайками. Сварочные работы на прокладке труб выполняют до затягивания в них проводов.

Выключатели освещения устанавливают:

- ♦ в доступных местах на стене у дверей со стороны ручки, чтобы они не закрывались дверью при ее открывании;
- ♦ с левой стороны на расстоянии 100 мм от дверного проема;

- ◆ для помещений с сырыми и особо сырыми условиями (туалетов, ванн и др.) – в смежных помещениях с лучшими условиями среды;

- ◆ на чердаках, в кладовых, подвальных и других помещениях – перед входом в них;

- ◆ на высоте 1,5?1,8 м от пола помещения.

Установку штепсельных розеток намечают в местах, удобных для пользования, и в зависимости от оформления интерьера. Они должны находиться на расстоянии не менее 0,5 м от заземленной арматуры (трубопроводов отопления, воды, газа и т. п.). В кухнях это расстояние не нормируется.

*Требования к установке штепсельных розеток:*

- 1) высота установки в комнатах и кухнях не нормируется;

- 2) не нормируется высота установки штепсельных розеток с заземляющим контактом, предназначенных для присоединения кондиционеров и электроаппаратов, требующих заземления;

- 3) розетки надплинтусного типа устанавливаются на высоте 0,3 м от пола;

- 4) штепсельные розетки следует устанавливать на ток 6 А из расчета: в жилых комнатах – одна на каждые полные и неполные 10 м<sup>2</sup> жилой площади, в кухнях – две вне зависимости от площади помещения.

Открытая прокладка незащищенных изолированных проводов на роликах и изоляторах допускается на высоте не менее 2 м. Высота открытой трассы защищенных проводов, кабелей и проводов, прокладываемых в трубах, металлических рукавах, а также спусков к выключателям, розеткам и светильникам, которые устанавливаются на стене, не нормируется.

Открытая электропроводка внутри помещений в местах, где возможны ее механические повреждения, должна быть дополнительно защищена.

При параллельной прокладке двух и более плоских проводов при открытой или скрытой проводке они должны быть уложены по стене (перекрытию) плашмя рядом друг с другом с промежутком 3-5 мм.

Выключатели освещения кухонь, ванных комнат, туалетов и т. п. размещают вне этих помещений, а светильники – на стене, смежной с коридором. Как правило, в туалетах и ванных комнатах должна применяться скрытая электропроводка, провода следует прокладывать в поливинилхлоридных или других изоляционных трубах.

Не допускается применение защищенных проводов в металлической оболочке и прокладка их в стальных трубах.

Собственно монтажные работы начинают с разметки мест установки квартирного щитка с электросчетчиком, штепсельных розеток, светильников и выключателей, так как местоположение этих элементов определяет начало и направление трасс. После этого размечают места установки ответвительных коробок, обхода препятствий, пробивки отверстий, проходов через стены, перегородок и перекрытий, пересечений проводов и кабелей между собой и с различными трубопроводами и т. п.

Для крепления провода к поверхности стены или потолка используют отрезки стальной ленты размерами 0,5x10x80 мм или такие же полоски из луженой жести.

К деревянным поверхностям полоски прибивают гвоздями.

Если стена выполнена из кирпича или бетона, то полоски крепят шурупами, вворачивая их в распорные дюбели из полиэтилена, заложенные в гнезда глубиной около 40 мм, для выполнения которых требуется сверло или пробойник с твердосплавным наконечником.

Деревянные пробки для закрепления шурупов в кирпичных и бетонных стенах использовать не рекомендуется, так как они, то разбухая, то усыхая в условиях переменной влажности, уменьшаются в размерах и перестают держаться в стене.

Вместо распорного дюбеля можно воспользоваться изоляционной трубкой из полихлорвинила. Ее разрезают вдоль по образующей и получившуюся ленту сворачивают в тугий рулончик такого диаметра, чтобы он максимально плотно вошел в гнездо. При вворачивании шурупа рулончик увеличится в диаметре и будет надежно закреплен в гнезде вместе с шурупом.

Шуруп в гнезде можно закрепить и алебастром, предварительно накрутив на его нарезку проволоку в виде спирали. Проволока после отверждения алебаstra образует в толще стены оформленную металлом резьбу, позволяющую вворачивать и выворачивать шуруп многократно.

В гнездах диаметром 10-12 мм и глубиной около 40 мм сложенные пополам металлические полосы размером 0,5x10x150 мм можно закрепить алебастром.

Полоски располагают на расстоянии 400 мм друг от друга по линии прокладки провода. Ближайшие к выключателю, розетке или ответвительной коробке полосы должны находиться на расстоянии 50 мм от них.

На каждую полосу укладывают прямоугольник 15x40 мм из электрокартона – пресс-шпана, а поверх него – провод. Прокладка из картона предохраняет изоляцию провода от возможного повреждения краем полосы. Укрыв провод прокладкой и обхватив его полоской, ее концы соединяют «в замок» или скрепляют плоской стальной пряжкой.

Плоские провода в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током допускается крепить к деревянным стенам и потолкам гвоздями 1,4x20 мм с диаметром шляпки не более 3 мм. Гвозди забивают через каждые 200-300 мм строго в середину разделительной полосы провода при помощи молотка массой до 0,2 кг и оправки, исключая повреждение изоляции жил при забивании гвоздей. В неотапливаемых влажных помещениях под шляпки необходимо подложить шайбы из фибры, полиэтилена, эбонита или резины толщиной 1,5-1 мм.

При открытой прокладке проводов розетки и выключатели устанавливают на круглые или прямоугольные подрозетники из дерева, древесностружечной плиты или пластмассы, закрепленные на стене шурупами.

Перед прокладкой провод необходимо разгладить, протянув его через зажатую в руке тряпку.

У выключателей, розеток, в ответвительных коробках оставляют запас провода около 100 мм для выполнения соединений, ответвлений и подключений к зажимам аппаратуры.

Перед подключением плоского провода к розетке, выключателю или другому аппарату из его конца следует вырезать разделительную полосу на длине 20 мм, а затем освободить концы разделенных жил от изоляции и оформить их «кольцом» или «штырем» для выполнения подключения.

При изменении направления линии прокладки плоский провод изгибают с поворотом его «на ребро» или с вырезанием разделительной полосы между жилами и отгибом одной из жил внутрь угла.

Выполнение отгиба жилы провода внутрь угла нередко представляется сложным даже профессиональным электромонтерам, и они предпочитают изгибать провод «на ребро», что проще, но менее эстетично. Между тем известен простейший прием, позволяющий успешно сделать отгиб жилы провода даже без навыка его выполнения. В месте требуемого изгиба провод складывают вдвое, надрезают разделительную полосу на 5 мм и отгибают одну из жил в сторону на угол 90°. После этого остается лишь разогнуть сложенный вдвое провод.

Прокладывая провода магистральной линии, не следует разрезать их в ответвительных коробках. В каждой из коробок нужно оставлять запас провода в виде петли длиной около 200 мм и продолжать прокладку проводов по стене.

Плоские провода запрещено применять для зарядки подвесных светильников и патронов осветительных ламп. Плоские провода соединяют с медными многопроволочными проводами.

Кабели и провод АПРФ с защитной металлической оболочкой крепят к стенам и потолкам при помощи металлических скобок с одной или двумя лапками. Точки крепления однолапковых скобок на горизонтальных участках проводки по стенам должны располагаться ниже кабеля.

Для защиты кабеля от повреждения между ним и скобкой помещают прокладку из электрокартона.

Расстояние между соседними скобками не должно превышать 500 мм на горизонтальных, 700 мм на вертикальных участках проводки. Ближайшие к выключателям, розеткам и ответвительным коробкам скобки должны находиться в 50 мм от них.

Отрезки провода на стенах и потолках временно закрепляют скобками на концах, на поворотах и через 1,5 м на прямых участках проводки.

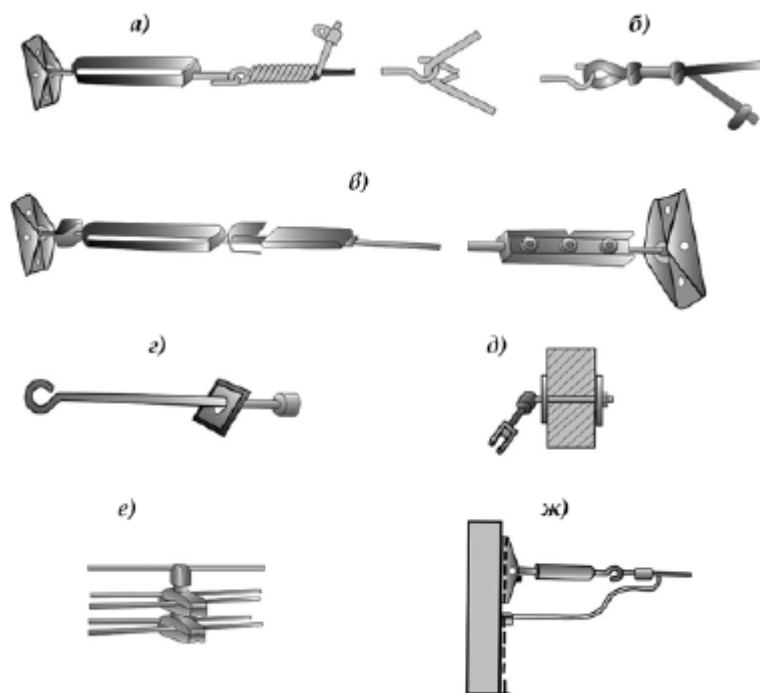
После выполнения соединений, ответвлений и подключений в соответствии со схемой проводки кабель вновь выравнивают и окончательно закрепляют скобками.

Прокладка провода АПРФ имеет особенности: на вертикальных участках проводки шов его оболочки – фальц – должен прилегать к стене, на горизонтальных – обращен вниз во избежание затекания воды внутрь оболочки. При изгибах провода фальц должен располагаться внутри угла. Если он окажется во время изгибания сбоку, то неминуемо разойдется и провод будет поврежден.

## **Монтаж тросовых электропроводок (рис. 36)**

Тросовые электропроводки являются разновидностью открытых и применяются для питания силовых и осветительных электроприемников производственных помещений, территорий, проездов, складов и т. п.

Несущим элементом этих проводок является стальной трос диаметром 3–6,5 мм или оцинкованная проволока диаметром 5–8 мм. С помощью анкерных и натяжных приспособлений трос (проволоку) натягивают вдоль трассы. Если длина электропроводки более 6 м, то устанавливаются поддерживающие струны из оцинкованной проволоки диаметром 1,5–2 мм. Стрела провеса должна быть не более 100–150 мм. Соединяют провода в соединительных коробках, а ответвления производят в ответвительных коробках, подвешенных на несущем тросе. Жилы проводов соединяют сваркой, опрессовкой или сжимами.



**Рис. 36. Монтаж тросовых электропроводок:**

*а* – проводом АВТ; *б* – изолированными проводами на подвесках из пластмассы на продольном тросе; *в* – многожильными проводами и кабелями небольших сечений на пластмассовых клипсах на продольном тросе; *г* – то же, но закрепление бандажом; *д* – силовые и контрольные кабели на подвесных елочных конструкциях, закрепленных на тросе

Тросовые проводки выполняются специальными проводами АВТ, защищенными и незащищенными изолированными проводами и небронированными кабелями, подвешенными к натянутому стальному тросу. Применяется стальной трос диаметром 3,0–6,5 мм или стальная оцинкованная проволока диаметром 5–6 мм. Диаметр троса зависит от длины и нагрузки на него.

Для концевой крепление стальных тросов применяют анкерные или сквозные болты.

Незащищенные изолированные провода (АПВ, ПВ, АПР, ПР) допускается закреплять на тросе или проволоке пучком стальными оцинкованными скобами и полосками. Расстояние между скобами по длине трассы должно быть 200–300 мм, толщина скобок и полосок – не менее 1,5 мм, ширина – 15 мм. Скобки и полоски должны иметь защитное покрытие от коррозии. В местах крепления провода обертывают двумя-тремя слоями изоляционной ленты или подкладывают прокладки из электрокартона (руберида) между скобкой и проводом. Ширина прокладок выбирается с таким расчетом, чтобы прокладка выступала из-под скобок с обеих сторон на 1,5–2 мм.

Изолированные провода марок АПР, АПРВ и АПВ, а также небронированные кабели марок АВРГ, АНРГ, АСРГ, АВВГ и АПВТ применяют для тросовых проводок.

Выполняются тросовые электропроводки также из специальных проводов с резиновой изоляцией и с пластмассовой изоляцией со встроенным в провод стальным несущим тросом; в этом случае тросовые электропроводки заземляют.

Используют изоляционные подвески, расстояние между которыми должно быть не более 1,5 м при подвешивании к тросу провода или кабеля.

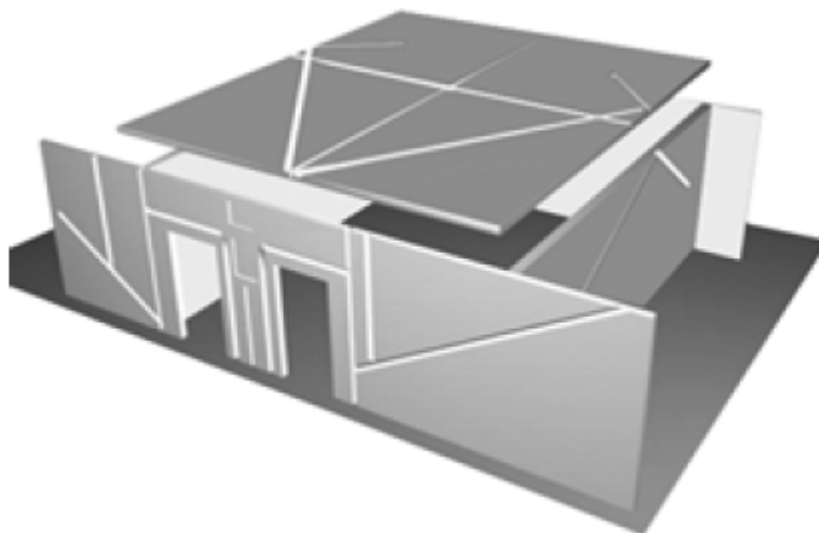
Провода и кабели с пластмассовой изоляцией в помещениях с негорючими перекрытиями допускается крепить непосредственно к тросу пластмассовой перфорированной лентой с кнопками или стальной полоской «в замок». Расстояние между креплениями – не более 0,5–0,6 м.

Светильники крепят за анкерные устройства клиц, провода от них к магистрали присоединяют с помощью плашечных зажимов в пластмассовом корпусе. Трос одновременно может служить рабочим заземлением для светильников.

Тросовая электропроводка находит самое разное применение в народном хозяйстве и индивидуальном строительстве (например, для подвода энергии к летней кухне, хозяйственным постройкам, гаражу, мастерской или для питания отдельных электроприемников и механизмов с электроприводом, которые используются на территории участка). Проводка этого вида обладает рядом достоинств. Это прежде всего, простота исполнения монтажных работ, установки крепежных деталей и надежное крепление к основаниям. Тросовые проводки могут быть приспособлены практически к любым условиям окружающей среды.

## Монтаж скрытых электропроводок

Скрытую электропроводку прокладывают под штукатуркой, в замкнутых каналах строительных конструкций, пустотах крупнопанельных перекрытий, стен. Она может быть сменяемой и несменяемой. Сменяемая скрытая проводка предусматривает замену поврежденных проводов между протяжными коробками.



*Рис. 37. Схема прокладки электропроводки в каналах панельного дома*

Провода марок АПР, ПВ, ПРВ, АПВ, АПРВ и др. применяют для монтажа скрытых электропроводок в пластмассовых, резино-битумных и полутвердых трубах.

Прокладка проводов в пустотах стен и перегородок полностью исключает пробивные и отделочные работы. Протягивают провода с помощью предварительно протянутой проволоки диаметром 1,0-1,5 мм. В каналах прокладывают провода марок АПР, АПРВ, ПРВ, АПВ, ПВ, АППВ, ППВ, АППВС и ППВС.

Сменяемую скрытую проводку прокладывают в стальных трубах, которые укладывают в каналах и бороздах стен и потолков с последующей заделкой их раствором. Для этого вида проводки используются провода марок АПРТО, АПРВ, ПРВ, АПВ и ПВ. Как отмечалось выше, в трубы провода протягивают после окончания сварочных работ.

Несменяемые скрытые электропроводки прокладываются под слоем или в слое штукатурки по кратчайшему пути; при этом используются провода марок АППВ, ППВ, АППВС, ППВС, АПН и АПВ.

## Устройство проходов через стены, пересечения проводов

Проходы через внутренние и наружные стены, перегородки и междуэтажные перекрытия должны выполняться в трубе либо проеме, что обеспечивало бы возможность замены электропроводки. Проходы небронированных кабелей и проводов через несгораемые стены и междуэтажные перекрытия должны выполняться в металлических или изоляционных полутвердых резиновых, поливинилхлоридных трубках (неразрезанных) или в отрезках пластмассовых труб, а через сгораемые стены – в изоляционных трубках, заключенных в отрезки стальных. Концы металлических труб обязательно оконцовывают втулками или воронками. Установка изоляционных трубок необходима не только для обеспечения замены проводов, но и для усиления изоляции незащищенных проводов.

Провода с фальцованным швом (АПРФ, ПРФ, ПРФл) разрешается прокладывать через деревянные стены без дополнительной защиты.

Проходы могут быть открытыми и закрытыми. Открытые проходы проводов и кабелей выполняют в зданиях с деревянными стенами и перекрытиями. В кирпичном здании проход можно выполнить скрыто, в борозде, выбитой в стене, но не под слоем штукатурки.

При подготовке проходов через стены и перекрытия необходимо учитывать среду примыкающих помещений. Если примыкающие помещения относятся к категории сухих, то провод в стене прокладывается через одно отверстие. При проходе из сухого помещения во влажное, сырое или наружу, из сырого во влажное необходимо каждый провод протягивать в отдельной изоляционной трубке.

Чтобы обеспечить сток воды, отверстия делают с небольшим уклоном в сторону влажного, сырого помещения или наружу. Со стороны сухого помещения отверстие обрамляют изоляционной фарфоровой или пластмассовой втулкой, а со стороны влажного, сырого или снаружи – фарфоровой воронкой. Втулки и воронки вмазывают алебастровым или цементным раствором так, чтобы буртик втулки плотно лежал на поверхности стены, а выходное отверстие воронки полностью выходило из стены и было направлено вниз. Втулки надеваются на изоляционную трубку.

Соединение проводов при выходе из сухого, влажного помещения в сырое или наружу здания должно выполняться в сухом или влажном помещении у ролика или в ответвительной коробке, устанавливаемой у прохода.

Чтобы предупредить проникновение воды, распространение пожара, открытые проходы кабелей и проводов через наружные стены помещений следует после прокладки электропроводок уплотнить легкосъемными несгораемыми материалами (минеральной ватой, шлаковатой и т. п.). Воронки с обеих сторон заливают изолирующим составом, например битумной массой. Открытые проходы через внутренние стены нормальных невзрыво- и непожароопасных помещений можно не уплотнять.

Открытые проходы проводов через междуэтажные перекрытия делаются в изоляционной трубке с защитой от механических повреждений на высоту не менее 1,5 м. При скрытой прокладке проводов через междуэтажные перекрытия провода пропускают в изоляционных трубках, выходы из которых оконцовывают фарфоровыми воронками.

При выполнении проходов через междуэтажные перекрытия, где требуется защита провода от механических повреждений при выходе его на верхний этаж, запрещается применять провода марок ПРД, ПРВД (в стальных трубах эти провода не прокладываются.)

При выполнении прохода через междуэтажное перекрытие используются одножильные изолированные провода марок АПР, АПВ, АПРВ и т. п. Изолированные трубы в проходах не должны иметь разрывов по длине и заделываются с наружными краями втулок и воронок (они могут выступать из них на 4–5 мм).

Запрещается делать проходы в деревянных стенах в стыках между бревнами.

Не рекомендуются пересечения проводов и кабелей между собой. В открытых электропроводках при пересечении незащищенных проводов с незащищенными или защищенными изолированными проводами (при расстоянии между ними менее 10 мм) на незащищенный провод должна быть наложена дополнительная изоляция: на него надевают отрезок целой поливинилхлоридной трубки или накладывают 3–4 слоя изоляционной ленты.

В кирпичных зданиях пересечения проводов выполняются скрыто в заштукатуриваемых бороздах – скрученные двухжильные провода одной из пересекаемых линий укладывают в борозду, одев на них изоляционную или поливинилхлоридную трубку. В местах входа и выхода провода из борозды на изоляционную трубку надевают фарфоровые воронки.

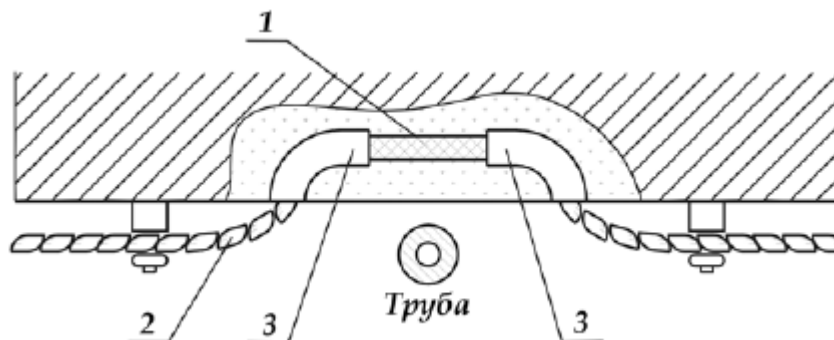


Рис. 38. Обход трубопровода:

1 – провод; 2 – резиновая трубка; 3 – воронка

В случаях, когда проводка выполняется одножильными проводами, каждый из них помещается в отдельной изоляционной трубе.

Вокруг металлических конструкций зданий, балок, труб и особенно трубопроводов с горячими жидкостями могут образовываться конденсат и ржавчина, которые разрушают изоляцию. Поэтому при пересечении защищенных и незащищенных проводов и кабелей с трубопроводами (рис. 38) расстояние между ними должно быть не менее 50 мм или провода и кабели в местах пересечения должны быть проложены в изоляционных или металлических трубах, заделываемых в борозду. При расстоянии от проводов и кабелей до трубопроводов менее 250 мм их следует дополнительно защитить от механических повреждений на длине не менее 250 мм в каждую сторону от трубопровода.

При открытой параллельной прокладке расстояние проводов и кабелей, а также расстояние от ответвительных коробок скрытой прокладки до трубопроводов должно быть не менее 100 мм.

При пересечении с горячими трубопроводами провода и кабели в обязательном порядке защищают от воздействия высокой температуры

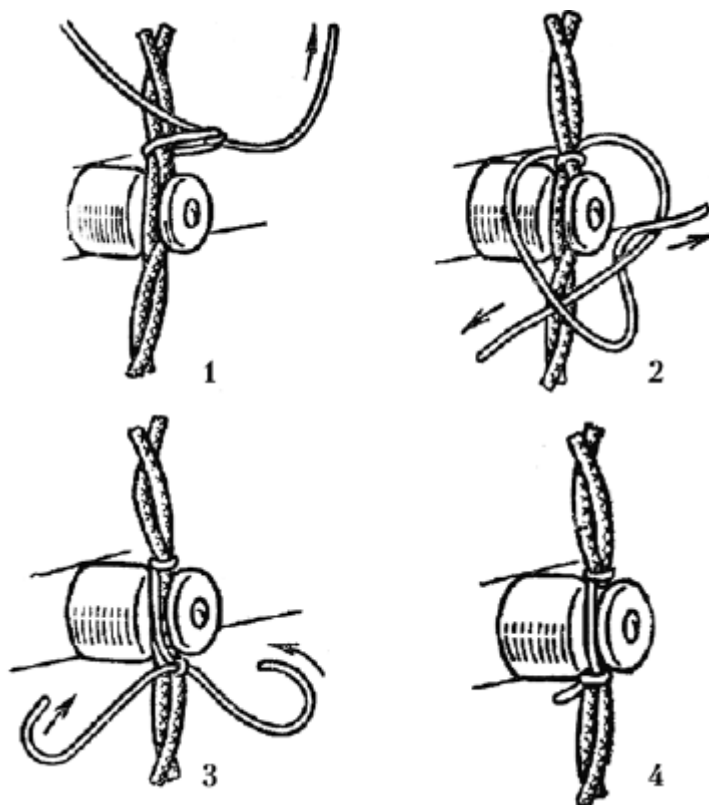
## Прокладка проводов на роликах

Сначала рассмотрим прокладку скрученных двухжильных проводов марок ПРД, ПРВД (рис. 39).

Скрученные двухжильные провода этих марок применяют для устройства электропроводок сетей освещения только в сухих отапливаемых помещениях с нормальной средой. При этом используются ролики типа РП-2,5, РП-6, РШ-4 и др.

Разметку трасс и элементов проводки выполняют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к открытым электропроводкам.





**Рис. 39. Последовательность операций при креплении проводов ПРД, ПРВД к роликам**

Ролики устанавливают на расстоянии 800 мм друг от друга, от потолка и от смежной стены – на расстоянии, равном двукратной высоте ролика, высота от пола – не менее 2 м.

На деревянных основаниях ролики закрепляют шурупами с полукруглой головкой – они не раскалывают ролик при закреплении. Шурупы вворачивают в отверстие, предварительно наколотое шилом или просверленное сверлом меньшего диаметра, чем шуруп.

Допускается крепление роликов гвоздями, но при этом обязательно под шляпку гвоздей подкладывают эластичные шайбы.

На кирпичных и бетонных основаниях ролики закрепляют также с помощью шурупов. Отверстия пробивают шлямбуром, шурупы вворачиваются в капроновые или полиэтиленовые дюбели, кусочки изоляционных трубок, деревянные пробки, спираль из проволоки.

После установки роликов прокладывают и крепят провода: одним концом провод привязывают к конечному ролику, затем натягивают и отмечают места ответвлений, выполняемых на роликах. Сделав ответвление, провод снова натягивают и привязывают к другому конечному ролику.

Для равномерной натяжки провода сначала надевают на средние промежуточные ролики, затем – на последующие. Провод к роликам привязывают хлопчатобумажной тесьмой, шнуром или тонким шпагатом в определенных точках линии: на ответвлениях, конечных и угловых роликах, на переходах с потолка на стену и с одной стены на другую, на выступах поверхности и у проходов. На промежуточные ролики провод лишь надевают, но не привязывают. Узлы размещают под проводом.

При необходимости к двум основным проводам можно вплетать третью и четвертую жилы. Такие трех- и четырехжильные провода прокладываются на роликах так же.

Одножильные изолированные провода марок АПВ, ПВ, АПРВ, ПР прокладывают на роликах в сухих и влажных, отапливаемых и неотапливаемых помещениях, под навесами и в наружных электропроводках в той же последовательности, что и двухжильные провода

марок ПРД, ПРВД. В сухих и влажных помещениях провода прокладывают на роликах типа РШ-4, РП-2,5, РП-6 и т. д., в сырых помещениях и наружных электропроводках – на роликах типа – РС-10 и РС-25.

На каждом ролике крепится только один провод. Провода привязывают к роликам «крестом», а на угловых и конечных роликах, где требуется более точное крепление, – «крестом с хомутом». Для вязки используют мягкую стальную оцинкованную проволоку, поскольку она не боится коррозии. Диаметр стальной проволоки для вязки проводов сечением  $2,5 \text{ мм}^2$  должен быть не менее 0,6 мм. Провода к роликам можно крепить медными жилами остающихся обрезков проводов. В местах вязки на провод накладывают 2–3 слоя изоляционной ленты.

Присоединение ответвляемых от основной линии жил проводников осуществляют опрессовкой, сваркой или пайкой, затем привязывают к ролику так, чтобы оно не испытывало нагрузки в виде тяжения.

Проводку одножильными изолированными проводами марок АПР, ПР, ПВ, АПРВ на изоляторах выполняют чаще всего в сырых и особо сырых помещениях и наружных установках. Изоляторы крепят на стенах на стальных штырях, крюках и опорах, на потолке, якорях и полуякорях.

Ответвление проводов выполняется только на изоляторах, к которым провода крепят оцинкованной проволокой. Для изоляции проводов необходимо сделать подмотку из 2–3 слоев изоляционной ленты.

Провода, за исключением угловых и конечных, крепят к штыревым изоляторам при помощи колец или шнура из поливинилхлорида.

На промежуточных штыревых изоляторах провода укладывают на шейках или головках, на угловых – только на шейках и с внешней стороны угла. На концевых изоляторах допускается устройство заглушек, проводов с алюминиевыми и медными жилами (сечением не менее  $4 \text{ мм}^2$  и не менее  $1,5 \text{ мм}^2$  соответственно).

При прокладке одножильных изолированных проводов должны выдерживаться следующие наименьшие допустимые расстояния между точками крепления: для проводов сечением до  $10 \text{ мм}^2$  внутри и вне помещения – более 2 м; между осями крепления – не менее 70 мм; от провода до уровня пола в помещениях без повышенной опасности – не менее 2 м, во всех других случаях – не менее 2,5 м.

## Монтаж электропроводки плоскими проводами

Провода марок АППВ, ППВ, АППВС, АППР и им подобные разрешается прокладывать открыто и скрыто в сухих, влажных и сырых помещениях загородного (садового) домика и в надворных постройках.

Провода АППВ, ППВ имеют светостойкую изоляцию, поэтому их разрешается применять при открытых электропроводках прямо по поверхностям несгораемых стен, перегородок и потолков (покрытых сухой гипсовой или мокрой штукатуркой, оклеенных обоями). Разрешается прокладка по деревянным и другим сгораемым конструкциям проводов с поливинилхлоридной изоляцией с подкладкой под них несгораемых материалов, например асбеста толщиной не менее 3 мм, выступающего с каждой стороны провода не менее чем на 10 мм.

Изоляция плоских проводов выполняется из материала, который при температуре 150–190 °С размягчается и плавится, а токоведущие жилы плоских проводов находятся на близком расстоянии друг от друга, поэтому если изоляция при нагревании расплавится, может произойти короткое замыкание. Кроме того, изоляция плоских проводов не имеет защиты

от механических повреждений, и наличие скрытого повреждения изоляции в процессе эксплуатации может привести к аварии.

По вышеуказанным причинам не разрешается применение плоских проводов при открытой прокладке в помещениях пожароопасных, особо сырых и на чердаках, при скрытой прокладке – в особо сырых помещениях.

Плоские провода не разрешается применять для зарядки осветительной арматуры и подвески на них ламповых патронов.

При скрытой электропроводке запрещается замоноличивание в строительные конструкции проводов всех марок, а также прокладка плоских проводов под слоем цементного раствора, когда в штукатурные растворы или бетонные смеси добавляют поташ, мылонафт и другие компоненты, разрушающие изоляцию и алюминиевые жилы.

Монтаж проводок плоскими проводами состоит из следующих операций: правка, разметка трасс, прокладка, крепление, изгибание и пересечение, проходы через стены и т. п.

Правку плоских проводов лучше всего вести так: один конец зажать в тисках или закрепить другим способом, после чего протянуть провод через суконку или рукавицу. При правке одножильных проводов с поливинилхлоридной изоляцией (ПВ, АПВ и др.) протягивать их с большим усилием не рекомендуется, так как при этом может быть сдвинута изоляция.

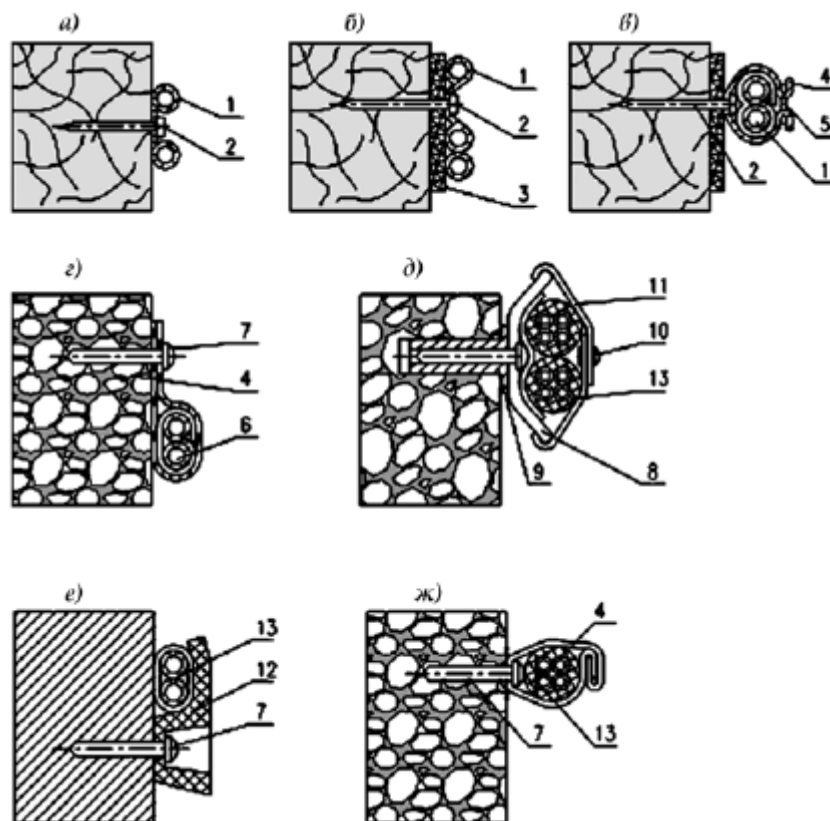
Прокладку проводов выполняют участками: квартирный щиток – ответвительная коробка – штепсельная розетка; ответвительная коробка – светильник и т. д.

Все соединения проводов производят только в ответвительных коробках, соединение проводов между собой вне коробок не разрешается.

Провод нарезают на куски, равные длине отдельных участков. На конце жил кусачками вырезают разделительное основание (если оно есть) длиной 80-100 мм (у трехжильного провода разрешается перемычка между вторым и третьим). Укладывают провод с легким натяжением по всей длине прямого участка от коробки до поворота трассы. При повороте провода разделительное основание вырезают для придания углу правильной формы. После укладки провод временно закрепляют на другом конце участка, дополнительно выправляют, а затем окончательно закрепляют.

При ведении монтажа проводки должна быть обеспечена возможность свободного выполнения соединений проводов в ответвительных коробках, коробках для выключателей и штепсельных розеток. Такая необходимость возникает при ремонте или замене выключателей, штепсельных розеток, светильников. Поэтому концы провода с разделительными жилами вводятся в коробки с запасом 50–70 мм, после чего провод у коробки закрепляется. При параллельной прокладке провода должны иметь промежутки 3–5 мм.

При необходимости асбестовые прокладки крепят до начала монтажа проводов, забивая в них гвозди через 200–500 мм в шахматном порядке.



**Рис. 40. Крепление проводов и кабелей:**

*а* – АППР к деревянному основанию; *б, в* – АППП и АПВ к деревянному основанию; *г* – АПВ, АППВ к кирпичному и бетонному основаниям; *д, е, ж* – АНРГ, АВРГ к бетонному и кирпичному основаниям; 1 – провод; 2 – гвоздь; 3 – прокладка из асбеста; 4 – полоска; 5 – пряжка; 6 – прокладка; 7 – дюбель; 8 – держатель; 9 – распорный дюбель; 10 – кнопка; 11 – лента; 12 – пластмассовая скобка; 13 – кабель

При открытой прокладке плоские провода креплеют гвоздями, металлическими и пластмассовыми скобами, хомутами, полосками, лентами, шурупами, дюбелями либо приклеивают специальным клеем. Гвозди диаметром 1,4–1,8 мм длиной 20–25 мм со шляпкой до 3 мм забивают на расстоянии 200–300 мм друг от друга по средней линии пленки между жилами провода молотком небольшого веса, пользуясь оправкой или каким-либо другим приспособлением, защищающим провод от повреждения.

Во влажных неотапливаемых помещениях под шляпки гвоздей рекомендуется подкладывать фибровые, резиновые или подобные им шайбы.

Скобы из пластмассы, резины и т. д. крепят на расстоянии не более 400 мм друг от друга. Для крепления плоских проводов применяют полиэтиленовые скобы типа У641, У642 и др. При отсутствии специальных полиэтиленовых скоб плоские провода можно крепить с помощью металлических скоб, предварительно закрепленных по слою асбеста, если основание стораемое. Металлические полоски шириной 10 мм и толщиной 0,3–0,5 мм нарезают из тонкого стального листа, имеющего антикоррозийное покрытие. Под бандажную металлическую полоску необходимо подложить изоляционную прокладку шириной на 1–2 мм больше, чем ширина металлической полоски. Концы полоски крепят в замок или пряжкой. При закреплении в замок длину полоски берут на 10 мм больше, чем при закреплении пряжкой.

При скрытой прокладке провода закрепляются в отдельных местах алебастровым раствором; крепление гвоздями не допускается.

Для сохранения жил и изоляции плоских проводов при повороте трассы в плоскости стены или потолка на угол  $90^\circ$  *изгибание проводов может производиться следующими способами:*

1) при открытой проводке допускается сблизить жилы между собой путем сплющивания разделительного основания или разрезания его вдоль провода посередине между жилами. Перекрещивание жил между собой в углах не разрешается;

2) при скрытой прокладке выполняют изгибание на ребро: разделительное основание между жилами в зависимости от сечения и числа жил провода разрезают на 40–60 мм и 1–2 жилы отводят внутрь угла в виде полупетли, чтобы исключить их соприкосновение.

Изгибание по плоской стороне выполняют так: провод изгибается по плоской стороне на угол  $90^\circ$  без разрезания разделительного основания. При этом жилы не должны плотно прилегать друг к другу. Для предупреждения такого прилегания очередное крепление провода к строительному основанию производят вблизи, но не в месте изгиба.

Провод, не имеющий разделительного основания, изгибается на ребро с радиусом, обеспечивающим плавность изгиба без коробления изоляции.



**Рис. 41. Пересечение и изгибание плоских проводов**

При скрытой проводке ответвительные коробки, коробки для выключателей и штепсельных розеток должны быть заделаны в стену так, чтобы их края совпали с поверхностью штукатурки.

Ответвительные коробки обязательно закрывают крышками. Габариты коробок должны позволить разместить запас концов присоединяемых или ответвительных проводов. Для открытой прокладки применяют ответвительные коробки плоские и малогабаритные. Их устанавливают без подкладки деревянных розеток. Если применяются металлические коробки, в местах ввода в них проводов должны быть установлены втулки из изолированного материала либо на провод наложена дополнительная изоляция из прорезиненной или поливинилхлоридной ленты в 3–4 слоя.

Разделительное основание при соединении проводов с зажимами выключателей, штепсельных розеток, ламповыми патронами и т. д. должно быть разрезано лишь на участке, необходимом для присоединения, а на концы проводов наложена дополнительная изоляция из прорезиненной ленты.

При скрытой прокладке проводов до заделки их мокрой или сухой гипсовой штукатуркой необходимо обязательно проверить проводку на отсутствие обрыва жил проводов и короткого замыкания между ними.

## Монтаж электропроводок защищенными проводами

При монтаже как открытой, так и скрытой электропроводок по несгораемым и трудносгораемым основаниям все марки защищенных проводов и кабелей прокладывают непосредственно по основаниям. По деревянным стенам, перегородкам, потолкам и другим сгораемым конструкциям электропроводка может производиться непосредственно по основаниям с подкладкой под провода и кабели несгораемых материалов или в сплошном слое несгораемых материалов.

Способ прокладки по сгораемым основаниям определяется материалом оболочки проводов и кабелей. *Непосредственная прокладка проводов и кабелей по сгораемым основаниям разрешается при соблюдении следующих условий:*

1) при открытой прокладке защищенных проводов и кабелей их оболочка должна быть выполнена из трудно- или несгораемых материалов (провода ПУНП, АПУНП, АПРН, ПРН, АПРФ, ПРФ, ПРФЛ; кабели АНРГ, ННГ, АВВГ, ВВГ и др.);

2) при скрытой прокладке защищенных проводов и кабелей их оболочка должна быть выполнена только из несгораемых материалов (провода АПРН, ПРН; кабели АНРГ, ПРГ и др.).

Кабели в поливинилхлоридной и резиновой оболочках в местах выхода наружу необходимо защищать от воздействия солнечных лучей и повреждения грызунами.

Не допускается оставлять в незащищенном виде выведенные и разделанные концы кабелей, так как на них могут образовываться трещины из-за подверженности изоляционных резин старению под воздействием солнечных лучей.

Защищенные провода и кабели прокладывают строго параллельно линиям сопряжения стен, перегородок, потолка, проемам дверей и окон. Крепят проводку по основаниям стен и потолков металлическими или капроновыми скобами. Одиночные провода и кабели на горизонтальных участках крепят скобами с одной лапкой, на вертикальных участках – двумя или одной, на потолках, углах, у вводов – только двумя.

При горизонтальной прокладке расстояние между скобами должно быть не более 500 мм, при вертикальной – не более 700-1000 мм (в зависимости от сечения токоведущих жил). Скобы у выключателей, штепсельных розеток, ответвительных коробок, проходных и т. п. устанавливают на расстоянии 50–70 мм и 10–15 мм от начала изгиба.

Соединение и ответвление проводов и кабелей выполняют в соединительных коробках. Перед вводом в коробку концы проводов и кабелей разделяют и готовят для соединения ответвлений внутри коробки. Длина разделки выбирается такой, чтобы после закрепления провода или кабеля их оболочка заходила внутрь коробки на 1,5–3,0 мм.

Разделку кабелей типа АВРГ и ВРГ делают так. Выполняют кольцевой и продольный надрезы оболочки ножом, затем оболочку разгибают, начиная от конца кабеля, и удаляют. Разделка кабеля со свинцовой оболочкой (АСРГ, СРГ) производится путем выполнения кольцевого и продольного надрезов оболочки ножом примерно на половину ее толщины. При надрезании оболочки надо следить, чтобы не была повреждена изоляция, поэтому прорезать оболочку насквозь запрещается.

После выполнения надрезов, начиная от конца кабеля, разгибают оболочку в одну сторону и удаляют ее до кольцевого надреза. На расстоянии 4–5 мм от среза оболочки на поясную изоляцию накладывают бандаж из суровых ниток, который покрывают склеивающим лаком или эмалью.

Запрещается выполнять разделку кабеля типа АСРГ, СРГ способом, при котором оболочка надрезается кольцом, а затем переламывается и стягивается.

Прокладка проводов ПРФ, АПРФ, ПРФл с фальцованным швом имеет специфические особенности, вытекающие из жесткости внешней металлической оболочки. При креплении провода лапку скобки устанавливают всегда под ним. При горизонтальной прокладке проводов по стенам шов металлической оболочки должен быть направлен вниз и по возможности обращен к опорной поверхности, что исключает случайное попадание в него влаги. При вертикальной прокладке проводов по стенам, а также по потолку шов оболочки должен прилегать к опорной поверхности.

Изгибать провод следует с соблюдением допустимых радиусов изгиба, пользуясь специальными клещами типа КТ-2. Пуансон и матрицу выбирают в соответствии с диаметром провода. Несколько первых вдавливающих производят неполным сжатием клещей, затем – сжатием до отказа. Места вдавливающих располагают близко одно к другому с таким расчетом, чтобы последующее вдавливание не находило на предыдущее. Провода изгибают осторожно.

Провода с фальцованным швом разделяют следующим образом. Делают разрез шва и от места разреза выполняют кольцевой надрез вокруг оболочки. Чтобы не повредить изоляцию, прорезать оболочку насквозь нельзя. Потом ножом развертывают всю оболочку, начиная от места разреза. Бандаж из суровых ниток накладывают аналогично разделке кабеля АСРГ. Бумага обрывается руками (не ножом!) по всей длине разделки до бандажа в направлении, обратном намотке. Завершает операцию срезание бумажного наполнителя. Остальные монтажные операции выполняются аналогично прокладке небронированных кабелей.

Во избежание коррозии запрещается прокладка проводов в алюминиевой оболочке (сплав АМЦ), по свежоштукатуренным и свежоокрашенным поверхностям. Перед прокладкой по таким поверхностям провод предварительно окрашивается быстросохнущими масляными красками, лаками или эмалью.

## Монтаж электропроводок в чердачных помещениях

Потолком чердачного помещения является крыша дома. Кроме того чердачное помещение имеет несущие конструкции из сгораемых материалов. Помещения, перекрытия и конструкции которых выполнены из негорюемых материалов, чердачными не считаются.

Электропроводка на чердаках выполняется в основном для прокладки вводов от воздушных линий в здание к зажимам квартирного щитка. В садовых домиках устройство освещения чердаков не требуется. Монтаж электропроводок, не считая прокладки вводов, на чердаках из сгораемых материалов может быть вызван крайней необходимостью.

Чердачные помещения подвержены колебаниям температуры, они, как правило, запылены, редко посещаются людьми, обладают повышенной пожарной опасностью. Повреждение электропроводки, случайно возникшее там, может привести к возгоранию деревянных конструкций, поэтому к устройству чердачных электропроводок надо относиться с особой тщательностью.

*В чердачных помещениях можно применять электропроводку:*

- ♦ открытую: проводами и кабелями, проложенными в стальных трубах, а также в оболочках из негорюемых или трудногорюемых материалов на любой высоте; незащищенными изолированными одножильными проводами на роликах или изоляторах на высоте не менее 2,5 м от пола. При высоте менее 2,5 м они должны быть защищены от механических повреждений. Расстояние между точками крепления роликов должно быть не более 600 мм, изоляторов – не более 1000 мм, между проводами – не менее 50 мм;
- ♦ скрытую – в стенах и перекрытиях из негорюемых материалов (на любой высоте).

На чердаках открытые электропроводки должны выполняться проводами и кабелями с медными жилами. Провода и кабели с алюминиевыми жилами можно применять в зданиях с несгораемыми перекрытиями при условии прокладки их в стальных трубах либо скрыто в несгораемых стенах и перекрытиях. Транзитные линии на чердаках длиной до 5 м разрешается также выполнять проводами с алюминиевыми жилами.

При прокладке стальных труб необходимо исключить проникновение внутрь их и соединительных (ответвительных) коробок пыли. Для этого должны применяться уплотненные резьбовые соединения. Соединения труб с применением муфт с резьбой без уплотнений допускаются в сухих и непыльных чердачных помещениях. Трубы нужно прокладывать с уклоном, чтобы в них не могла скапливаться влага, в том числе от конденсации паров, содержащихся в воздухе.

Ответвления к электроприемникам от линий, проложенных на чердаках, допускаются при условии прокладки как линии, так и ответвлений открыто в стальных трубах, скрыто – в несгораемых стенах и перекрытиях.

Отключающие аппараты в цепях, питающих светильники, установленные непосредственно на чердаках, должны быть помещены вне их, например у входа на чердак.

Стальные трубы, корпуса светильников и другие металлические конструкции электропроводки на чердаке следует занулить.

На чердаках запрещается прокладывать любые неметаллические трубы – полиэтиленовые, полипропиленовые и винипластовые.

## **Монтаж электропроводки в подвалах**

Погреб и подвалы выполняются в основном из несгораемых материалов и конструкций. Полы в этих помещениях обычно токопроводящие – земляные, бетонные и т. п. В зависимости от состояния грунта, эффективности вентиляции и относительной влажности воздуха подвалы относятся к сырым и особо сырým помещениям, а по степени опасности поражения людей электрическим током – к особо опасным. Поэтому к электропроводке в подвалах предъявляются повышенные требования.

Открытую электропроводку незащищенными проводами непосредственно по основаниям, на изоляторах и роликах следует выполнять при напряжении до 42 В на высоте не менее 2 м от уровня пола, при напряжении выше 42 В – на высоте не менее 2,5 м. Высота открытой прокладки защищенных изолированных проводов и кабелей в трубах от уровня пола не нормируется.

При скрытой проводке запрещается применять стальные трубы толщиной стенок 2 мм и менее.

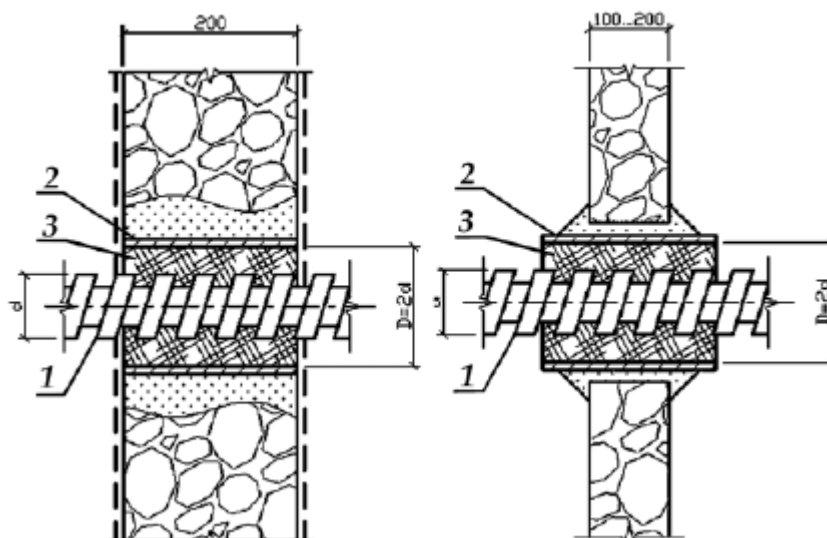
Технология монтажа проводов и кабелей непосредственно по основаниям, на роликах, изоляторах и в трубах описана в соответствующих разделах.

## **Монтаж электропроводки в гаражах и мастерских**

По правилам пожарной безопасности (ППБ-08-85) в гараже нельзя заправлять автомобиль, проводить ремонтные работы, связанные с промывкой деталей керосином или бензином, окраской или подкраской автомобиля, нельзя хранить запас бензина в объеме более 20 л и т. д. Если эти требования нарушаются, то по условиям взрывобезопасности гараж относят к помещениям класса В-Ia, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси паров ЛВЖ с воздухом не образуются и возможны только при аварии или неисправности. В помещениях названного класса проводка должна быть выполнена в газопроводных трубах, а все осветительные приборы должны быть взрывобезопасны. Предохрани-



тели и выключатели осветительных цепей устанавливают во взрывобезопасном помещении или на улице. Проходы кабелей через стену (рис. 42) могут выполняться через отрезки труб с уплотнением волокнистым заполнителем. Если ввод электропитания произведен кабелем, проложенным в трубе, герметизацию осуществляют при помощи трубного сальника.



**Рис. 42. Ввод кабеля во взрывоопасное помещение через стену:**

*1* – кабель; *2* – труба; *3* – уплотнение с волокнистым заполнителем

Обратим внимание на следующее. Взрывобезопасные светильники имеют значительно большие размеры, чем обычные, и не приспособлены для установки в гаражах, потолки в которых, как правило, не превышают 2,5 м. Однако для освещения внутреннего пространства гаража можно использовать светильники, установленные с наружной стороны перед неоткрывающимися фрамугами с двойным остеклением. При одинарном остеклении фрамуг светильники должны иметь защитные стекла или стеклянные колпаки.

Светильники могут быть расположены в нишах стен с двойным остеклением и вентиляцией ниш наружным воздухом. В этих случаях допускается выполнять освещение светильниками без средств взрывозащиты, т. е. общего назначения.

Поскольку во взрывоопасных зонах применение переносных светильников следует ограничить, освещенность гаража целесообразно сделать такой, как в жилых помещениях – 12–16 Вт на 1 м<sup>2</sup>.

Для питания переносных электроприемников следует использовать гибкий провод с медными жилами с резиновой изоляцией в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение. Использование проводов или кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой запрещено.

Розетки переносных электроприемников также должны быть выполнены во взрывобезопасном исполнении или выведены из взрывоопасной зоны.

В соответствии с Правилами пожарной безопасности для общего освещения бетонных, каменных и металлических гаражей, отделанных внутри непроводящими ток материалами, в том числе и полами, допускается применение стационарно установленных (на потолке или стенах) светильников закрытого исполнения напряжением до 220 В.

Освещение всех типов металлических гаражей, имеющих токопроводящие стены и полы, допускается стационарно установленными светильниками закрытого исполнения напряжением до 42 В и переносными светильниками – до 12 В.

В гаражах должны применяться светильники только заводского изготовления.

Зануление в осветительных сетях осуществляют нулевым защитным проводником, проложенным в общих оболочках совместно с фазными проводниками.

Если помещение неотапливаемой мастерской отделено от гаража, являющегося взрывоопасным помещением класса В-Ia, стеной без проемов, то оно является взрыво- и пожаробезопасным помещением. Для питания электропотребителей, расположенных в блоке хозяйственных построек, прокладывается воздушная или кабельная линия и устраивается ввод в помещение мастерской. В помещении мастерской монтируют щит, на котором размещают пусковую и защитную аппаратуру, обслуживающую гараж, мастерскую, другие хозяйственные постройки, включая помещения для скота и птицы.

Расположение пусковой и защитной аппаратуры гаража и других хозяйственных помещений в мастерской дает возможность избежать более сложных вариантов электроснабжения построек хозяйственного комплекса. Кроме того, сосредоточение пусковой аппаратуры на одном щитке для всего блока хозяйственных построек не создает затруднений при эксплуатации. Если ночью необходимо посетить гараж или другое помещение, на щите, расположенном в доме, включают автоматический выключатель. Открывают мастерскую и на щите мастерской соответствующими выключателями включают освещение там, где это понадобилось. Освещение гаража осуществляют светильниками, установленными в нишах стен перед остекленными фрамугами. Предположим, что общая мощность светильников составляет 350 Вт (7 ламп по 50 Вт), мощность переносной лампы – 25 Вт на напряжение 12 В.

Аппараты включения и защиты осветительной сети гаража, понижающий трансформатор, аппарат защиты и включения переносной лампы устанавливают на щите, расположенном в мастерской на любой из стен, за исключением стены, являющейся общей с гаражом.

## Монтаж электропроводки в трубах

Электропроводки в трубах (стальных и пластмассовых) выполняются только в тех случаях, когда не рекомендуется применение других способов прокладки. Трубные проводки применяются для защиты проводов от механических повреждений, для защиты изоляции от воздействия неблагоприятных условий окружающей среды. Для защиты от механических повреждений трубопровод допускается делать негерметичным, а для защиты проводов от внешней среды он должен быть влаго- и пыленепроницаемым. Герметичность трубопровода обеспечивается уплотнением мест соединения труб между собой, их присоединения к ответвительным коробкам и различным электроприборам.

Во избежание перегрева стальных и пластмассовых трубопроводов их следует прокладывать ниже труб системы отопления. При пересечении с ними расстояние до труб электропроводки должно быть не менее 50 мм, а при параллельной прокладке – 100 мм.

Стальные трубы прокладывают так, чтобы в них не могла скапливаться влага. Для стока влаги, которая может конденсироваться в трубах, на горизонтальных участках трассы их прокладывают с некоторым уклоном в сторону коробки.

В стальных и пластмассовых трубах можно размещать незащищенные изолированные провода марок АПРТО, ПРТО, АПВ, ПВ и др. Минимальное сечение токопроводящих жил изолированных проводов, прокладываемых в трубах, принимают 1 мм<sup>2</sup> для медных и 2,0 мм<sup>2</sup> для алюминиевых проводов.

Монтаж в трубах следует вести так, чтобы при необходимости провода можно было извлечь и заменить другими. Поэтому если на трассе прокладки трубопровода есть 2 угла изгиба, то расстояние между коробками не должно превышать 5 м, а на прямых участках – 10 м.

Соединения или ответвления проводов в трубах выполнять запрещено, их делают только в коробках.

Монтаж электропроводки в стальных трубах может производиться при открытой, скрытой и наружной прокладке. Стальные трубы применяются, когда не допускается прокладка проводов без труб и нельзя использовать неметаллические трубы.

Перед монтажом трубы должны быть очищены от ржавчины, грязи и заусенцев. Для защиты от коррозии оболочки проводов и кабелей, трубы, прокладываемые открыто, окрашивают снаружи (желательно и внутри) или используют оцинкованные трубы. При прокладке в бетоне (скрытая прокладка) снаружи трубы не окрашивают для лучшего сцепления их поверхности с раствором.

Смятие (гофрировка) труб при изгибании на углах не допускается.

Не рекомендуется изгибать трубу на угол менее  $90^\circ$ , так как при сложной конфигурации трубопровода и большой его протяженности протащить проводку будет трудно. По этой причине радиусы изгиба труб ограничиваются: при прокладке труб скрыто радиус изгиба должен быть не менее 6 наружных диаметров; при одном изгибе или открытой прокладке – не менее 4 наружных диаметров; при прокладке трубы в бетоне – не менее 10 наружных диаметров.

При открытой прокладке расстояние между точками крепления стальных труб на горизонтальных и вертикальных участках зависит от диаметра прокладываемых труб. Трубы диаметром 15–32 мм крепят через 2,5–3,0 м, на изгибах – на расстоянии 150–200 мм от угла поворота.

При открытой прокладке трубы крепят к опорным конструкциям скобами, накладками и хомутами из полосовой стали.

При монтаже проводок концы труб после обрезки очищают от заусенцев, раззенковывают и оконцовывают металлическими или изолирующими втулками, предохраняющими изоляцию проводов от повреждения в месте входа и выхода из трубы.

В сырых, особо сырых, пожароопасных помещениях, наружной установке и на чердаках при открытой и скрытой прокладке соединения стальных труб необходимо уплотнять. Уплотнение мест соединения и мест ввода в коробки должно быть выполнено стандартными муфтами на резьбе с уплотнением лентой или пенькой на олифе, сурике.

При скрытой прокладке стальных труб в сухих и влажных помещениях, в стенах, перекрытиях и полах требуется также уплотнить места соединения и места ввода труб в коробки.

При открытой прокладке в сухих непыльных помещениях соединение самих труб, а также соединение их с коробками производят без уплотнений: раструбами, манжетами на винтах и болтах, гильзами из отрезков труб либо свернутыми из листовой стали, привариваемыми к трубе в нескольких точках.

Пластмассовые трубы обладают достаточной механической прочностью, гладкой поверхностью. При их использовании уменьшается вероятность замыкания проводов на землю, сокращаются затраты труда при монтаже (исключаются такие операции, как нарезание резьбы, окраска и т. д.)

Пластмассовые трубы, прокладываемые открыто, крепят скобами, допускающими свободное перемещение труб при температурном изменении длины. Расстояние между скобами принимаются следующими (см. табл.):

Таблица

Наружный диаметр (мм)	20	25	32
Расстояние между скобами (мм)	500	700	900

Расстояние между параллельно прокладываемыми трубами должно быть не менее 65 мм при диаметре до 25 мм.

Скобы крепят шурупами или с применением капроновых дюбелей.

# Монтаж осветительных электроустановок

## Основные сведения

**Осветительной электроустановкой** называют электротехническое устройство, предназначенное для освещения помещений, территорий, зданий и сооружений.

Осветительная электроустановка современного жилого дома или промышленного предприятия представляет собой сложный комплекс, который состоит из распределительных устройств, магистральных и групповых электрических сетей, различных электроустановочных приборов, осветительной арматуры и источников света, поддерживающих конструкций и крепежных деталей. Особенностью осветительных электроустановок является многообразие схем и способов исполнения электропроводок, конструкций светильников и источников света. В современных электроустановках применяются сложные устройства автоматики и телеуправления.

Существует общее, местное, комбинированное, рабочее и аварийное освещение.

**Общим** называют освещение всего помещения или его части.

**Местным** называют освещение рабочих мест, предметов или поверхностей (например, настольная лампа).

**Рабочим** называется освещение, служащее для обеспечения деятельности производственных и вспомогательных подразделений предприятия.

**Аварийным** называется освещение, которое при нарушении рабочего освещения временно обеспечивает возможность продолжать работу. Аварийное освещение устраивают в производственных помещениях, коридорах, проходах и проездах, на лестничных клетках. Светильники аварийного освещения отличаются от прочих светильников окраской и конструкцией; их присоединяют к электрической сети, не связанной с сетью рабочего освещения.

**Комбинированное освещение** сочетает общее и местное освещение.

В обычных помещениях питание светильников общего, местного, рабочего и аварийного освещений осуществляется переменным током с напряжением 127 или 220 В, а в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных помещениях – с напряжением 12, 24 или 36 В.

Также выделяют освещение переносное, охранное и светооградительное.

**Охранное освещение** устанавливается вдоль ограды охраняемой территории с таким расчетом, чтобы одновременно освещались внешняя и внутренняя зоны, примыкающие к ограде.

**Переносное освещение** осуществляется переносными лампами, присоединяемыми к сети напряжением 127 или 220 В в обычных помещениях и 12 В в помещениях повышенной опасности и на открытых участках территории предприятия.

**Светооградительное освещение** устанавливается на телеантеннах, высоких зданиях, дымовых трубах и других высоких сооружениях для обеспечения безопасности полетов самолетов в темное время суток.

Основное требование предъявляемое к освещению – обеспечение нормируемых значений освещенности, которые определяются условиями зрительной работы, в том числе:

- 1) размерами предметов различения, их контрастом с фоном и коэффициентом отражения фона;
- 2) наличием доступных опасных для прикосновения предметов (открытых токопроводящих частей, неогражденных вращающихся частей машин и т. д.);

3) наличием в поле зрения светящихся поверхностей большой яркости (электро– или газосварка, расплав металла, излучающие свет раскаленные обрабатываемые детали, производственные огни и т. д.).

Освещенность на отдельных участках помещения или рабочих местах увеличивают путем локализованного расположения светильников общего освещения, устройства местного освещения, применения конструктивно более совершенных светильников или повышения мощности ламп.

*Соблюдение на стадии проектирования, а затем и при монтаже осветительных электроустановок нормируемых параметров освещенности способствует:*

- 1) улучшению условий и повышению производительности труда;
- 2) снижению утомляемости зрения работников;
- 3) повышению качества изготавливаемой продукции;
- 4) экономии электрической энергии, расходуемой на освещение.

Монтаж осветительных электроустановок производят по проекту, в котором приводятся светотехнические расчеты, дается расчет осветительной сети, при этом учитываются характер технологического процесса, условия эксплуатации и состояние окружающей среды. Расчет по потере напряжения ведется на основании наименьших затрат проводниковых материалов (проводов, кабелей, шин и т. п.). Напряжение у наиболее удаленных ламп должно быть не менее 95 % номинального для сети аварийного и наружного освещения и 97,5 % номинального для сети рабочего освещения внутри помещений промышленных предприятий и прожекторных установок наружного освещения. Напряжение при нормальном режиме должно быть не более 102,5 % номинального.

Расчетная нагрузка питающей осветительной сети определяется умножением установленной мощности ламп, выявленной в результате светотехнического расчета, на коэффициент спроса, равный 0,6 для распределительных устройств, подстанций, складских и вспомогательных помещений предприятий; 0,8 – для лабораторий и лечебных учреждений; 1 – для производственных помещений.

Питание осветительных электроустановок, к которым одновременно присоединены и силовые потребители (электродвигатели, электросварочные аппараты и др.), осуществляется от отдельных осветительных трансформаторов или от трансформаторов.

## Световые величины

Основными световыми величинами являются световой поток, освещенность и сила света.

Окружающие нас предметы излучают лучистую энергию, представляющую собой распространяющиеся в пространстве электромагнитные колебания. Одной из основных характеристик электромагнитных колебаний является длина волны, которая может быть от долей миллиметра до нескольких сотен и даже тысяч метров. Человеческий глаз воспринимает сравнительно небольшой диапазон этих волн. Излучения в диапазоне волн, воспринимаемые человеческим глазом в виде цветных пятен света, называются оптической областью спектра электромагнитных колебаний. Излучения с длиной волн, находящихся за пределами оптической области спектра электромагнитных колебаний, не воспринимаются зрением человека. Каждой длине волн соответствует определенный цвет, вследствие чего с изменением длины волн меняются и цвета, которые воспринимает глаз человека.

**Световым потоком** – это мощность излучения, которая оценивается по световому ощущению, производимому на глаз человека. Единицей измерения светового потока ***F*** служит люмен (лм).

**Освещенность**— это величина светового потока, приходящаяся на единицу поверхности. Об интенсивности освещения судят по плотности, с которой световой поток распределяется по освещаемой поверхности. Единицей освещенности является люкс (лк). Освещенность  $E$  определяется отношением величины светового потока  $F$ , упавшего на поверхность, к ее площади  $S$ :

$$E = F/S.$$

Освещенность поверхности будет равна 1 лк, если на каждый 1 м<sup>2</sup> ее площади упадет световой поток в 1 лм, т. е. 1 лк = 1 лм/1 м<sup>2</sup>.

**Сила света**— термин, служащий для характеристики распределения светового потока источника, определяет плотность светового потока в заданном направлении. Некоторые источники света излучают световой поток неравномерно, т. е. с различной интенсивностью в разных направлениях.

За единицу силы света принята кандела (кд), которая является основной светотехнической единицей, устанавливаемой по специальному эталону.

## Электрические источники света

Электрическими источниками света служат лампы накаливания, люминесцентные лампы низкого давления и ртутные лампы высокого давления.

Наиболее распространены электрические лампы накаливания. Принцип их действия основан на преобразовании электрической энергии, проходящей через ее нить, в энергию видимых излучений, воздействующих на органы зрения человека и создающих у него ощущение света, близкого к белому.

Этот процесс происходит при нагреве нити лампы до 2600–2700 °С. Нить лампы не перегорает, так как температура плавления вольфрама, из которого сделана нить, значительно выше (3200–3400 °С) температуры накала нити, а также вследствие того, что из колбы лампы удален воздух либо колба заполнена инертными газами (смесью азота, аргона, ксенона), в среде которых металл не окисляется.

Срок службы ламп накаливания колеблется в широких пределах, поскольку зависит от условий работы, в том числе от стабильности номинального напряжения, наличия или отсутствия механических воздействий на лампу (сотрясения, вибрации), температуры окружающей среды и др. Средний срок службы ламп накаливания общего назначения составляет 1000–1200 ч.

При продолжительной работе лампы накаливания ее нить под воздействием высокой температуры нагрева постепенно испаряется, уменьшается в диаметре и, наконец, перегорает.

Чем выше температура нагрева нити накала, тем больше света излучает лампа, но при этом интенсивнее протекает процесс испарения нити и сокращается срок службы лампы. В связи с этим для ламп накаливания устанавливается такая температура накала нити, при которой обеспечиваются необходимая светоотдача лампы и определенная продолжительность ее службы.

**Вакуумными** называют лампы накаливания, из внутреннего объема (колбы) которых удален воздух.

Лампы с колбами, заполненными инертными газами, называют **газополными**.

Газополные лампы при равных условиях имеют большую светоотдачу, чем вакуумные, так как газ, находящийся в колбе под давлением, препятствует испарению нити накала, что позволяет повысить ее рабочую температуру. Недостатком газополных ламп является некоторая дополнительная потеря в них тепла нити накала через конвекцию газа, заполняющего внутреннюю полость колбы.

С целью снижения тепловых потерь газополные лампы заполняют газами с низкой теплопроводностью. Другое направление сокращения тепловых потерь – это уменьшение размеров и изменение конструкции нити накала: ее выполняют в виде плотной винтообразной моноспирали или двойной спирали (биспираль).

Недостаток ламп накаливания – низкая светоотдача: только 2-4 % потребляемой ими электрической энергии превращается в энергию видимых излучений, воспринимаемых глазом человека; остальная часть энергии переходит преимущественно в тепло, излучаемое лампой.

Широкое применение в осветительных электроустановках предприятий, учреждений, учебных и лечебных заведений получили **люминесцентные лампы**, которые представляет собой герметически закрытую стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем люминофора. Люминофорами называются химические вещества, в которых под действием внешних факторов (электрического разряда и др.) возникает свечение, или люминесценция. Из трубки удаляется воздух и вводится небольшое количество газа (аргона) и определенное количество ртути. Внутри трубки в ее стеклянных ножках укреплены биспиральные электроды из вольфрама, соединенные с двухштырьковыми цоколями, служащими для присоединения лампы к электрической сети. При подаче к лампе напряжения между ее электродами в парах ртути возникает электрический разряд, и лампа начинает излучать свет. Чтобы обеспечить более интенсивное излучение электронов, электроды люминесцентных ламп покрывают активирующими веществами (оксидами стронция, бария или кальция).

Световой поток, излучаемый люминесцентными лампами, не одинаков по цвету. *В зависимости от цветности излучаемого лампой светового потока различают:*

- ♦ лампы дневного света (ЛД);
- ♦ белого света (ЛБ);
- ♦ холодно-белого света (ЛХБ);
- ♦ тепло-белого света (ЛТБ) и др.

При выполнении работы, требующей точного определения цветовых оттенков, например в типографии при изготовлении цветных репродукций, в художественной мастерской, на текстильном или швейном предприятии и т. д., применяют лампы ЛДИ, предназначенные для правильной цветопередачи.

Люминесцентные лампы низкого давления являются газоразрядными электрическими источниками света.

Люминесцентные лампы низкого давления изготавливают на напряжение 127 В мощностью 15 и 20 Вт; на напряжение 220 В мощностью 30, 40, 80 и 125 Вт. Срок службы и нормальной работы люминесцентных ламп – около 5000 ч при условии нечастых включений, стабильности номинального напряжения и обеспечения оптимальной окружающей температуры (15–25 °С).

Широкое применение в современных осветительных электроустановках промышленных предприятий находят **дуговые ртутные лампы (ДРЛ) высокого давления**. Эти лампы выпускаются с двумя и четырьмя электродами.

Четырехэлектродная ДРЛ состоит из резьбового цоколя, колбы (баллона) и кварцевой горелки. Внутри горелки находится определенное количество ртути и газ аргон. В концы горелки впаяны активированные основные и дополнительные электроды из вольфрама, а внутренняя поверхность колбы покрыта тонким слоем люминофора.

При подаче напряжения к электродам лампы в парах ртути высокого давления происходит электрический разряд, сопровождаемый интенсивным излучением света, в спектре которого отсутствуют оранжево-красные лучи, что делает лампу непригодной для освещения, поэтому состав люминофора, покрывающий внутреннюю поверхность колбы, подобран так,



что под воздействием ультрафиолетовых лучей спектра он излучает оранжево-красный цвет, который, смешиваясь с основным световым потоком лампы, образует свет, воспринимаемый человеческим глазом как белый с легким зеленоватым оттенком.

Четырехэлектродные ДРЛ отличаются от двухэлектродных наличием двух дополнительных электродов, подключенных к основным электродам через добавочные сопротивления. Это облегчает зажигание лампы: при подаче напряжения к лампе между основным и ближайшим дополнительным электродами возникает тлеющий разряд, под действием которого пары ртути ионизируются, способствуя разряду между основными электродами. ДРЛ с цоколем диаметром 40 мм выпускают мощностью 250-1000 Вт.

Значительно экономичнее ламп накаливания газоразрядные источники света (люминесцентные лампы и ДРЛ) – их светоотдача и срок службы в несколько раз превосходят светоотдачу и срок службы ламп накаливания.

## Приборы и светильники осветительных электроустановок

Для присоединения источников света к электрической сети, управления ими и обеспечения требуемых режимов работы освещения служат приборы осветительных электроустановок, к которым относят патроны, выключатели, переключатели, штепсельные розетки и вилки, стартерные устройства для пуска люминесцентных ламп и др.

По назначению, конструкции и способу установки различают патроны подвесные, арматурные с ниппелем или ниппельной шейкой, подвесные полугерметические с металлическим ушком, потолочные и стенные. В соответствии с размерами цоколей ламп патроны бывают с резьбой 14, 27 и 40 мм.

Переключатели и выключатели однополюсные на напряжение до 250 В и на токи до 10 А предназначены для коммутации электрических цепей осветительных электроустановок переменного тока частотой 50 Гц. Выключатели и переключатели однополюсные защищенного и герметического исполнения для открытой и скрытой установки должны выдерживать не менее 20 тыс. отключений. С целью повышения коммутационной способности и износостойчивости контактные части современных выключателей и переключателей выполняют из металлокерамики, что позволяет выдерживать свыше 200 тыс. отключений.

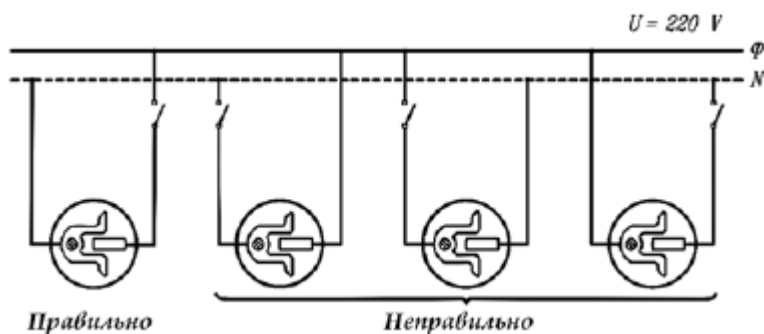


Рис. 43. Подключение выключателя

Выключатели и переключатели классифицируются на клавишные выключатели для скрытой и наружной установки, поворотные герметические выключатели, переключатели для скрытой установки и др.

Однофазные и трехфазные электроприемники (переносные лампы, бытовые электроприборы, электрифицированный инструмент и т. п.) с номинальными токами до 10 и 25 А на напряжения до 250 и 380 В к электрической сети присоединение при помощи штепсельных соединений, которые состоят из двух основных элементов: розетки и вилки.

Штепсельные розетки выпускаются с круглыми и плоскими контактами. Применение плоских контактов позволяет создать более надежное контактное соединение, сократить расход меди и почти вдвое по сравнению с круглыми увеличить срок службы.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных применяют двух- и трехполюсные штепсельные розетки с заземляющим контактом, к которому присоединяется проводник сети заземления для подключения переносных электроприемников к электрической сети напряжением выше 36 В.

Электрические провода сечением до  $2,5 \text{ мм}^2$  могут присоединяться к контактными зажимам двухполюсных штепсельных розеток на токи до 10 А, провода сечением до  $16 \text{ мм}^2$  — к трехполюсным розеткам на токи до 25 А.

Осветительную арматуру условно разделяют на арматуру для ламп накаливания, ртутных ламп и для люминесцентных ламп в зависимости от источника света.

Арматура светильников для ламп накаливания и ртутных ламп состоит из корпуса и закрепленного в нем патрона. К корпусу закрытых подвесных светильников прикрепляют снизу защитное стекло для предохранения лампы от загрязнений и механических повреждений, а сверху устанавливают ушко для подвешивания светильника к опорной конструкции. Горловина корпуса тяжелых светильников, устанавливаемых жестко на трубе, выполняется в виде патрубка с внутренней резьбой  $3/4$ ». Некоторые типы светильников снабжаются специальным устройством — бюгелем, имеющим два сальника для раздельного уплотненного ввода проводов питающей сети и крюк для подвески.

Существует большое разнообразие конструкций светильников, отличающихся светотехническими характеристиками.

Чаще всего арматура светильника для люминесцентных ламп представляет собой металлический корпус, в котором смонтированы пускорегулирующие устройства, лампы-держатели, стартеродержатели и соединительные провода. Светильник присоединяется к питающей электрической сети при помощи зажимов, расположенных под одним из колпачков узла подвески. К корпусу арматуры обычно прикреплен отражатель, на котором в зависимости от конструкции светильника есть экранирующая решетка, защитное стекло или рассеиватель.

По конструкции, светотехническим показателям и характеристикам светильники должны соответствовать условиям работы и окружающей среды, отвечать требованиям безопасности, быть удобными в обслуживании.

Недостатком люминесцентных ламп и ДРЛ, включаемых в сеть переменного тока, являются периодические изменения их светового потока с частотой, равной удвоенной частоте тока питающей сети. Эти изменения светового потока, не воспринимаемые глазом человека в результате инерции зрения, весьма опасны, когда лампы применяют для освещения движущихся предметов. При пульсации светового потока искажается восприятие действительной скорости и направления движения предметов. Например, освещаемые люминесцентными лампами и ДРЛ детали машины или обрабатываемые предметы, вращающиеся с определенной частотой, могут показаться неподвижными и даже вращающимися в противоположную сторону. Поэтому при освещении помещений, в которых имеются станки и механизмы с вращающимися частями, применяются схемы включения люминесцентных ламп и ДРЛ, при которых устраняются нежелательные и опасные пульсации светового потока.

## **Монтаж выключателей, штепсельных розеток и светильников**

При монтаже выключателей следят, чтобы включение производилось нажатием верхней части клавиши или верхней кнопки. Выключатели устанавливаются в рассечку фазного провода, что позволяет быстро обесточить электросеть при коротком замыкании, а также обеспечивает электробезопасность при замене ламп, патронов и ремонте участка проводки от выключателя до светильника. Штепсельные розетки подключают параллельно магистральным проводам сети.

При открытой проводке выключатели и розетки должны устанавливаться на прокладках из токонепроводящего негорючего материала (текстолит, гетинакс, асбоцемент и др.) толщиной не менее 10 мм (подрозетники), которые могут быть конструктивной частью самих электроустановочных изделий.

На сгораемых основаниях на деревянные подрозетники необходимо устанавливать дополнительно прокладку из асбеста толщиной 2-3 мм, что обеспечит защиту от загорания подрозетника при неисправности контактного соединения в выключателе или штепсельной розетке. Выключатели и розетки брызгозащищенного исполнения могут крепиться непосредственно на стене либо на стальной скобе. Ввод проводов или кабелей через сальниковое уплотнение выполняется снизу.

При скрытой электропроводке выключатели и штепсельные розетки устанавливают в металлические коробки, вмозанные в стену алебастровым раствором. Чтобы закрепить выключатель или розетку в коробке, с них снимают декоративную крышку, присоединяют провода, немного вывинчивают винты из пластинок распорных скоб и вдвигают выключатель или розетку в коробку. При вворачивании винтов лапки устройства раздаются и прочно закрепляют выключатель или розетку в коробке. Винты заворачивают до упора поочередно, не допуская перекоса, с таким усилием, чтобы не расколоть основание. После закрепления основания выключателя или штепсельной розетки на них закрепляют декоративные крышки.

Люстры подвешивают на крюках. Подвеска светильников на проводах запрещается. Крюк в потолке должен быть изолирован с помощью поливинилхлоридной трубки для предотвращения появления опасного потенциала в металлической арматуре бетонных плит или стальных труб электропроводки при нарушении изоляции в светильнике.

Если крюк крепится к деревянному перекрытию, изолировать его не надо.

Для установки крюка в пустотелой плите проделывают отверстие, вводят в него детали крепления и фиксируют их. В сплошных железобетонных перекрытиях светильник подвешивают к шпильке, которую пропускают насквозь через все перекрытие. Можно применить и другие способы крепления.

Приспособления для подвеса светильников должны испытываться на прочность в течение 10 минут усилием (нагрузкой), равным пятикратной массе светильника. Детали крепления подвеса при этом не должны повредиться.

Светильники заряжаются медными гибкими проводами с сечением жил не менее  $0,5 \text{ мм}^2$  внутри зданий и  $1 \text{ мм}^2$  для наружной установки и соединяются с проводами сети при помощи зажимной колодки.

## **Глава 3**

### **Электричество в быту**

#### **Бытовые электроприборы и устройства хозяйственного назначения**

##### **Стиральные машины**

Прежде чем покупать машину, нужно выбрать для нее место. У нас это обычно ванная, кухня или коридор.

Ванная комната не годится из-за постоянной влажности. Проникая в корпус машины, пар портит ее механические и электрические детали. На кухне в непосредственной близости от продуктов питания стиральная машина становится неиссякаемым источником вредной химии. Коридор удален от коммуникаций – водопровода и канализации.

Как правило, ассортиментный ряд стиральных машин у каждого производителя включает три основных размерных типа: стандартные, узкие и малогабаритные. Стандартной принято считать стиральную машину высотой 85 см, шириной 60 и глубиной 58 см. Их устанавливают в помещениях большой площади, в 3–5 см от стены. Для установки стиральной машины на кухне или в коридоре подходят узкие машины глубиной около 32 см. В небольшие помещения впишутся малогабаритные машины 67х50х40. Их легко установить под раковиной, которая к тому же надежно прикроет машину от воды.

Максимальная загрузка барабана определяется с учетом состава семьи. Одиноким людям и небольшим семьям подойдут компактные стиральные машины с максимальной загрузкой 3 кг (австрийская Euronova, шведская Electrolux, итальянская Candy); семье из 4?6 человек – 5 кг; семье из 7 человек и больше – 6–7 кг (ARDO, Merloni (марки Ariston, Indesit), BEKO, Bosch/Siemens, Candy, Electrolux (марки AEG, Electrolux, Zanussi), Euronova, Kaiser, LG, Samsung, Maytag, Otsein).

Сегодня наиболее популярны машины барабанного типа стандартного размера с фронтальной загрузкой. По мнению экспертов, такие машины надежнее узких и компактных. Объяснение этому простое: чтобы уменьшить размер агрегата, разработчикам модели приходится уменьшать количество деталей, укорачивать соединения и т. д. Все это отражается на качестве стирки и надежности машины, т. е. на самых важных для потребителя параметрах.

Класс качества указывается в инструкции. Маркировку А и В имеют стиральные машины с наилучшими показателями; С, D и E – со средними; F, G – с низкими. Что это значит на практике? Почти все машины стирают одинаково, т. е. обеспечивают нормальное качество стирки. Есть малочисленная группа стиральных машин, класс стирки которых выше «одинакового». Это стиральные машины фирм Miele и Electrolux. Чтобы приобрести продукцию этих производителей, надо располагать суммой не менее 1 тыс. долларов США. Все остальные машины отличаются друг от друга только программами.

Стиральная машина состоит из бака, двигателя и программного устройства, задающего режимы стирки. Все это оборудование не такое уж дорогое, фактически покупатель платит за брэнд компании, собравшей машину, и дизайн. Стирка зависит от выбранного цикла и уровня воздействия моющего средства. Например, если стирать изделие из хлопчатобумажной ткани по программе «шерсть», качество стирки будет снижено почти вдвое. Разные

результаты дает также стирка белья одинаковой загрязненности, но с использованием разных стиральных порошков

Что представляет собой показатель надежности стиральных машин? Прежде всего надо обратить внимание на то, где машина собрана. По мнению большинства специалистов, средняя машина итальянской сборки служит 5–8 лет, немецкой – 10–15, корейской – не менее 5 лет, китайской – 3–5. Рекордсменами по продолжительности безупречной службы считаются машины австрийской и шведской сборки – они могут прослужить от 15 до 20 лет.

Для оценки надежности немаловажен такой параметр, как вид сборки – ручная (в том числе докрутка отдельных болтов и гаек) или автоматическая. На заводах турецкой фирмы ВЕКО сборка осуществляется автоматами от начала до конца, что заметно уменьшает стоимость, но и сокращает срок службы машины. На заводах компаний ASKO и Bosch сборку доводят до кондиции (подтягивают или ослабляют крепления и т. д.) вручную.

Австрийские машины Evronova на две трети собираются вручную.

Однако качество стирки ручная сборка несколько не повышает.

До недавнего времени считалось, что чем больше программ стирки заложено в машину, тем она лучше и престижнее. Сейчас оценки изменились и наблюдается прямо противоположная тенденция: в моделях машин нового поколения всего 3–4 программы стирки (для разных видов белья – льна и хлопка, синтетики, шерсти и шелка). Выбрав на панели управления одну из программ, потребитель задает температуру, скорость отжима и число полосканий, а электронный мозг машины следит, чтобы установки соответствовали типу ткани. В случае ошибки машина вносит необходимые коррективы.

В последнее время производители стиральных машин отказываются от использования поворотных механических регуляторов и заменяют их кнопками. Это увеличивает срок эксплуатации машины, поскольку уменьшает число движущихся частей и механических узлов.

Сегодня пользуется популярностью электронная система Fuzzy logic (иногда ее называют Fuzzy control или Dialogic). Если в машине установлена эта система, то при стирке будет использоваться именно то количество воды, которое необходимо для данной порции белья. Система измерит температуру поступающей воды, исходя из этого вычислит продолжительность стирки с учетом времени подогрева воды до нужной температуры.

Нельзя оставить без внимания слабые стороны любых стиральных машин. Так, главная опасность для электронной начинки стиральных машин в России – напряжение в сети; оно прыгает в довольно широких пределах – 150–280 вольт, что негативно отражается на системе электронного программирования: машина начинает сбоить («забывает» отжать или прополоскать белье и т. п.) и ломается. Чтобы избежать преждевременной поломки, следует подключать стиральную машину к сети через стабилизатор или систему «Пилот».

Вторая беда хороших стиральных машин – водопроводная вода. По европейским стандартам наша вода слишком жесткая. По этой причине первым в стиральной машине обычно ломается нагревательный элемент, так как на нем образуется накипь. Так что вместе с моющим средством для смягчения воды в машину надо засыпать специальные препараты.

Многие стиральные машины можно одновременно подключать к трубопроводам горячей и холодной воды, что позволяет сохранять нагревательный элемент, уменьшать время стирки и экономить электроэнергию. Понятно, что для этого необходима бесперебойная подача горячей воды круглый год, чего у нас не бывает. Кроме того, качество горячей воды очень низкое, так что желательно подключать ее через фильтр, стоимость и установка которого, увы, превысит экономию по всем другим статьям за много лет.

Среди потребителей бытует мнение, что западные нормы подачи воды для качественной стирки в наших условиях недостаточны. Это мнение ничем не оправдано. Специалисты в этом случае единодушны: нет смысла перепрограммировать количество подаваемой в бак

воды. Увеличение количества воды ведет к более быстрому износу термостата и увеличению продолжительности стирки.

Из-за качества воды у нас не приживаются пузырьковые стиральные машины, которые рассчитаны исключительно на мягкую воду.

Оптимальной скоростью вращения барабана при отжиге выстиранного белья считается 600-1000 оборотов в минуту. При таком режиме ткань изнашивается меньше. Необходимо учитывать, что для разных видов тканей необходимы разные скорости отжимов. Все современные машины снабжены функцией, позволяющей регулировать число оборотов.

Стиральные машины со встроенной сушкой предлагают сейчас почти все производители. При их использовании отпадает необходимость вывешивать белье на балконе или в другом месте. Кроме того, если возникает необходимость в срочной стирке, то не более чем через три часа выстиранную вещь можно использовать.

Наличие в машине сушки не отменяет процесс глажения. Выстиранные вещи рекомендуется немного недосушивать и сразу гладить.

Сушка в машине ведет к более быстрому изнашиванию белья. Волокна ткани прогреваются неравномерно, в каких-то местах вещь пересушивается и ткань истончается. Но на популярность стиральных машин с сушкой это обстоятельство не влияет – у нас на них приходится около 11 % спроса. На Западе этот показатель выше – 20 %. Кроме того, можно купить и отдельную машину для сушки, например Bosch TWL 5400. Стоит это изделие как новая стиральная машина – около 600 долларов США.

## Обогреватели

Обогреватели производят в основном именитые иностранные фирмы – DeLonghi, Ufesa, Philips, Electrolux, Honeywell, Siemens, Ewt. Ассортимент изделий стандартный – масляные радиаторы, конвекторы, приборы с инфракрасным излучателем. Это три основных типа современных обогревателей, отличающихся по способу подачи тепла. Технологических прорывов в этой области в последнее время не произошло. В основном фирмы совершенствуют удачные модели, наделяя их дополнительными функциями, меняют дизайн.

Масляные обогреватели отличаются количеством секций (5-12) и мощностью (1,25-2,5 кВт). Больше секций – мощнее обогреватель, следовательно, тем большее по объему помещение он способен обогреть.

Для поддержания комфортной температуры в комнате площадью 25 м<sup>2</sup> обычно достаточно 10-секционного обогревателя мощностью 2–2,5 кВт. Помещение площадью 10 м<sup>2</sup> обогреет 5-секционный обогреватель мощностью в 1,0 кВт.

Стоимость наиболее ходовых моделей – 700?5000 руб. Качество изделий иностранных фирм практически одинаково, а цена зависит от мощности обогревателя и набора дополнительных функций.

Самое распространенное и полезное приспособление – термостат. Его задача – автоматическое поддержание заданной температуры и отключение прибора в случае перегрева. Практичен и таймер, который включит радиатор в заданное время без вашего участия, скажем, за час до возвращения домой. Совсем не лишняя функция регулировки мощности. Нередко для поддержания подходящей температуры в комнате достаточно половины или даже одной трети мощности обогревателя. Режим «антифриз» предназначен для поддержания температуры не ниже нуля.

Все производители ежегодно пополняют ассортиментный ряд новой моделью. Новой является какая-либо функция, принципиально ничего не меняется.

В качестве примера рассмотрим масляный радиатор серии Bravo стоимостью 2300–2900 руб. Радиатор Ufesa оснащен встроенным увлажнителем, чем, собственно говоря, он

отличается от моделей предыдущей серии. Если возможностей приобретенного обогревателя недостаточно, его можно «нарастить». В ассортименте есть навесные полотенцесушители, съемные и отдельно стоящие увлажнители, электронно-цифровые таймеры. По вашему желанию таймер включит или выключит обогреватель в нужный момент, причем программировать можно на день, два, неделю и т. д. вперед. Стоимость таймера достаточно высокая – до 1200 руб. (в зависимости от модификации). Можно приобрести новый обогреватель со встроенным таймером, но тогда он обойдется в 2–3 раза дороже.

На отечественном рынке господствуют обогреватели двух типов: маслянаполненные и конвекторные (конвекторы, тепловентиляторы). В масляных нагрев масла происходит внутри герметичного корпуса. Для увеличения теплоотдачи корпус масляного обогревателя делают ребристым.

Существуют радиаторы с «каминным эффектом». Это обогреватели DeLonghi серии Dragon. Особенность их конструкции – закрученные по спирали каналы, которые увеличивают приток воздуха, что обеспечивает большую теплоотдачу при меньшей температуре нагрева стенок.

Несомненное достоинство масляных радиаторов – безопасная температура корпуса: она не превышает 60 °С, что исключает возможность получения ожога при случайном прикосновении к поверхности радиатора. Еще один «плюс» – герметичность: пыль не попадает на нагревательные элементы и кислород в помещении не выжигается. Кроме того масляные радиаторы наименее пожароопасны.

Недостатки масляных радиаторов – внушительные габариты и вес, а также медленный разогрев.

Для быстрого прогрева помещения идеально подходят конвекторные обогреватели. Принцип действия их следующий: воздух прогоняется вентилятором через разогретую спираль и теплым подается в помещение.

Конвекторы отличаются малыми габаритами, легким весом (около 2 кг) и низкой ценой. Если импортные масляные обогреватели стоят в пределах 1300–2700 руб., то конвекторные – 560–1800. Правда, вентиляторы при работе шумят. Другая неприятная черта – открытая нагревательная спираль, которая выжигает в помещении кислород, выделяя при этом специфический запах.

Проблемы с запахом устранены в керамических конвекторах, в которых в качестве нагревательного элемента используется керамический стержень: он нагревается меньше и попадающая на него пыль не горит. Этот нагреватель полностью сохраняет кислород и не меняет влажность воздуха. При покупке такого конвектора необходимо проверить наличие в комплекте откидного фильтра, ручки для переноски, поворотной подставки и осцилляции (способности конвектора поворачиваться при работе на 180°).

Конвекторы и масляные обогреватели, несмотря на свои недостатки, пользуются у россиян повышенным спросом. Возможно, именно это обстоятельство подтолкнуло производителей на мысль объединить эти два типа нагревательных приборов в одной модели. Так была создана комбинированная модель – обогреватель DeLonghi Formula One. Обогреватель (тепловентилятор и радиатор) обеспечивает ускоренный обогрев помещения, а специальный фильтр препятствует попаданию пыли внутрь.

Есть на рынке и новинка – кварцевые приборы с инфракрасным излучателем. Принципиально они отличаются от известных и испытанных моделей обогревателей. Они выполнены в виде панелей, а крепятся к стене или потолку. Инфракрасное облучение разогревает пол, стены, мебель, которые, в свою очередь, продолжают излучать тепло даже после отключения прибора.

По уровню безопасности кварцевые приборы аналогичны маслянаполненным, практически не сушат воздух и не шумят. Они более экономичны, расходуют значительно меньше

энергии, генерируя столько же тепла, сколько масляные и конвекторные. Прибор можно использовать в ванной и жилых комнатах, в помещениях, где нет центрального отопления (гаражах, крытых верандах).

Перечисленные достоинства сделали кварцевые обогреватели весьма популярными на Западе, в РФ наоборот – они настолько не пользуются спросом, что многие фирмы попросту прекратили их поставки в Россию. Возможно, потребителей отпугивает цена – 1600–2500 руб. плюс плата за установку, составляющая 10–15 % стоимости панели.

В магазинах можно найти DeLonghi Quarz WQ 12, WQ 18, WQ 18 V (модели отличаются друг от друга числом кварцевых трубок (2–3) и мощностью (0,6, 1,2 и 1,8 кВт)). DeLonghi Turbo Quarz WQ 18 V в отличие от предшественников оснащен вентилятором для более быстрого и равномерного распределения тепла. Аналогичное инфракрасное оборудование поставляет шведская фирма Frisco. При покупке кварцевого обогревателя необходимо проверить наличие защиты от попадания на излучатели воды и пыли.

Обогрев помещений с помощью «тепловых пушек» превратился из бытового в промышленный. «Тепловые пушки» напоминают обычные термовентиляторы, но своими габаритами превосходят их раза в полтора. Их корпус делается не из обычного пластика, а из стали. За счет усиленной прогонки воздуха через нагревательный элемент эти обогреватели способны за полчаса прогреть самое холодное помещение.

«Тепловые пушки» стоят около 7 тыс. руб., потребляют очень много энергии и шумят. Эти приборы хороши для просушки и обогрева помещений площадью более 25 м<sup>2</sup>.

Отечественные обогреватели в продаже встречаются редко, выбор изделий невелик. Обычно ассортимент ограничивается 2–3 моделями. Эксплуатационные характеристики отечественных обогревателей оставляют желать лучшего. Так, масляный радиатор «Электротерм-1» ЭРМБ производства псковского завода «Электротерм» имеет максимальную мощность 0,75 кВт, а электроконвектор «Комфорт-3М», выпускаемый Вологодским конвекторным заводом, – 1,25 кВт. На фоне импортных аналогов такие характеристики выглядят неубедительно. То же можно сказать о дизайне изделий и качестве сборки. Правда, стоимость отечественных обогревателей весьма скромная.

Конструкция российских приборов, выпускаемых по так называемой космической технологии, – широко разрекламированных «Доброе тепло» и «Терминатор» – достаточно проста: прямоугольный пластиковый корпус, внутри которого проходит электрообогревательный элемент. «Доброе тепло» и «Терминатор» можно крепить к стене гвоздями или шурупами. В этих приборах подкупает прежде всего компактность, легкость и гибкость, что делает их удобными для транспортировки. Однако достоинства, о которых говорится в рекламе изделий, ограничиваются многочисленными «но». Например, изделия можно сгибать, но нельзя допускать перегибов; можно вешать в ванной, но при попадании на них влаги тут же ее удалять; можно ходить по панели, но только босиком; можно сушить белье или овощи, но вторая сторона панели должна быть обязательно открытой и т. д.

И «Доброе тепло», и «Терминатор» имеют серьезный конструктивный недостаток: при достижении заданной температуры приборы автоматически не отключаются. Есть претензии к этим изделиям и со стороны пожаробезопасности.

## Посудомоечные машины

Едва ли не первую машину для мытья посуды в 1880 г. изготовил изобретатель Бенджамин Хове. Чтобы машина работала, нужно было очень быстро крутить рукоятку. Американская домохозяйка Джозефина Кокран оснастила посудомоечную машину мотором. При работе машина грохотала и порой разбивала посуду, но женщина пользовалась ею 10 лет и в



1886 г. получила патент на свое изобретение. В 1893 г. детище Джозефины Кокран – моторизованная посудомоечная машина – было продемонстрировано на Чикагской выставке.

Первую серийную посудомоечную машину в Европе с приводом от электродвигателя выпустила немецкая фирма Miele. Немецкая посудомоечная машина белого цвета имела цилиндрическую форму, ее можно было передвигать по кухне на колесиках. Посуду в нее загружали сверху.

Современные посудомоечные машины моют посуду очень хорошо – почти бесшумно, бережно и очень экономно. За последние годы конструкторам удалось снизить уровень шума в машинах с 65 до 43 дБ, а энергопотребление почти втрое – с 2,8 до 1 кВт·ч. Главная идея в разработке новых поколений машин – современный подход к экологии, минимальный расход воды и электроэнергии. Лучшие модели моют 14 комплектов посуды всего в 11–13 л воды. Ни одна хозяйка не в состоянии добиться таких показателей при ручной мойке.

Таких результатов удалось добиться, во-первых, пропуская воду водопроводной воды через ионообменную камеру, которая делает воду мягкой и повышает ее моющие способности, во-вторых, за счет повторного использования порции воды путем очистки ее через систему фильтров.

Благодаря оригинальной системе теплообмена экономится вода и электроэнергия на ее нагревание. Теплообменник в виде плоского резервуара, в который поступает горячая вода от предыдущего цикла мойки, контактирует с порцией воды, предназначенной для следующей стадии, и подогревает ее остаточным теплом. Во многих моделях система теплообмена высушивает посуду по принципу сушки с конденсацией – без использования дополнительной электроэнергии и вывода наружу влажного воздуха с клубами пара. Машины с электро-сушкой менее экономичны.

Расход энергии на мытье 12–14 комплектов столовой посуды в современных посудомоечных машинах класса А составляет 0,74–1,05 кВт·ч.

Система теплообмена обеспечивает плавное изменение температуры при переходе в очередную фазу мытья. Так избегают «температурного шока» декоративный фарфор и хрупкое стекло.

Непрерывный поиск и забота об экономии воды и электричества привели к появлению моделей посудомоечных машин, которые способны определять даже количество загруженной посуды и степень ее загрязнения! Еще совсем недавно в инструкциях рекомендовали не использовать машину, загруженную не полностью, а теперь в некоторых новых моделях предусмотрены приспособления, способные отмерять минимальное количество воды, энергии и моющих средств, необходимых для мытья заложенной порции посуды.

Тем не менее, в своем большинстве российские покупатели считают посудомоечную машину не предметом первой необходимости наряду с холодильником и плитой, а изыском, который приобретают, когда все остальное уже куплено.

В магазине бытовой техники одна покупательница спросила: «За какое время посудомоечная машина моет посуду?». Продавец ответил: «За 45–65 минут, в зависимости от заданной температуры». Покупательница засмеялась: «Я руками быстрее вымою!».

Это типичная ошибка потребителей в подходе к бытовой технике. Посудомоечная машина, как и стиральная, созданы не только для того, чтобы делать работу быстрее нас, они делают эту тяжелую неблагодарную работу вместо нас. Кроме того, машины обеспечивают высокое качество мойки и гигиеничность – процесс идет при температуре 60–65 °С и даже 70 °С с использованием высокоактивных моющих средств. В этих условиях микроорганизмы погибают. Кроме того, каждый предмет в машине омывается горячей водой с моющими средствами намного дольше, чем при ручной мойке.

По данным GFK (международная организация, исследующая мировой рынок), насыщение рынка посудомоечных машин в Европе составляет 37 %. Это значит, что 37 из 100

семей пользуются посудомоечными машинами. Лидирует в Европе (около 60 %) Швеция. За ней следует Германия (49 %), на последнем месте среди развитых европейских стран – Англия (21 %).

По России объективной статистики нет; по косвенным данным можно предположить, что насыщение нашего рынка посудомоечных машин подбирается к 5 %.

Статистики подсчитали, что в семье, состоящей из четырех человек, за год приходится перемыть 18 тысяч ножей, ложек и вилок, 13 тысяч тарелок, 8 тысяч чашек и несчетное количество кастрюль, сковород, блюд, подносов, банок, бутылок и пр. В самых благоприятных условиях ручная мойка посуды занимает около 1 часа в день. Для сравнения: посудомоечная машина потребует от хозяйки за этот же день только 10 минут (загрузить грязную посуду и выгрузить чистую). Считаем:  $60 - 10 = 50$  мин. Умножаем сэкономленное время на число дней в году:  $50 \text{ мин.} \times 365 = 18\,250 \text{ мин.}$  (более 12 суток). Ну, а за 10 лет – 120 суток!

Еще порция статистики. При ручной мойке посуды под проточной водой из крана расходуется 60 л воды в день, в обычной посудомоечной машине на 12 комплектов требуется не более 14 л воды в день. Итого:  $(60 - 14) \times 365 = 16\,790 \text{ л}$  воды экономится за год. Это больше 70 ванн горячей воды. На нагревание такого количества воды расходуются 500 кВт. ч электроэнергии в год! За все эти литры и киловатты платим мы!

С другой стороны, сколько топлива нужно сжечь, загрязняя атмосферу, которой мы дышим, чтобы доставить нам в дом такое количество лишней горячей воды? И за это тоже платим мы.

Покупка посудомоечной машины – начало нормальной жизни и эффективной экономии времени, воды, энергии, здоровья и денег. Посудомоечная машина окупается очень быстро, хотя в полном объеме провести расчеты окупаемости затруднительно – какими критериями оценить сэкономленные дни, месяцы и годы?

В посудомоечной машине моют не только посуду, но и различные съемные детали кухонных плит и грилей, формы для выпечки, фильтры кухонных воздухоочистителей, полки холодильника, кувшины фильтров для воды, лопаточки для жарки, дуршлага, овощечистки, воронки, пластиковые, стеклянные и фарфоровые разделочные доски, стеклянные противни микроволновок и др. В машине легко отмоются пластиковые салфетки, которые в некоторых домах вместо скатерти подкладывают под каждый прибор. Приобретет блеск и изначальный вид не новая металлическая терка для овощей, отмоется современная посуда из пластика, например для микроволновых печей (при покупке пластиковой посуды надо обращать внимание на наличие пометки Thermoplast или Duroplast, свидетельствующей об устойчивости к деформации в диапазоне температур от  $-30$  до  $+80$  °С. В машине моют крышки от банок, розетки для варенья, подсвечники, баночки для специй, солонки, перечницы. Мелкие предметы кладут в контейнер для столовых приборов. Если они там не помещаются, их складывают в сетку типа тех, в которых продаются фрукты и овощи, и помещают в корзину для посуды. Сетка нужна для того, чтобы мелкие вещицы не провалились между прутьями корзины.

Отлично отмываются установленные горлышком вниз бутылки – вращающийся распылитель воды обеспечивает проникновение упругих струй моющего средства даже через узкое горлышко.

Вилки, ложки, ножи рекомендуется укладывать в машину в горизонтальном положении. В современных моделях некоторых фирм для них предусмотрен выдвижной поддон в верхней части моечной камеры. Такая конструкция освобождает место в нижней части камеры, предохраняет столовые приборы от царапания при соприкосновении, а также облегчает их сортировку и извлечение из машины.

Покупая бокалы, рюмки из прозрачного стекла или комплект столовых приборов из нержавеющей стали, обратите внимание на прилагаемую инструкцию по уходу. Обычно там

говорится не о том, что эти вещи можно мыть в посудомоечной машине, а о том, что их нужно мыть в посудомоечной машине, а не иначе. Прозрачное стекло и полированная нержавеющая сталь после мытья в машине приобретают особый блеск и кристальную чистоту.

Нельзя мыть в посудомоечной машине предметы из дерева, перламутра, кости, олова, меди, латуни и посеребренные предметы. Надо быть очень осторожным с мытьем антикварного фарфора, особенно с росписью по глазури. Лучше совсем не мыть старинное матовое стекло, так как оно бывает хрупким, хотя в некоторых машинах есть программы деликатной мойки хрупкого стекла.

Результат всякого мытья и стирки во многом зависит от используемой воды. В мягкой воде все отмывается очень легко, с минимумом моющих средств. В жесткой воде посуду мыть намного труднее, она остается тусклой. От жесткой воды страдает и посудомоечная машина – приходится использовать специальную регенерирующую соль, необходимую для защиты и восстановления рабочего состояния ионообменной камеры, являющейся мини-фабрикой мягкой воды. Ионообменная камера заполнена адсорбером – ионообменной смолой, которая удаляет из воды соли кальция и магния, делающие воду жесткой. Возможности такой мини-фабрики не бесконечны, поглощающие свойства адсорбера снижаются.

В домашних условиях можно провести простейший тест для определения жесткости воды. Растворите в стакане воды немного мыла. Если вода помутнеет и в ней появятся хлопья, значит, вода жесткая. Жесткость воды выражается в условных единицах – градусах жесткости или в мг-экв/л.

Посудомоечные машины чаще всего отрегулированы изготовителем на жесткость воды до 20 градусов. Некоторые производители в комплект принадлежностей к машине включают индикаторную ленту для определения жесткости воды, чтобы можно было отрегулировать машину под местные условия.

Для решения проблем, связанных с жесткостью воды, в любой посудомоечной машине предусмотрена специальная емкость, в которую можно загрузить сразу до 2 кг смягчающей воды соли. Этого количества достаточно на несколько месяцев. Машина сама расходует соль по мере надобности, а когда запасы подойдут к концу, индикатор просигналит о необходимости добавить новую порцию.

К сожалению, некоторые пренебрегают этим требованием. Конечно, можно некоторое время мыть посуду без добавления соли, но вскоре ионообменная камера забьется и из машины будет выходить тусклая, в белесых пятнах посуда. Использование машины без соли может привести к повреждению устройства для смягчения воды. Если дело не зашло слишком далеко, работоспособность ионообменной камеры можно восстановить, заполнив емкость регенерирующей солью и проведя обычный цикл мытья 4-5 раз.

Принцип работы посудомоечной машины прост. Загруженная в решетчатые поддоны посуда энергично промывается интенсивными струями воды, которую разбрызгивают под давлением один или два вращающихся распылителя-коромысла. По всей длине распылителей расположены отверстия, и упругие струи горячей воды из этих отверстий заполняют все внутреннее пространство машины.

Для посудомоечной машины разработаны специальные моющие средства, активно растворяющие и смывающие жир и эффективно удаляющие частицы пищи с посуды. Благодаря многократным полосканиям и добавлению в конце цикла мойки специального жидкого ополаскивателя посуда хорошо промывается, а остатки моющих средств полностью сливаются с поверхности. Чашки, тарелки, кастрюли и сковородки становятся гладкими и блестящими.

Для безупречной работы посудомоечной машины необходимы три компонента: специальное моющее средство, ополаскиватель и соль. На нашем рынке представлены разнообразные комплекты этих средств от самых разных производителей.

Современные посудомоечные машины на одно мытье расходуют примерно 30 г регенерирующей соли и 25 г моющего средства.

Среди множества моделей посудомоечных машин, имеющих на российском рынке, можно найти ту, которая отвечает всем вашим требованиям. У дорогостоящих и наиболее экономичных машин обычно от 5 до 8 программ мытья при разных температурах, а класс энергопотребления, эффективности мытья и сушки – А или В.

Нормальная программа мытья с повышенной температурой (65 °С) прекрасно справляется с присохшими мучнистыми остатками пищи.

Программа интенсивного мытья (65°-70 °С в зависимости от модели) подходит для сильно загрязненной посуды с пригоревшими или присохшими остатками пищи.

Программа с малым расходом воды (55 °С) предназначена для мытья слабо загрязненной посуды и для неполной загрузки машины.

Быстрая программа (55 °С) благодаря малой длительности применяется при небольшой загрузке, а также при отсутствии присохших остатков пищи. Быстрая программа незаменима во всех случаях, когда посуду нужно быстро подать на стол.

Программа мытья хрупкой посуды (40 °С) используется для хрупкого и малозагрязненного стекла, декоративного фарфора и хрусталя.

Программа предварительного ополаскивания препятствует засыханию остатков пищи, если посуда должна быть вымыта позднее.

Экономичная программа (55 °С) обеспечивает такой же результат, как и обычная программа с температурой 65 °С, но при меньшем расходе электроэнергии и воды. При этом длительность мытья несколько увеличивается. Эта программа используется для мытья среднезагрязненной посуды.

Некоторые фирмы в целях экономии электроэнергии выпускают посудомоечные машины с возможностью подключения к трубопроводу горячей воды. На российском рынке такие посудомоечные машины есть, но статистика показывает, что лишь около 2 % таких машин подключены к централизованной линии горячей воды. Причина банальна – длительные отключения горячей воды летом; кроме того, наша горячая вода содержит много нежелательных примесей.

## **Холодильники и морозильники**

Бытовые холодильники и морозильники выпускают более чем в 60 странах мира. Ведущими в этой области являются фирмы США, Японии, ФРГ, Италии и Англии. Они же являются и пионерами в разработке и внедрении новейших конструкций и усовершенствований, определяющих мировой уровень бытовой холодильной техники.

Во многих развитых странах рынок бытовых холодильников достиг насыщения и новые модели холодильников приобретаются исключительно для замены или расширения старого парка. Стимулом к покупке новых моделей является их техническое совершенствование, высокая автоматизация, низкая энергоемкость, комфортность, удобство эксплуатации.

Почти все передовые зарубежные фирмы ориентируются на выпуск компрессионных моделей, и лишь несколько фирм специализируются на выпуске абсорбционных холодильников, причем их современные модели по основным потребительским характеристикам не уступают компрессионным.

Незначительную часть в общем объеме производства составляют термоэлектрические холодильники, которые применяются в авиа-, автомобильном и водном транспорте. Термоэлектрические холодильники выпускают фирмы «Колатрон Корп», «Фогел Коммерсиал Рефрижератор» и др. Некоторые модели холодильников этих фирм могут работать как в

режиме охлаждения, так и в режиме подогрева продуктов, что является немаловажным фактором в определенных сферах.

Анализ ассортиментной структуры поставляемой на рынок бытовой холодильной техники показывает, что производители учитывают самые разные социальные группы потребителей. Например, в зависимости от количественного состава семьи потребитель может выбрать модель с нужным ему (на практике – любым) объемом.

Семьям с индивидуальными и региональными особенностями питания предназначены модели с разными сочетаниями функциональных зон и температурных режимов хранения продуктов.

В зависимости от степени автоматизации и комфортности модели (дифференцированные, естественно, по цене) адресованы семьям с различным бюджетом

Если вы стремитесь оформить интерьер жилища по своему вкусу, то легко подберете модели различных типоразмеров и оформления, встраиваемые в гарнитур кухонной мебели или блокируемые с кухонным оборудованием.

Сегодня на рынке широко представлены морозильники, двух- и трехкамерные холодильники различных объемов. Американские, японские и западноевропейские фирмы выпускают модели объемом до 700 л и более, с четырьмя и даже пятью камерами, имеющими по несколько функциональных зон с различными температурными режимами хранения продуктов.

Большее распространение получили двухкамерные холодильники с вертикальным расположением камер. Считается, что комбинация «холодильник-морозильник» больше соответствует потребностям городских жителей, поскольку ограниченная площадь кухонь (средняя площадь кухни, например, в Англии 7,5 м<sup>2</sup>) не позволяет использовать отдельно стоящие холодильники и морозильники типа «шкаф». Комбинированные «холодильники-морозильники» вертикального исполнения стали, таким образом, конкурентами морозильников типа «шкаф», особенно с появлением моделей с одним компрессором, что значительно снизило их цену.

Ограниченность площадей кухонь заставила по достоинству оценить японские конструктивно-компоновочные варианты трех- и четырехкамерных моделей (нижняя камера предназначена для хранения свежих овощей и фруктов), которые стали альтернативой трех- и четырехкамерным моделям американского образца, в которых камеры расположены рядом.

Фирмы предлагают модели с различным соотношением объемов холодильных и морозильных камер. Так, в двухкамерных холодильниках емкость низкотемпературных и морозильных камер составляет 20-30 %, а в комбинированных холодильниках-морозильниках – до 50 % общего объема.

Из года в год повышается комфортность новых моделей и улучшаются потребительские характеристики – стабильное поддержание оптимальных температурных режимов (т. е. улучшение сохранности пищевых продуктов), значительная экономия электроэнергии, повышение надежности и безопасности эксплуатации. К элементам комфортности, в частности, относятся:

- 1) автоматическая система оттаивания и отвода талой воды за пределы шкафа;
- 2) необмерзающая система (No frost), препятствующая образованию инея на продуктах и стенках морозильной камеры;
- 3) автоматическая система поддержания оптимальных температурных режимов;
- 4) автоматические системы, информирующие потребителя об аварийном изменении температурных режимов (световая либо звуковая сигнализация);
- 5) устройства, сохраняющие оптимальный температурный режим при аварийном отключении электроэнергии;

- 6) автоматические льдогенераторы;
- 7) системы порционной выдачи льда или охлажденных напитков без открывания двери холодильника;
- 8) дополнение холодильника СВЧ-печью, магнитофоном и др.;
- 9) возможность выбора или замены декора передней наружной панели и т. д.

На рынке бытовой холодильной техники можно найти модели, предназначенные для эксплуатации в составе кухонного оборудования – интегрируемые или встраиваемые.

Некоторые фирмы поставляют на рынок новые холодильные аппараты, представляющие собой разработки конструктивно-компоновочных вариантов различного кухонного оборудования. Например, фирма «Ведетт» выпустила комбинированный прибор «плита-холодильник». Его верхняя плоскость состоит из двух газовых горелок и двух электрических конфорок, под ней имеется выдвижная рабочая плоскость для обработки продуктов. А в нижней части расположен холодильник емкостью 170 л без низкотемпературного отделения с полуавтоматической системой оттаивания.

Фирма «Привилег» уже давно рекламирует модель однокамерного холодильника с полезным объемом 128 л, заблокированного с мойкой и электроплитой («мини-кухня»).

Важный показатель класса холодильника – сроки хранения продуктов. В настоящее время практически прекращен выпуск моделей с температурой в низкотемпературном отделении  $-6^{\circ}\text{C}$ , производители перешли к производству моделей с температурой  $-18^{\circ}\text{C}$ , что позволяет хранить замороженные продукты до 10-12 мес.

Последовав за американскими и голландскими фирмами, японские и западноевропейские производители улучшили функциональные свойства холодильников путем создания отдельных камер (отделений) с различными температурными режимами, увеличивающими срок хранения соответствующего ассортимента продуктов.

Появились отдельные камеры для хранения овощей и фруктов при температуре  $7-12^{\circ}\text{C}$ . В таких камерах с плотно закрытой дверью при умеренном охлаждении в продуктах сохраняется до 88 % витамина С, тогда как в обычном отделении холодильной камеры – только около 44 %.

Все чаще в составе многокамерных моделей появляются отдельные камеры с температурой от 0 до  $-2\frac{2}{3}^{\circ}\text{C}$  для хранения свежего мяса и рыбы. Иногда вместо отдельной камеры для этой цели используется отделение в общей холодильной камере, а оптимальная температура в нем поддерживается с помощью специальных заслонок, регулирующих поступление холодного воздуха.

В некоторых моделях холодильников японских фирм в составе холодильной камеры есть отделения для ускоренного охлаждения продуктов (вин, соков и пр.) перед употреблением (Quick chilling).

Технический прогресс в развитии холодильной техники привел к повышению уровня автоматизации на базе использования электронных схем регулирования, тиристорной техники и введения программного управления. Автоматика не только улучшает функциональные показатели, расширяет диапазон выполняемых функций, но и повышает надежность работы изделий, позволяет программировать процессы, вести самодиагностику неисправностей.

Система автоматического оттаивания давно перестала быть принадлежностью холодильников высокой комфортности, это уже неотъемлемая часть конструкции ординарных моделей. Кроме США, где доля моделей с автоматическим оттаиванием составляет почти 100 %, их производство значительно выросло в Японии, ФРГ, Италии, Англии и других странах.

Сегодня все ведущие фирмы Японии и Западной Европы выпускают холодильную технику с электронной системой управления, которая контролирует и регулирует темпе-

ратурные режимы в функциональных зонах, управляет режимом замораживания продуктов, обеспечивает быструю диагностическую проверку всех функций аппарата, экономию электроэнергии и т. д. Система диагностики проверяет блок энергопитания, температурные режимы в камерах, систему размораживания, работу льдогенератора и систему управления.

Одним из решающих требований покупателя стало снижение энергопотребления, что определило стратегию фирм-производителей при выборе приоритетных направлений совершенствования изделий. Сегодня выпускаемые изделия снабжаются специальными паспортами с указанием коэффициента полезного действия и среднего потребления энергии, что дает покупателю возможность сравнивать модели разных фирм по показателю годовых эксплуатационных расходов. За последние 15–20 лет энергопотребление бытовых холодильников в среднем сокращено в Японии на 70 %, ФРГ – на 50 %. К 2010 г. среднегодовой темп снижения удельного энергопотребления бытовой холодильной техникой западноевропейских фирм составит 3,1 %. В США этот темп выше, так как американские холодильники менее экономичны, чем западноевропейские.

Энергоэкономичность бытовой холодильной техники достигается улучшением характеристик мотор-компрессора и качества теплоизоляции, совершенствованием холодильного агрегата, применением автоматики и электроники.

Японские и западноевропейские фирмы вместо поршневых применяют ротационные компрессоры, что позволяет наряду с уменьшением энергопотребления (для холодильников емкостью 230 л более чем в 2 раза) увеличить полезный объем холодильной камеры в среднем на 12 л, повысить надежность работы, снизить массу холодильника и шумы. (Ротационный компрессор меньше обычного на 64 % и легче на 35 %.)

В производстве холодильной техники, особенно морозильников, наблюдается тенденция к увеличению толщины теплоизоляции и поиску новых теплоизоляционных материалов. Фирмы Германии, Дании и других стран увеличили в морозильниках толщину теплоизоляционного слоя до 70–100 мм, что обеспечило сокращение потребления электроэнергии на 40–50 % по сравнению с ранее выпускавшимися моделями. При этом значительно уменьшилось время работы компрессора, следовательно, увеличилась продолжительность его службы.

Японская фирма «Хитачи» в результате применения ротационных компрессоров, а также теплоизоляции улучшенного качества снизила энергопотребление более чем на половину.

Фирмы США и Западной Европы успешно работают в направлении сбережения холода при аварийном отключении электроэнергии. Так, наличие в морозильниках теплоизоляции толщиной 100 мм обеспечивает продолжительность хранения замороженных продуктов при отключении электроэнергии почти 3 суток. При этом температура повышается до  $-9^{\circ}\text{C}$ , т. е. до уровня, который считается оптимальным для кратковременного хранения замороженных продуктов.

Практически все выпускаемые за рубежом морозильники, а также большинство двухкамерных холодильников (особенно комбинированные модели типа «холодильник-морозильник») имеют режим ускоренного замораживания свежих продуктов при температуре от  $-24$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Производительность этих моделей по замораживанию составляет на 1 л объема 0,1–0,25 кг/сут.

Морозильники оснащены специальными поддонами для быстрого замораживания мелких продуктов – ягод, грибов и т. д.

Говоря об автоматизации управления режимами работы, необходимо отметить доступность и информативность органов управления. Большинство их расположены на специальных панелях, выделены цветом, контрастируют с фоном панели, снабжены информатив-

ной графикой – надписями или пиктограммами, расшифровывающими их функциональное назначение.

Большое внимание уделяется информации об ассортименте и сроках хранения продуктов в морозильниках. Пиктограммы, обозначающие мясо, колбасы, овощи, ягоды и т. д., с соответствующими сроками хранения располагаются на внутренней стороне двери. Во всех моделях морозильников на передней панели контейнеров с замороженными продуктами есть специальные указатели об ассортименте каждого контейнера.

Тщательная эргономическая проработка конструкций сделала удобными загрузку и извлечение продуктов. В некоторых моделях холодильников камера для овощей и фруктов выполнена в виде выдвижного контейнера, а в холодильниках SR311MV японской фирмы «Санио» камера выдвигается наружу вращением. В модели KS2744 фирмы «Сименс» полочки холодильной камеры могут вращаться вокруг оси и выдвигаться из камеры. Конструкция улучшает обзор и облегчает доступ к продуктам.

Нормой стали модели с двусторонним открыванием двери, консольным креплением полок и возможностью их перенавески.

В японских моделях часто применяются полки, трансформируемые по площади, что позволяет более плотно размещать продукты различных габаритов, формы и размеров.

В настоящее время вместо обычного способа рассеивания тепла с задней стенки холодильника применяется так называемый «внутренний» способ рассеивания. В такой конструкции змеевик убирают с задней стенки, а нагревающиеся трубки конденсатора располагают по внутренним боковым стенкам прибора. Отсутствие вибрации трубок уменьшает шум компрессора и повышает гигиеничность.

Вместе с ростом технического уровня современных холодильников и морозильников продолжает повышаться уровень художественно-конструкторской отработки и производственного исполнения изделий. При формировании комплексов кухонного оборудования, в которых холодильник выступает составной частью, оформление холодильника решается в стилевом единстве с прочим кухонным оборудованием. Холодильник получает габариты, форму, цвет и отделку, соответствующие дизайнерскому замыслу оформления всего кухонного оборудования, утрачивает внешние черты, присущие ему как отдельному самостоятельному объекту.

Художественно-конструкторские решения лучших зарубежных моделей отличаются рациональностью и лаконичностью. Высокая выразительность формы достигается благодаря тщательной пластической проработке отдельных элементов, четкости композиционных решений, использованию оригинальных цветографических решений.

Современный стиль в оформлении холодильников – это строгая и в то же время декоративная отделка, разнообразие цвета. Лаконичная графика выполняет как идентифицирующую роль (наименование изделия, фирмы, фирменный знак), так и функциональную (информационные надписи, таблички, пиктографические символы) и декоративную (оформление интерьера модели, элементов оборудования и т. п.).

Наряду с традиционным белым цветом в наружной отделке применяются голубые, розовые, оливковые, салатово-зеленые и бежевые тона. Нередко отделка имитирует текстуру натуральных материалов дерева, кожи, текстиля.

Основным конструкционным материалом холодильников остается сталь с защитно-декоративным покрытием из цветных акриловых эмалей. Сталь применяется как в сочетании с напылением пластмасс, так и в виде рифленой текстурированной поверхности. Значительно расширилось применение алюминия для изготовления внутренних камер и декоративных панелей, полок, ручек. Текстурированный алюминий, используемый для интерьера холодильников, не подвергается коррозии, хорошо чистится.



В конструкции холодильников все большее применение находят отдельные виды пластмасс или их комбинации: полистирол, сополимеры стирола (прозрачные, дымчатые, цветные), АБС-пластик, обладающий высокими механическими характеристиками, тепловой и химической стойкостью, а также технологичностью.

## Пылесосы

В 1901 г. англичанин Герберт Сесил Бут получил патент на первый в истории пылесос. В 2001 г. в Лондоне к годовщине этого события было приурочено открытие выставки. В экспозиции – фотографии и макеты первых аппаратов и все многообразное «потомство» детища Герберта Сесила Бута. Ручные, напольные, бытовые, промышленные, передвижные, стационарные, на салазках, на роликах, с множеством насадок и с несъемной вращающейся волосяной щеткой, с одноразовыми фильтрами и несменяемыми фильтрами из фетра или толстого слоя ваты, с пульверизаторами и с насадками для сушки волос, для влажной и сухой уборки, цилиндрические, квадратные, круглые...

Во времена Г.С. Бута времена вагоны поездов очищали с помощью машин, создававших сильную струю воздуха. При этом пыль стояла столбом и частично оседала на старое место. Бут решил действовать от противного – не выдувать пыль, а засасывать. Он положил чистый носовой платок на поверхность стула, приложил рот к материи и изо всех сил втянул в себя воздух (при этом изобретатель чуть не задохнулся). Придя в себя, он обнаружил на обратной стороне платка налет пыли в форме кольца. Так было положено начало уборке помещений всасыванием. Создатель нового агрегата стал знаменитым сразу. Его всюду приглашали на демонстрации. Самой масштабной стала «операция» по очистке построенного за несколько десятков лет до этого Хрустального дворца в Лондоне. 15 пылесосов «трудились» там целый месяц и собрали в общей сложности 26 т пыли.

Один из первых коммерческих заказов Бут получил от Вестминстерского аббатства в Лондоне, где перед коронацией Эдуарда VII в 1902 г. надо было провести уборку. Монарх был так доволен результатом, что велел приобрести пылесос для себя и установить его в Букингемском дворце.

Первый аппарат под названием Пыхтящий Билли был настолько громоздким, что его перевозили с места на место в запряженной лошадью телеге. Справиться с таким «чудищем» могли только четыре человека.

Через несколько лет благодаря стараниям владельцев компании «Чапмен и Скиннер» из Сан-Франциско на свет появился первый электрический пылесос. Скромный уборщик в магазине штата Огайо Джеймс Мюррей Спэнглер догадался придать ему вертикальное положение и приделать внешний пылесборник.

Сейчас на Западе пылесосы чаще всего называют не «вакуумными очистителями», а «хуверами». Хувер, основатель известной на весь мир фирмы, приобрел патент на изобретение у Мюррея, который являлся двоюродным братом его жены. У бедняги не хватило денег, чтобы поставить дело на широкую ногу. У Хувера нашлись деньги и деловое чутье, чтобы создать целую промышленную империю и обеспечить за Америкой абсолютное мировое господство на рынке Пыхтящих Билли вплоть до 1990-х годов.

В 1912 г. первая партия «хуверов» поступила в продажу в Великобритании. В том же году швед Аксель Веннер-Грен в сотрудничестве с фирмой «Люкс» (ныне «Электролюкс») выпустил домашний пылесос цилиндрической формы. С 1926 г. компания Сесила Бута присвоила своей продукции торговую марку «Гоблин».

Первые одноразовые пылесборники появились в 1955 г. Далее пошли всевозможные модификации, насадки, приспособления для влажной обработки ковров и многое другое.

Надо отметить, что в начале века изобретение Бута пользовалось малым спросом. Большинство людей просто не имели достаточно средств, чтобы позволить себе купить новинку. Ситуация коренным образом изменилась в 1920-х годах, когда в Англии стал на ноги средний класс. В 30-х годах произошел настоящий бум: объем продаж взлетел на 75 %.

Но вернемся к юбилейной выставке в Лондоне.

Фирма «Дайсон» робот-пылесос, оснащенный 70-ю сенсорами, тремя бортовыми компьютерами, весом чуть более 90 кг. Робот-пылесос способен работать без участия человека, он «соображает» и передвигается, не опрокидывая предметов, не задевая людей и домашних животных, держит в электронной памяти всю территорию, подлежащую уборке, и никогда дважды не проходит по одному месту. Над его созданием 350 человек работали четыре года.

Новинка шведской компании «Электрোলюкс» использует похожий принцип работы. Свой пылесос компания назвала «Трилобит» – по имени вымерших морских членистоногих, которые добывали пищу, процеживая через жабры грязь. «Трилобит» оснащен микроволновым радаром, благодаря которому он может очистить квартиру до последней пылинки, не опрокинув стакан воды, поставленный на пол.

Дейв Вудкок, специалист по бытовым технологиям из Музея науки, уверен, что создателям этих образцов удалось заглянуть в будущее. Как только подобные агрегаты станут более доступными по цене, купить их захочет каждый нормальный человек (пока «роботы» стоят около 2 тыс. фунтов стерлингов, тогда как для покупателей психологический предел цены на пылесос – менее 1000 фунтов).

Почти весь прошлый век на рынке пылесосов доминировали американцы. Перелом в конкурентной борьбе произошел в 1983 г., когда англичанин Джеймс Дайсон представил беспакетный пылесос двойного действия. Для разработки модели, одинаково успешно справляющейся с пылью и мокрыми пятнами, ему потребовалось построить 5 тыс. прототипов. На это ушло долгих 15 лет, зато результат был ошеломляющим. В 1996 г. продукция фирмы «Дайсон» заняла первую строчку в списке самых продаваемых пылесосов в Великобритании, а к маю 2001 г. оттеснила американцев на второе место в мире.

## Электрочайники

Электрочайник изобрел в 1900 г. американский инженер Уиткомб.

Современный электрочайник (уже не металлический, а пластмассовый) имеет форму цилиндра, меньшего диаметра и большей высоты, не занимает много места на столе, быстрее закипает, поскольку тепло от нагревательного элемента поднимается вертикально вверх и нагревает все слои воды. Потери тепла при таком нагреве минимальные. Чайник такой формы дольше сохраняет тепло. Сохранению тепла способствует также жаропрочный, теплосберегающий, прочный корпус.

В современном чайнике вода нагревается от электронагревателя. Для защиты от влаги он размещен внутри металлической трубки, служащей экраном. Специалисты Московского института медико-биологических проблем установили, что среди кухонных электрических приборов новые электрочайники имеют самую малую, ничтожную напряженность электромагнитного поля, исходящую больше от местной электропроводки.

Современный пластмассовый корпус чайника при неисправности защищает (изолирует) от опасного напряжения.

О конструкции электрочайника. Корпус размещается на подставке, легко устанавливается на ней и так же легко снимается. Подставка оснащена контактным разъемом; одна половина разъема соединяется со шнуром питания, другая находится в дне корпуса, где через выключатели связывается с нагревательным элементом. Когда чайник поднимают, разъем

разрывается и контакты подставки закрываются защитными шторками, что предотвращает случайное прикосновение к находящимся под током проводникам и попадание на них влаги.

Есть чайник и с полуавтоматическим размыканием разъема – отделение одной части разъема от другой происходит при нажатии на клавишу, расположенную на ручке.

Разделение чайника на две части – корпус и подставку – позволяет пользоваться им так же свободно, как и чайником, нагревающимся на огне, – наполнять водой и переносить по помещению, разливать кипяток. При этом нет необходимости заботиться о шнуре электропитания, который в старой модели надо было держать в руке, что создавало неудобства.

В корпусе чайника расположены два выключателя. Один из них – полуавтоматический – для ручного включения нагревательного элемента и автоматического выключения при кипении воды. Другой – для автоматического выключения нагревательного элемента при перегреве, когда в чайнике мало или совсем нет воды. В обоих случаях в качестве датчиков используются биметаллические однослойные или многослойные пластины. В полуавтоматическом выключателе биметаллическая пластина и сам выключатель, срабатывающий от давления на него пружины, объединены и называются контроллером.

Автоматическое выключение чайника с нагретой водой имеет преимущества: это предельная экономия электроэнергии и, что очень важно, не перекипающая вода.

По словам специалистов, кипятить воду желательно один раз, особенно водопроводную. При кипячении выходит обессоленный пар и в остающейся воде увеличивается концентрация солей.

Рынок предлагает самые разные электрочайники. Изготовлены они по одинаковой технологии, надежны, имеют современный дизайн, около десятка цветовых оформлений, пластмассовый корпус из особо жаропрочного пластика, верхнюю крышку с блокирующим замком, защищающую от случайного выплескивания горячей воды, ручку, не нагревающуюся от горячей воды, индикатор уровня воды с обозначениями min и max (минимум и максимум), подключение к электросети через подставку, автоматическое выключение при закипании воды и защиту от перегрева при отсутствии воды.

В отличие от сложной бытовой техники, электрочайники невосприимчивы к перепадам напряжения в электросети в пределах 150–240 В. Потребляемая мощность в зависимости от модели – 1800–2200 Вт, скорость получения 250 г кипяченой воды при напряжении 220 В и мощности 2000 Вт – 1 мин., 750 г – 3, 1 л – 4 мин.

Моделей электрочайников много. Интересен электрочайник с двусторонним индикатором воды и шнуром, который может убираться внутрь подставки. Есть чайник, у которого нагревательный элемент расположен в дне корпуса в горизонтальной плоскости, что дает возможность кипятить воду на 25 % быстрее (1 л воды закипает за 3 мин.) и наливать минимум воды (1/2 стакана). В чайники с открытым нагревательным элементом воды надо наливать не менее 500–700 г. Другое важное отличие такого электрочайника – размещение в центре подставки электроразъема, позволяющего вращать его корпус на 360°. Пар в этом чайнике подается сверху корпуса по трубке вниз на датчик температуры, отключающий электроэнергию при достижении температуры воды 100 °С. Еще одна особенность этой модели – контроллер расположен в одном узле с обеими биметаллическими пластинами.

Есть электрочайник с двумя съемными нейлоновыми фильтрами – в крышке и в носике, что позволяет наливать холодную воду, не поднимая крышки, облегчает удаление накипи, поскольку внутренние поверхности корпуса полированные, без шероховатостей.

На рынке постоянно появляются новые модели – с регулируемой температурой нагрева воды, полной защитой от накипи внутренних поверхностей, прозрачной крышкой корпуса, полностью изготовленных из жаропрочного прозрачного стекла, а также из металла в форме «ретро» с классической дуговой ручкой, со звуковым сигналом о начале кипения воды.

Вкус чая в значительной мере зависит от качества используемой воды, поэтому для приготовления чая рекомендуется использовать кувшинные очистители, удаляющие нежелательные примеси, сохраняющие минеральный состав воды и не требующие подключения к водопроводу и электросети.

Новые электрочайники не представляют опасности при эксплуатации, но не следует разрешать детям дотрагиваться до подставки, когда поднят корпус чайника, а вилка электросети подключена к розетке. Необходимо избегать попадания воды на подставку, протирать ее можно при отключении вилки от электросети.

По окончании чаепития для увеличения срока службы нагревательного элемента желательно выливать из чайника остатки воды и просушивать чайник с откинутой крышкой. Для продления срока службы контроллера и контактов разъема не надо снимать включенный электрочайник с подставки преждевременно. Если не предполагается нагревать воду до температуры кипения, прежде чем снять чайник, надо выключить контроллер. Для повторного включения чайника после автоматического его выключения при температуре воды 100 °С желательно выдержать интервал 1–2 мин.

В электрочайники с фильтром не рекомендуется наливать холодную воду через носик, поскольку на наружной стороне фильтра появится осадок, который затем будет попадать в чашку.

Промывать электрочайники от накипи можно уксусом: налить три чашки 3 %-ого уксуса и долить воды до отметки «тах». Чайник оставляют с этим составом на ночь (ни в коем случае не кипятят), а утром выливают, мягкой тряпочкой удаляют осадок на фильтре. Чайник заполняют водой, дважды кипятят и чистой влажной тряпочкой протирают внутреннюю поверхность.

Более эффективно удаляет накипь имеющийся в продаже препарат «Антинакипин».

Разработчики электрочайников предусмотрели возможность их разборки и замены вышедших из строя частей. Чаще всего из строя выходят нагревательные элементы – они «продырявливаются» из-за воздействия солей и постоянного нахождения в воде. Позолоченный нагревательный элемент этот процесс замедляет, но навсегда не устраняет.

Сгорают также выключатели, чаще всего из-за быстрого повторного включения после автоматического выключения.

## Тостеры

Тостер – один из самых старинных электроприборов для завтрака.

2 тысячи лет тому назад римляне придумали способ, как уберечь хлеб от порчи: они удаляли из хлеба влагу, подсушивая ломтики хлеба над открытым огнем. Так появились первые тосты.

Эти изделия считаются традиционным блюдом английской кухни. Сначала их готовили на специальной решетке или с помощью вилки над открытым огнем. Делалось это на кухне и к моменту, когда тосты попадали на стол, они успевали остыть.

Есть несколько версий изобретения тостера. По одной из них электрический прибор для подрумянивания ломтиков хлеба был изобретен в Англии: его предложила покупателям английская компания «Crompton&Co» в 1893 г. По другой первый тостер выпустила в 1909 г. американская компания «General Electric». Рекламная компания проходила под характерным лозунгом: «Завтрак не заходя на кухню!». Новый прибор располагался в столовой или в спальне.

Первые тостеры состояли только из элемента нагрева. Кусочек хлеба клали на проволочную решетку, подключенную к электрическому току, и нагревали. Для поджаривания

другой стороны хлеб переворачивали. Понятно, что за работой прибора нужно было постоянно наблюдать.

Корпус у тостеров появился в конце XIX в. Боковые поверхности корпуса откидывались вниз. Ломтики хлеба зажаривались с одной стороны.

В 1919 г. американец Чарльз Страйт запатентовал первый автоматический тостер. Его прибор поджаривал хлеб одновременно с обеих сторон и был снабжен таймером. Реле времени выключало электричество, и специальная пружинка выбрасывала готовый тост из тостера.

Дизайн тостера был таким же функциональным, как и назначение: строгая прямоугольная форма, плоские поверхности из хромированного металла, сверху имелись продолговатые прорезы для ломтиков хлеба, а на торце располагался рычажок для приведения агрегата в действие.

Современные тостеры по дизайну далеко ушли от строгих металлических конструкций прошлого. Сегодня это нарядные приборы округленных форм, в корпусах из пластика, который почти не нагревается, самых разных цветов – белого, желтого, зеленого, красного, бежевого, коричневого и др.

Современный тостер имеет несколько режимов работы: быстрое поджаривание на высокой мощности (порядка 1200 Вт), обычное – для подрумянивания булочек (850 Вт), поджаривание сэндвичей или черного хлеба (650 Вт), поджаривание нарезанного ломтиками батона (400/200 Вт). Все эти параметры, в том числе цвет поджаристой корочки, регулируются с помощью многопозиционного переключателя. Более длинная, чем у первых тостеров, прорезь позволяет за одну закладку поджарить несколько ломтиков хлеба или разрезанный вдоль багет. В тостерах, снабженных режимом разморозки хлеба, можно поджаривать хлеб, запасенный в морозильнике на случай, когда нет времени или возможности сходить в булочную.

За процессом поджаривания и достижением нужного результата в современных тостерах следит датчик, который фиксирует температуру внутри продукта.

Функция экстраподъема служит для извлечения маленьких тостов. Автоматическая система отключает прибор при застревании тостов. Индикаторы оповещают о включении того или иного режима.

Предпочтительнее стоит отдать тостеру с керамическим нагревательным элементом. При включении его не слышно неприятного запаха раскаленного металла.

Некоторые модели тостеров снабжены механизмом автоматического центрирования ломтиков хлеба; в этом случае нагревательные элементы с двух сторон находятся на одинаковом расстоянии от ломтиков и подрумянивают их равномерно.

В комплект тостера входят защитная крышка от пыли (во время работы крышка остается открытой, блокировка не позволяет закрыть ее раньше, чем спирали тостера остынут), специальный поддон для хлебных крошек, который вынимается для периодической очистки. В некоторых моделях есть ручки для переноса тостера, желоб в корпусе для сматывания шнура питания, дополнительные насадки для подрумянивания булочек.

В традиционные тостеры ломтики хлеба вставляют вертикально, но уже существуют компактные тостеры-духовки, в которых ломтики хлеба располагают горизонтально. В таких моделях можно приготовить не только тосты, но и горячие бутерброды, пиццу, пирожки, булочки, оладьи. Такие приборы выставляются под названиями «ростер», «мини-печь», «тостер-духовка».

## Оборудование для водоснабжения дома и усадьбы

Водоснабжение подсобного хозяйства и сельского дома можно организовать различными способами: подключением дома к поселковой водопроводной сети, если она есть; организацией водозабора из местных поверхностных (рек, озер) или подземных родников (ключей, колодцев, шахтных или трубчатых артезианских источников).

Во всех случаях исходными данными при выборе источника хозяйственно-питьевого водоснабжения служат нормы расхода воды, которые зависят от уровня благоустройства дома и наличия подсобного хозяйства. Предпочтение следует отдавать подземным источникам.

В сельской местности главным источником водоснабжения остаются колодцы, воду из которых добывают центробежными, вихревыми, ротационными, водоструйными, вибрационными и поршневыми насосами.

Поверхностные центробежные насосы забирают воду с глубины до 7 м и поднимают на высоту до 20 м. Насосы устанавливают как в колодцах, так и на открытых площадках, но чаще в простейших закрытых сооружениях.

В центробежном насосе рабочее колесо соединено с валом электродвигателя и заключено в корпус в виде улитки. К приемному и нагнетательному отверстиям корпуса прикреплены всасывающий и напорный трубопроводы. При вращении рабочего колеса вода, заполняющая насос, нагнетается из корпуса в напорный трубопровод и подается в резервуар или к потребителю. Во время вращения рабочего колеса во всасывающей патрубке насоса создается вакуум, за счет которого вода непрерывно поступает в трубопровод.

Центробежные насосы могут работать только в том случае, если рабочее колесо и всасывающий трубопровод заполнены водой. Поэтому, чтобы удержать воду внутри насоса при его остановке, на конце всасывающего трубопровода монтируется приемное устройство с обратным клапаном. Если насос запускают впервые, то в его корпус предварительно заливают воду.

В подсобных хозяйствах применяют различные малогабаритные центробежные электронасосы. В большинстве случаев это изделия отечественного производства, хотя сегодня можно найти насосы высокого класса, предлагаемые западными фирмами.

Корпуса насосов необходимо заземлять. Для этого их снабжают трехжильным шнуром и электрическим соединителем с заземляющим контактом.

Из отечественных центробежных насосов выделим бытовой центробежный моноблочный погружной электронасос ЦМББ-1,6-15. Он предназначен для подачи воды из открытых водоемов, цистерн, баков, колодцев и скважин диаметром более 100 мм. Благодаря двойной изоляции электродвигателя этот насос работает практически безотказно.

Самовсасывающие центробежные вихревые насосы 1СЦВ-1,5М, ВС-1,8/18, «Оазис-1» применяют только для подачи чистой воды из колодцев, скважин и открытых водоемов. Самовсасывание обеспечивается тем, что всасывающий (диаметр 25 мм) и напорные (диаметр 19 мм) патрубки расположены выше оси насоса, поэтому его рабочая полость всегда заполнена водой. Для включения насоса в работу после остановки заливать водой его не надо.

Принцип действия объемно-инерционных насосов основан на использовании колебаний, передаваемых клапану-плавному. Электромагнитные (вибрационные) насосы не имеют трущихся поверхностей, вращающихся деталей и не требуют смазывания. К ним относятся широко известные насосы «Малыш» (рис. 44), «Малютка», «Родничок», «Струмок», «Риони», НЭБ-1/20.

Электромагнитный бытовой насос «Малыш» предназначен для подъема пресной воды из колодцев и трубчатых скважин с внутренним диаметром более 100 мм с глубины до 40 м. Температура перекачиваемой воды должна быть не более 35 °С. При работе насос должен быть полностью погружен в воду, не соприкасаясь при этом со стенками и дном колодца

Насос НЭБ-1/20 можно использовать для подъема воды из скважин диаметром не менее 200 мм, а также из любых естественных и искусственных водоемов.

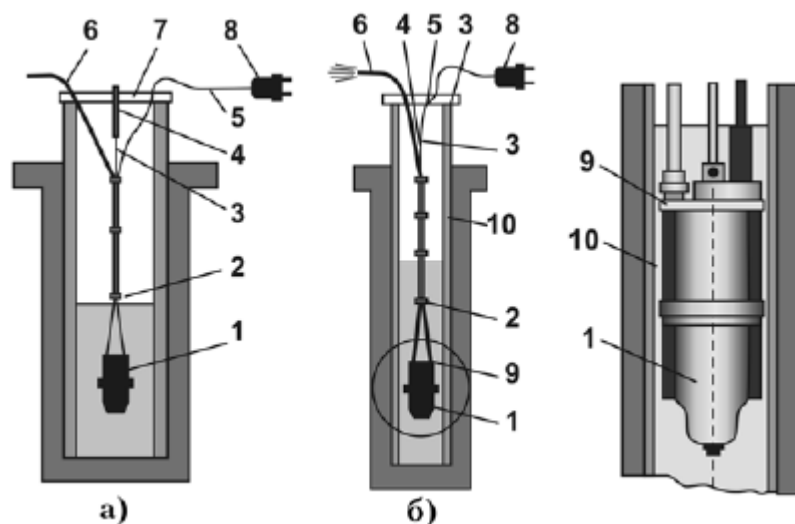


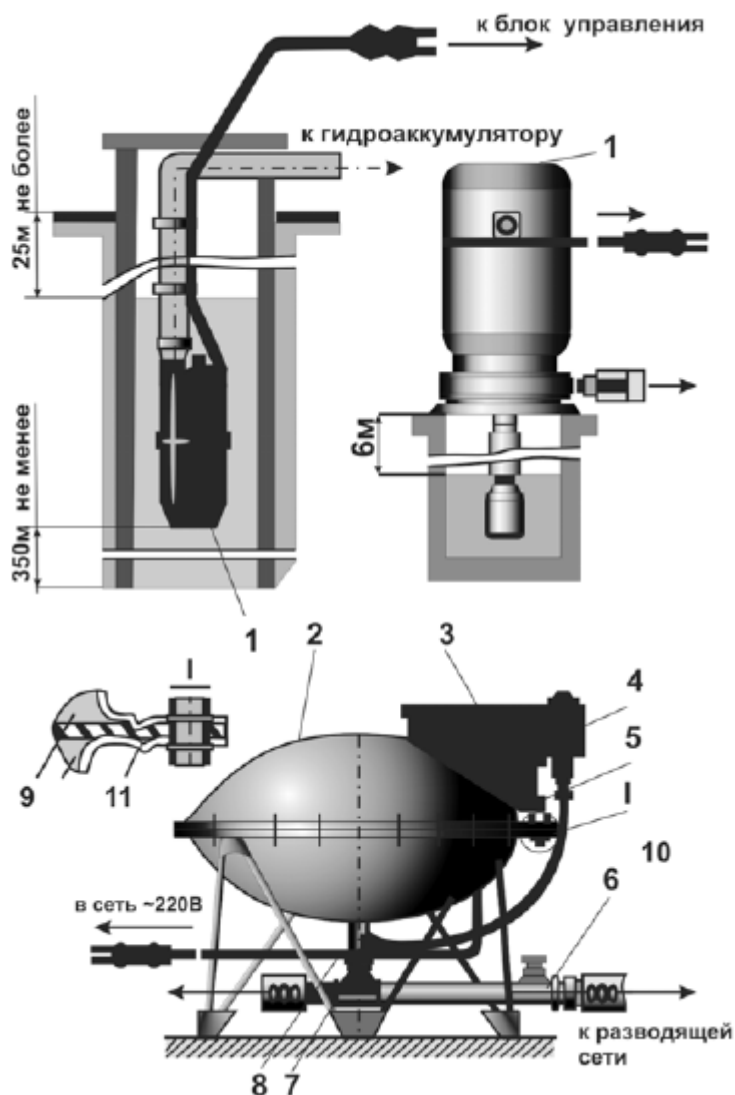
Рис. 44. Установка электронасоса типа «Малыш»:

а – в колодце; б – в обсадной трубе; 1 – насос; 2 – связка провода со шлангом; 3 и 4 – капроновая и пружинная (из резины) подвески; 5 – провод; 6 – шланг; 7 – перекладина; 8 – вилка; 9 – защитное кольцо; 10 – обсадная труба

Электронасос включают в работу сразу же после погружения без предварительной заливки водой. Перемещать или поднимать насос можно только после отключения его от электросети. Режим работы вибрационных насосов длительный. Однако время непрерывной работы не должно превышать 2 ч с последующим отключением на 15?20 мин. Пользоваться насосом следует не более 12 ч в сутки.

С помощью водоподъемных установок типа ВУ-1,5-19 и ВУ-45 можно полностью автоматизировать систему водоснабжения потребителей с суточным водопотреблением до 10 м<sup>3</sup>. В комплект установки ВУ-1,5-19 входит насос «Агидель», в комплект установки ВУ-45 – вибрационный насос «Малыш».

Водоподъемные установки (рис. 45), включающие в себя двухкамерный гидроаккумулятор, блок автоматики, работают следующим образом. Напряжение подается на блок управления. При включении выключателя насос приводится в действие и вода направляется к потребителю. Если расход прекратится или станет меньше подачи насоса, то вода начнет поступать в нижнюю камеру гидроаккумулятора.



**Рис. 45. Водоподъемная установка:**

*а* и *б* – установки с насосами разных типов; *в* – гидроаккумулятор с блоком управления; *1* – узел соединения воздушной и жидкостной камер гидроаккумулятора с диафрагмой; *1* – насос; *2* – гидроаккумулятор; *3* – блок управления; *4* – датчик реле давления; *5* – вентиль для накачки воздуха; *6* – вентиль разводящей сети диаметром 25 мм; *7* – тройник диаметром 25 мм; *8* – водоподводящий патрубок; *9* и *10* – воздушные камеры; *11* – диафрагма

Наполняя гидроаккумулятор, вода сжимает воздушную камеру, давление в системе растет, и как только достигнет заданного значения, реле отключит насос. При возобновлении водопотребления вода в трубопроводную сеть будет подаваться из гидроаккумулятора под давлением сжатого воздуха. Постепенно давление в гидроаккумуляторе упадет, и когда оно достигнет нижнего значения настройки, реле включит насос в работу.



## Садово-огородные электрифицированные машины

Для обработки почвы используются электрифицированные мобильные машины: электрофреза, электрокультиватор, электрорыхлитель.

Электрофреза ФС-0,7А рекомендуется для участков площадью 3?5 соток, применяется при обработке почвы на приусадебных участках, огородах, в парниках, садах, теплицах, для приготовления почвенных смесей. Производительность – 790 м<sup>2</sup>/ч, ширина захвата – 700 мм, глубина обработки почвы – от 60 до 200 мм, рабочая скорость – 1,13 км/ч. Мощность электродвигателя – 3 кВт. Масса фрезы – 160 кг, габаритные размеры, мм: длина – 1835, ширина – 770, высота (регулируемая) – 840?1490.

Ходовые колеса фрезы с грунтозацепами и рабочие органы (правый и левый роторы, на которых установлены ножи) приводит в действие трехфазный электродвигатель с частотой вращения 1500 мин<sup>-1</sup>, напряжением 380 В. Диаметр ротора рабочих органов – 420 мм, частота вращения – 240 мин<sup>-1</sup>. Машина получает электроэнергию по гибкому шланговому четырехжильному кабелю КРПТ 3х1,5 + 1х1 длиной 50 м, на концах которого смонтированы электрические соединители. На панели правой рукоятки управления находятся ручной пускатель, пакетный переключатель изменения направления вращения ротора фрезы и вилочная часть электрического соединителя для подключения питающего кабеля КРПТ.

В комплект машины входит приспособление, состоящее из рамы, на которой установлены автоматический выключатель и барабан с рукояткой для намотки кабеля. Автоматический выключатель предназначен для защиты питающего кабеля, пусковой аппаратуры и электродвигателя от токов короткого замыкания и перегрузок.

При эксплуатации фрезы надо строго соблюдать правила техники безопасности: не допускать натяжения гибкого питающего кабеля и наездов на него самой фрезой и транспортными средствами; запрещается работать с фрезой без индивидуальных защитных средств – диэлектрических перчаток и галош.

Если фрезу используют с аппаратом защитного отключения, то работать без индивидуальных защитных средств разрешается.

Электрокультиватор Ж-1500 не имеет ходовых колес и движется за счет вращения рабочих органов.

Электрорыхлитель почвы Ш63 «совмещает» в себе лопату, мотыгу, культиватор и борону. Он состоит из рамы Г-образной формы с двумя рукоятками, ножным прижимом и хомутами для крепления электрической сверлильной машины, рабочего органа с тремя сменными ножами размерами 140, 220 и 270 мм, ограждения и кабеля длиной 25 м (сечением 2х0,75 мм<sup>2</sup>) с электрическим соединителем. На правой рукоятке машины установлен рычаг с тягой для включения и отключения электродвигателя сверлильной машины.

В комплект почвообрабатывающих машин входит устройство защитного отключения. Рыхлители и культиваторы комплектуют гибким шланговым кабелем длиной 15 или 25 м.

Роторный культиватор, роторный рыхлитель и электрофреза – малогабаритные электрифицированные почвообрабатывающие машины. Для привода культиватора и рыхлителя используются ручные сверлильные электрические машины ИЭ-1202 и ИЭ-1206 с однофазными электродвигателями мощностью 420 и 1150 Вт, для привода электрофрезы – трехфазный асинхронный двигатель мощностью до 3 кВт.

Малогабаритные электрические газонокосилки подбирают исходя из предполагаемой площади обработки.

Для борьбы с вредителями и болезнями плодово-ягодных и овощных культур, а также для полива растений, побелки деревьев, внутрипочвенной подкормки деревьев, подачи воды

из искусственных и естественных водоемов служат электрифицированные передвижные (ОЭП-60, ЭОС-3, ЭОС-5) и переносные (СОМ, ОЭ-202, ОЭС, ОЭ-201) «Каскад», «Универсал» опрыскиватели.

Передвижные опрыскиватели состоят из тележки с двумя обрешиненными колесами, на которой расположен бак для рабочей жидкости со съемной крышкой. Внутри бака закреплены электронасос «Малыш», тройник для соединения с напорным шлангом длиной 10 м, выключатель, кабель длиной 40 м с электрическим вилочным соединителем.

Некоторые модели электроопрыскивателей укомплектованные кузовом грузоподъемностью до 75 кг, который устанавливается на шасси ручной тележки, которую можно использовать для перевозки грузов.

Переносной опрыскиватель СОМ включает в себя однофазный асинхронный электродвигатель, механизм привода, диафрагменный насос и распылитель. Кроме ранее перечисленных операций, опрыскиватель можно применять для дезинфекции, дезинсекции (уничтожения вредных насекомых), полива садово-огородных культур, мойки автомашин, выполнения окрасочных работ водно-известковыми и водно-меловыми растворами плотностью не более  $1300 \text{ кг/м}^3$  ( $1,3 \text{ г/см}^3$ ) и других бытовых целей.

Электроопрыскиватель подключают к однофазной сети напряжением 220 В только через устройство защитного отключения УЗО, используя кабель КРПТ 2х1,0 длиной 16 м.

Ручной малообъемный опрыскиватель ОМ-301 «Туман» имеет производительность не более 0,1 л/мин. рабочей жидкости – в 2–3 раза меньше, чем у ручных опрыскивателей, при большей эффективности осаждения. Вместимость бачка – не более 1,5 л. Рабочая ширина захвата – не менее 1 м. Для электропитания применяются круглые элементы типа А373 или А343. Напряжение питания – 12 В, потребляемая мощность – 5 Вт. Масса опрыскивателя без элементов питания – не более 1,2 кг.

## Включение в однофазную сеть трехфазного электродвигателя

В однофазную сеть напряжением 220 В можно включить трехфазный асинхронный электродвигатель (рис. 46), если двигатель рассчитан на напряжение 220/380 В. При этом обмотки двигателя должны быть соединены в треугольник.

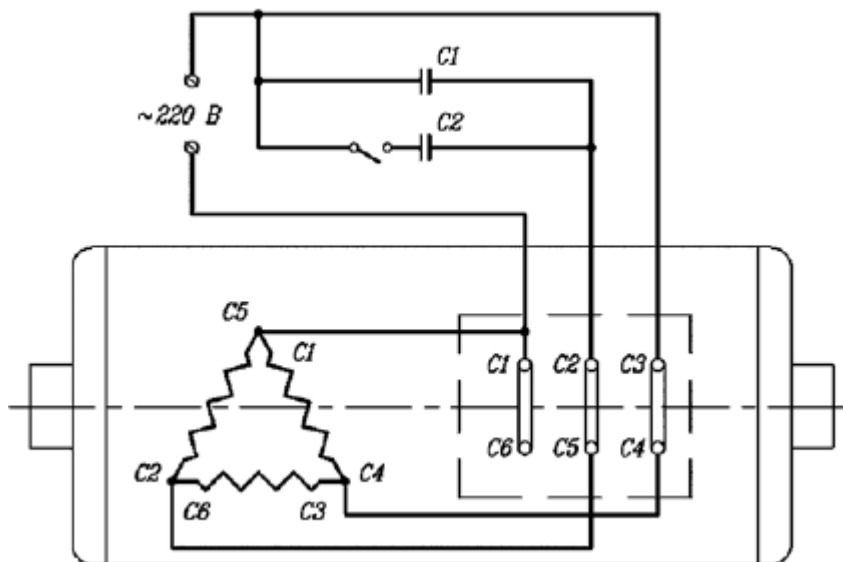


Рис. 46. Схема включения трехфазного электродвигателя в однофазную сеть

Количество конденсаторов, входящих как в рабочий блок емкостей  $I$ , так и пусковых  $2$ , зависит от мощности двигателя. Электропитание третьей фазы осуществляется от одной из фаз через блок конденсаторов, состоящий из включенных конденсаторов  $C_1$ , которые мы будем называть *рабочими*, и отключаемых  $C_2$ , которые в дальнейшем мы будем называть *пусковыми*.

Данные для расчета емкости рабочего и пускового конденсаторов можно найти на щитке электродвигателя.

Рассмотрим пример.

На щитке электродвигателя есть следующие данные: 2,2 кВт, Д/г 220/380 В; 8,6/4,9 А, из которых следует: мощность двигателя – 2,2 кВт (развивается двигателем при соединении обмоток двигателя в треугольник и включении его в сеть с напряжением 220 В); потребляемая сила тока – 8,6 А.

Емкость рабочих конденсаторов вычисляется по формуле:  $C_1 = 4800 \cdot I / V = 4800 \cdot 8,6 / 220 = 187,6$  мкф.

Рабочими конденсаторами могут быть конденсаторы типа КБГ-МН, БГТ, МБГЧ, рассчитанные на напряжение не ниже 450 В. Чтобы получить требуемую емкость, конденсаторы можно соединять параллельно.

Исходя из условия получения пускового момента, близкого к номинальному, достаточно иметь пусковую емкость:  $C_2 = (2 - 2,5) \cdot C_1$ .

Отключаемые конденсаторы работают всего несколько секунд за весь период включения, что позволяет использовать при пуске наиболее дешевые электролитические конденсаторы типа ЭП, которые как раз и предназначены для этой цели.

Чтобы изменить направление вращения, надо переключить (поменять местами) сетевые провода.

Если двигатель работает с недогрузкой, величину емкости рабочих конденсаторов необходимо уменьшить, чтобы двигатель при длительном использовании не перегревался. Если пуск двигателя возможен только на одних рабочих конденсаторах и при длительном использовании не перегревается, пусковые конденсаторы устанавливать не обязательно.

## Установки для обогрева теплиц и парников

Для обогрева теплиц и парников используют специальный нагревательный кабель или провод в изоляционной оболочке.

Нагревательный провод повышенной надежности ПНВСВ (рис. 47), предназначенный для обогрева почвы и воздуха в рассадных культивационных сооружениях, представляет собой токопроводящую жилу, выполненную из стальной оцинкованной проволоки, изолированной поливинилхлоридным пластиком и лавсановой или фторопластовой пленкой. Сверху он имеет защитную оболочку из поливинилхлоридного пластика.



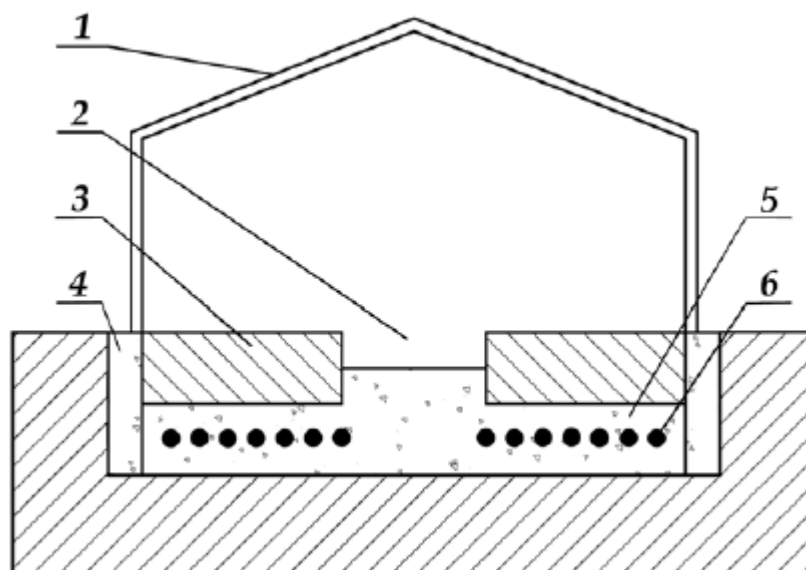
Рис. 48. Электронагревательное устройство УНТ-1:

1 – устройство для подключения и защитного отключения типа УЗО-В; 2 – электрический кабель; 3 – соединительная коробка; 4 – нагревательный провод типа ПНВСВ-06

Провод устойчив к воздействию солнечной радиации, проникающей через пленочное или стеклянное ограждение, к действию воды и раствора минеральных удобрений. При понижении температуры окружающей среды до  $-50^{\circ}\text{C}$  качество изоляции провода не снижается. Диаметр токоведущей жилы провода – 0,6 мм, наружный диаметр – 4,5 мм. Допустимая температура поверхности оболочки – не более  $80^{\circ}\text{C}$ , масса – 30 г/м. Срок службы – 20 лет.

Провод можно монтировать при температуре окружающего воздуха не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ , радиус изгиба провода должен быть не менее 20 мм. При укладке участки провода не должны касаться друг друга, расстояние между проводами должно быть не менее 50 мм.

Для подводки питания рекомендуется использовать гибкий медный провод ПГВ или кабель сечением  $1-1,5\text{ мм}^2$  длиной 500-1000 мм.



**Рис. 47. Разрез теплицы с электрообогревом проводом ПНВСВ 0,6:**

1 – ограждение, 2 – проход; 3 – слой плодородной почвы; 4 – теплоизоляционная прокладка (щебень, керамзит); 5 – слой песка; 6 – нагревательный провод ПНВСВ 0,6

Токоведущую жилу ПНВСВ соединяют с медной жилой ПГВ.

Места пайки герметично изолируют полиэтиленовой трубкой.

Электронагревательное устройство УНТ-1 (рис. 48) предназначено для обогрева почвы и воздуха в теплицах во всех климатических зонах РФ. Состоит из нагревательного провода типа ПНВСВ, соединительного кабеля длиной до 25 м и устройства защитного отключения УЗО-В.

Потребляемая мощность устройства – 1000 Вт, напряжение питающей сети – 220 В, длина нагревательного провода –  $66 \pm 5$  м, срок службы – 8 лет, масса – 5 кг.

УНТ-1 монтируют при температуре окружающего воздуха не ниже  $10^{\circ}\text{C}$ . Для этого в теплице роют котлован глубиной 350–400 мм, дно которого выравнивают и утрамбовывают; насыпают песок слоем 50 мм, с помощью шаблонов раскладывают нагревательный провод по дну котлована петлеобразно, параллельными нитями на расстоянии 50–100 мм одна от другой без соприкосновений и пересечений. Потом нагревательный провод засыпают песком слоем 30–50 мм, сверху укладывают слой культурной почвы толщиной 250–300 мм.

Электронагреватель почвы ЭП используется для дополнительного обогрева почвы в парниках и теплицах на солнечном обогреве. Он состоит из одного или двух нагревательных элементов, соединенных параллельно.

Нагревательный элемент представляет собой кабель КНН 1х0,63 с теплостойкой изоляцией и металлическим экраном. Для подключения нагревателя к электрической сети используют провод длиной 12 м, который соединяют с нагревательными элементами при помощи специальной герметичной коробки. Электробезопасность нагревателя обеспечивается применением устройства защитного отключения типа УЗО-В.

Проводить работы, связанные с обработкой почвы и уходом за растениями, при включенном нагревательном устройстве категорически запрещается. Теплицу, работающую с электрообогревом, необходимо запирать на замок, а на дверях следует повесить табличку «Под напряжением. Опасно для жизни!».

Парник с автоматическим поливом и электрообогревом типа ППП-1 представляет собой сборно-разборную конструкцию с пленочным ограждением. Система электрообогрева включает в себя нагревательные элементы, собранные в две гирлянды по десять элементов в каждой, энергоблок с трансформатором ОСМ-10 и автоматическим выключателем АК-63-2МГ, электрический кабель. Нагревательные элементы питаются от энергоблока через трансформатор напряжением 36 В.

Система автоматического полива состоит из бака для воды вместимостью 100 л, ковша-дозатора, распределительной емкости и трубок-питателей. Суточный расход воды – 6–10 л. Общая полезная площадь парника –  $5,5 \text{ м}^2$ , мощность нагревательных элементов – 800 Вт, напряжение питающей сети – 220 В. Габаритные размеры, м: длина – 5, ширина – 1,2 и высота – 0,8. Масса каркаса с пленкой – 19,5 кг.

Домашний парник «Тюльпе-2» предназначен для выращивания рассады и зелени в отапливаемом помещении с температурой не менее  $16^{\circ}\text{C}$ . Полезная площадь парника –  $0,75 \text{ м}^2$ , вегетационная –  $0,5 \text{ м}^2$ . Парник представляет собой прямоугольный каркас  $1,35 \times 0,5 \times 0,85$  м. Внутри парника установлена прямоугольная рама с семью люминесцентными лампами типа ЛБ-40. Предусмотрено устройство, регулирующее расстояние от лампы до растения. Вместимость бака для автоматической подачи воды – 10 л (этого количества воды достаточно для орошения зелени и рассады в течение нескольких суток).

## **Глава 4**

### **Техника безопасности и пожарная безопасность**

Проходя через человеческий организм, ток, превышающий величину 0,015 А, разрушает его, и оценка поражения электрическим током сводится к определению силы тока, протекавшего через тело человека. Малые токи могут не принести вреда, в то время как большие способны привести к смертельному исходу.

При безграмотном и невнимательном обращении электричество становится причиной несчастных случаев.

Травмы, вызванные электротоком, и пожары в электроустановках происходят в первую очередь из-за незнания основных правил безопасности и только потом – из-за несоблюдения этих правил. Напряжение электрических сетей для бытовых нужд в основном 220 В. Некоторые эту сеть часто называют «низковольтной» и ошибочно считают безопасной.

Электробезопасность в условиях загородной жизни и в садово-огороднических товариществах отличается от электробезопасности в городских условиях. Статистика показывает, что наибольшее количество травм приходится на летние месяцы, когда большую часть суток взрослые и дети проводят вне помещений. Примерно 90 % травм приходится на мужчин и мальчиков, 10 % – на женщин и девочек.

Нередко застройщики и владельцы дачных участков своими силами выполняют некоторые работы по монтажу и ремонту электропроводок и приборов, присоединяют к сети различные машины и аппараты. В большинстве своем они не являются специалистами и электромонтажные работы проводят безграмотно, что, естественно, нередко приводит к несчастному случаю или пожару. Характерными дефектами монтажа является неправильная сборка электрических цепей. Вместо фазного провода на выключатель заводят нулевой, не обращают внимания на подключение фазного провода в патронах ламп, прокладывают незащищенные провода (АПВ, АППВС, АППВ и др.) в доступных местах – по земле, чердакам, плинтусам, над крышами.

Чтобы избежать поражения электрическим током, необходимо четко представлять себе опасность действия электрического тока, твердо знать и неуклонно выполнять основные правила пользования электрической энергией.

Наружные электросети, находящиеся на территории участка, в отношении поражения электрическим током Правилами устройства электроустановок приравниваются к особо опасным.

В результате неудовлетворительной эксплуатации наружных электрических сетей, несвоевременного и низкого качества их ремонта, отсутствия контроля за состоянием трасс провода линий ЛЭП провисают или обрываются. При соприкосновении с оборванным или провисшим проводом человек получает травму.

Смертельно опасно не только касаться, но и подходить ближе 8-10 м к лежащему на земле оборванному проводу воздушной линии, поскольку в зоне растекания тока есть так называемое «шаговое» напряжение. Выходить из зоны растекания тока можно на сомкнутых вместе ногах или прыжками на одной ноге. Действие электрического тока за пределами 8-10 м от упавшего на землю провода практически не ощущается.

Особенно часто из-за прикосновения к оборванным или провисшим проводам травмируются дети, в основном мальчики. Запрещено влезать на крыши домов, где рядом проходят электрические провода, на опоры наружных электросетей, играть под воздушной линией, запускать там бумажного змея, открывать двери трансформаторных подстанций и т. п.

При обнаружении оборванных или провисших проводов высоковольтной линии следует оградить место повреждения, предупредить людей о возникшей опасности и немедленно сообщить об аварии электромонтеру или в районные электрические сети. Телефон районных электрических сетей должен быть написан на дверцах шкафа трансформаторной подстанции, установленной на территории с поселком или садово-огородническим товариществом.

Опасность поражения электрическим током может возникнуть и тогда, когда наружные электросети исправны, но расстояние от человека до провода сокращено. Например, под проводами выполняются работы длинномерными инструментами или предметами, вблизи ответвлений и вводов в здание неправильно установлены теле- и радиоантенны, с деревьев в саду снимают плоды с применением длинных металлических предметов, производят обрезку крон деревьев, растущих под проводами, и т. д. Во всех перечисленных случаях человек стоит на земле (проводнике электрического тока), а его приближение к голым токоведущим частям или к участкам провода с поврежденной изоляцией приводит к несчастному случаю.

Итак, опасность поражения током зависит от ряда факторов: напряжения сети, качества заземления, «схемы включения» человека в электрическую сеть. Сети с глухозаземленной нейтралью применяются там, где невозможно обеспечить хорошую изоляцию или быстро отыскать и устранить повреждение изоляции. К таким сетям относятся и распределительные сети в сельской местности, где горожане строят коттеджи, осваивают садово-огородные участки

*Техническими способами электрозащиты являются:*

- 1) зануление;
- 2) использование безопасного напряжения (12–42 В);
- 3) использование потребителей с двойной изоляцией.

Основная мера защиты от поражения током в случае прикосновения к корпусам электрооборудования, оказавшегося под напряжением из-за повреждения изоляции, – это зануление, т. е. преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Такое соединение превращает всякое замыкание токоведущих частей на землю или на корпус в однофазное короткое замыкание.

Предположим, человек находится на деревянном полу в сухой резиновой обуви, не проводящей электрический ток. По закону Ома сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению участка цепи:

$$I = V / R,$$

где  $V$  – напряжение 220 В;  $R$  – сопротивление, равное сумме последовательных сопротивлений:

тела человека.....1000 Ом;

обуви человека.....45 000 Ом;

пола .....100000 Ом;

сопротивления зануления, составляющего от суммы приведенных сопротивлений менее 1 % (не учитывается)

-----

Всего 146 000 Ом

Итак, сила тока, проходящего через человека, равна  $220/146\,000 = 0,0015$  А.

Такой ток человеку не опасен. А если плитка не присоединена к системе зануления (позиция В), человек стоит на сырых токопроводящих полах, сопротивление которых условно можно принять равным 0, человек в токопроводящей обуви, сопротивление которой также условно принимаем равным 0. В этом случае при нарушении изоляции фазного



провода напряжение попадает на корпус плитки, проходит через человека, токопроводящую обувь, токопроводящие полы и на землю. Проходящий через человека ток будет иметь смертельно опасное значение:  $220 / 1000 = 0,22$  А.

Поражение человека электрическим током нередко происходит при одновременном прикосновении его к корпусу электрического прибора, на котором из-за неисправности находится фазовое напряжение, и к естественному заземлителю, которым в бытовых условиях оказывается труба отопления, водопровода, канализации и др. В этом варианте ток идет от корпуса неисправного прибора через тело человека на естественный заземлитель.

Рассмотрим еще пример. Корпус стиральной машины подключен к защитному проводу. Машина наполняется водой через шланг от водопровода. При замыкании фазного провода на корпус возникает короткое замыкание, которое выводит из строя предохранитель фазного провода, и электропитание стиральной машины отключается. Человек, обслуживающий эту машину, отделается легким испугом.

Итог нарушения изоляции фазного провода – поражение электрическим током.

Занулению подлежат корпуса электрических машин, трансформаторов, ящики щитков, трубы электропроводок, металлические конструкции, на которые устанавливается электрооборудование, корпуса передвижных и переносных электроприемников.

Светильники наружного освещения, установленные на железобетонных и металлических столбах, должны зануляться, а светильники, установленные на деревянных столбах, зануления не требуют.

Нулевые провода (как рабочие, так и защитные) при сечении фазного провода до  $16 \text{ мм}^2$  (по меди) должны иметь сечения, равные фазному. Изоляция нулевых защитных и нулевых рабочих проводов также должна быть равноценна фазным.

Не допускается установка разъединяющих приспособлений и предохранителей в цепях нулевых защитных проводов. Допускается применение выключателей с одновременным отключением всех проводов, находящихся под напряжением.

Соединение нулевых защитных проводов между собой должно обеспечивать надежный контакт. Стальные провода по возможности должны соединяться сваркой, стальные и медные – с пропайкой соединения, в остальных случаях «под болт» с предварительным обслуживанием поверхностей.

В помещениях сухих, без агрессивной среды нулевые защитные проводники прокладывают непосредственно по стенам. Во влажных, сырых и особо сырых помещениях и в помещениях с агрессивной средой нулевые защитные проводники следует прокладывать на расстоянии от стен не менее 10 мм. Нулевые защитные проводники в наружных установках допускается прокладывать в земле. В электроустановках с заземленной нейтралью нулевые защитные проводники рекомендуется прокладывать вместе с фазными.

В жилых помещениях садового домика и кухнях зануление металлических корпусов стационарно установленного осветительного оборудования, бытовых машин, механизмов и электрических приборов мощностью до 1,3 кВт не требуется. Обязательно должны зануляться корпуса водонагревателей, стационарных электроплит, приборы и машины мощностью более 1,3 кВт и металлические трубы электропроводок.

В одном помещении не должно быть электроприемников, работающих с занулением и без него. В этом случае на вводах строений должно быть выполнено повторное заземление нулевого провода.

Действенным методом, повышающим электробезопасность, является снижение рабочего напряжения до пределов от 42 до 12 В.

При использовании электропитания напряжением не 220 В, а 12 В сила тока, проходящая через человека, будет  $12 / 1000 = 0,012$  А. Такой ток не представляет опасности для человека.

В качестве источника питания пониженного напряжения применяются трансформаторы; использовать автотрансформаторы для этой цели категорически воспрещается.

Один из наиболее эффективных способов защиты от поражения электрическим током – двойная изоляция. Дело в том, что изделие, кроме рабочей, имеет и дополнительную изоляцию, равноценную рабочей и независимую от нее. Эта изоляция защитит человека от поражения электрическим током, если рабочая изоляция будет повреждена. Одновременное повреждение рабочей и дополнительной изоляции маловероятно.

Дополнительная изоляция – это пластмассовые корпуса, пластмассовые нажимные кнопки, облицованные резиной ручки и т. п.

В последнее время широкое применение в личном хозяйстве нашли циркулярные пилы, насосы, электродрели и другие бытовые приборы и механизмы. Преимущественно это переносные и передвижные механизмы, которыми пользуются на открытом воздухе, в сырых помещениях; работают, стоя на земляных токопроводящих полах. Подключаются механизмы переносными проводами и кабелями. Запрещается применять незащищенные провода АППВ, АПВ и другие вместо кабелей КРПТ или ППРС, специально предназначенных для выполнения таких работ. Нельзя передвигать включенное в электрическую сеть оборудование, так как может натянуться питающий кабель и нарушиться изоляция. Нельзя чистить, смазывать, регулировать и ремонтировать оборудование во время работы двигателей.

Для предупреждения несчастных случаев при работе с механизмами необходимо руководствоваться всеми указаниями, изложенными в инструкции завода-изготовителя.

Недопустимо применять на открытом воздухе оборудование, провода и кабели, предназначенные для внутренней установки. Чайниками, утюгами, настольными лампами, пылесосами и другими бытовыми электроприборами можно пользоваться только во внутренних установках, в сухих помещениях.

Отсутствие переносных светильников заводского исполнения, а порой и непомерные цены на них вынуждают людей изготавливать их собственными силами, часто с большими нарушениями. Так, применяются незащищенные провода из отдельных кусков, соединенных скрутками, лампы не закрываются сетками, отсутствуют штепсельные вилки. Опасность усугубляется при эксплуатации: приборы включают в сараях, подвалах, других особо опасных помещениях с земляными полами, на открытом воздухе.

Эксплуатация сварочных установок без соблюдения необходимых правил техники безопасности, неправильное подключение их к сети приводит к электрическим травмам, пожарам.

Категорически запрещается подключать сварочные трансформаторы к сети до ввода в дом, поскольку такое присоединение чаще всего не создает надежного контакта и связано с работой на высоте.

Главным условием безопасного применения электроэнергии внутри коттеджей, в садовых домиках является исправное состояние изоляции проводки, электроприборов, выключателей, штепсельных розеток, ламповых патронов, а также шнуров, с помощью которых приборы включаются в сеть.

Не допускается подвешивать электропроводку на гвоздях, различных предметах, закладывать ее за трубы, перекручивать провода. Нельзя вешать на провода или закладывать за них предметы домашнего обихода, вытаскивать за шнур вилку из штепсельной розетки – подобные действия приводят к повреждению изоляции.

Во время ремонтных работ внутри помещений категорически запрещается белить и окрашивать провода и кабели, так как при этом нарушается изоляция, ухудшаются условия охлаждения, затрудняется визуальный осмотр поверхности проводки. Более того, если сеть

не обесточена, а провод или кабель имеют поврежденную изоляцию, то при покраске можно попасть под напряжение.

При скрытой электропроводке запрещается вбивать в стены гвозди где попало для подвески светильников, картин и других предметов. Это может привести к повреждению изоляции и поражению электрическим током.

Люстры и другие светильники, электрические лампочки необходимо чистить, стоя на непроводящих ток сухих табуретах, резиновом коврик.

Запрещается чистить осветительную арматуру от пыли и загрязнения при включенном выключателе, а также мокрой ветошью. При открытой электропроводке необходимо соблюдать осторожность при перемещении и установке мебели, холодильников и т. д., так как тяжелыми предметами большого габарита можно повредить изоляцию проводов.

Нельзя ремонтировать поврежденные выключатели, патроны, штепсельные розетки, устранять ослабленные соединения в ответвительных коробках, когда они находятся под напряжением. Сначала во избежание несчастных случаев необходимо обесточить сеть: отключить автоматические выключатели или вывернуть пробки, предупредить окружающих о производстве ремонтных работ, принять меры, исключающие подачу напряжения в сеть. В случае ремонта или осмотра неотключаемых токоведущих частей должны использоваться приспособления и инструменты с изолированными ручками, применяться резиновые коврики.

При пользовании переносными приборами и электроинструментом нельзя забывать, что прикосновение любых частей тела человека к трубам и металлическим конструкциям опасно. В этом случае при повреждении изоляции через тело человека пройдет электрический ток.

Особую осторожность надо соблюдать в подвалах, ваннах, душевых, туалетах и других сырых и особо сырых помещениях. В помещениях без повышенной опасности происходит около 20 % всех бытовых травм, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных – 80 % несчастных случаев.

Не допускается устанавливать выключатели и штепсельные розетки, пользоваться электронагревательными приборами, стиральными машинами, переносными светильниками, не соответствующими требованиям техники безопасности.

## Меры безопасности при пользовании бытовыми электроприборами и инструментом

По электробезопасности особое место занимают переносные бытовые машины, нагреватели, электроинструменты и переносные светильники, в которых широко используются все три способа электрозащиты.

По способу защиты человека от поражения электрическим током электрические изделия подразделяются на 5 классов: 0, 0I, I, II, III.

К классу 0 относят изделия, которые имеют рабочую изоляцию без элементов заземления или другой защиты от поражения электрическим током.

К классу 0I – изделия, имеющие рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания.

К классу I – изделия, имеющие рабочую изоляцию и элемент для заземления. Если у изделия класса I есть провод для присоединения к источнику питания, он должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом для включения в розетку с дополнительным гнездом.

К классу II – изделия, имеющие двойную изоляцию или усиленную изоляцию без элементов для заземления.

К классу III – изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением выше 42 В.

Большинство бытовых электроприборов – класса 0 и 0I, в силу чего их заземление не предусмотрено. С точки зрения электробезопасности они должны иметь ограниченное применение. Из всех классов защиты, обеспечивающих безопасность использования электроприборов, предпочтение следует отдать классу II. Металлические корпуса электроприемников в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках должны быть занулены, за исключением электроприемников с двойной изоляцией.

Переносные электроприемники зануляются специальной жилой (третьей для электроприемников однофазного тока), расположенной в одной оболочке с фазными жилами переносного провода и присоединяемой к корпусу электроприемника и специальному контакту вилки втычного соединения. Сечение этой жилы должно быть равно сечению фазных проводов. Жилы проводов и кабелей, используемые для зануления переносных электроприемников, должны быть медными, гибкими, сечением не менее 0,75 мм<sup>2</sup>.

Зануление металлических частей при двойной изоляции электроприемника запрещается во избежание шунтирования двойной изоляции.

Отличительный знак II класса защиты – «квадрат в квадрате» на заводской табличке или корпусе машины.

*Классы защиты электрифицированного инструмента:*

I – машины с изоляцией всех деталей, находящихся под напряжением, и штепсельными вилками, имеющими заземляющий контакт;

II – машины, у которых все детали, находящиеся под напряжением, имеют двойную или усиленную изоляцию;

III – машины на номинальное напряжение не выше 42 В, у которых ни внутренние, ни внешние цепи не находятся под другим напряжением.

Возможность применения электроинструмента ограничена в зависимости от категории помещений по степени электробезопасности. Так, в помещениях без повышенной опасности:

I класс – применение допустимо только с использованием средств индивидуальной защиты;

II и III классы – применение возможно без использования средств индивидуальной защиты.

В помещениях с повышенной опасностью и вне помещений:

I класс – применение недопустимо;

II и III классы – применение возможно без использования средств индивидуальной защиты.

Исключение составляет использование электроинструмента II класса при производстве строительно-монтажных работ с применением средств индивидуальной защиты.

В особо опасных условиях (колодцы и т. п.) применение электроинструмента I и II классов недопустимо, III класса – возможно без использования средств индивидуальной защиты. Исключение – использование электроинструмента III класса при производстве строительно-монтажных работ с применением средств индивидуальной защиты.

Переносная лампа должна быть электробезопасна. Ее патрон укрепляется в специальной рукоятке из прочного электроизоляционного влагоустойчивого материала. Лампа должна быть закрыта стеклянным колпаком и предохранительной сеткой. Для переносной лампы применяют шланговые провода с двойной изоляцией (провода изолированы друг от друга, имеют общую дополнительную изоляцию от окружающей среды).

При производстве работ в помещениях без повышенной опасности используются переносные лампы на напряжение 220 В. В помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных помещениях применяют ручные электрические светильники с напряжением менее 42 В.

Работать в особо неблагоприятных условиях можно с использованием светильников напряжением не выше 12 В.

## Пожарная безопасность

Пожарная безопасность электроустановок связана с применением горючих изоляционных материалов – резины, пластмасс, лаков и т. п. Причинами их воспламенения могут быть электрические искры, дуги, короткое замыкание и перегрузка проводов, неисправности приборов и аппаратов, машин и механизмов с электроприводом.

Наиболее пожароопасный вид электроустановки – проводка, в которой чаще всего происходят перегрузки и короткие замыкания. Кроме того, некоторые виды изоляции проводов и кабелей способны загораться от посторонних источников.

Перегрузка возникает вследствие подключения к электропроводке токоприемников, суммарный номинальный ток которых превышает допустимый для данного сечения проводника.

При перегрузках загорания связаны также с повышенным падением напряжения в контактах. Чем больше падение напряжения в контактах, тем больше их нагрев и вероятность воспламенения проводов, присоединяемых к контактам.

Короткие замыкания могут происходить при механическом повреждении проводов и из-за небрежного монтажа. Если в электропроводке есть неплотные контакты, места с оплавленной или обугленной изоляцией, то при замыкании жил провода или кабеля и грубой защите («жучки») в месте короткого замыкания происходит значительное повышение температуры и воспламенение изоляции.

Нередко неправильное применение в электропроводках различных конструкций зажимов приводит к плохим и ненадежным контактам, а в результате – к пожару.

Контактные зажимы настенных выключателей и штепсельных розеток, патронов, предохранителей и т. д. рассчитаны на присоединение медных и алюминиевых проводов, контактные зажимы переносных токоприемников – только медных проводов.

Для предупреждения возникновения пожара запрещается устанавливать электронагревательные приборы (утюги, камины, электроплитки и т. п.) вплотную к сгораемым материалам, закрывать их одеждой, сушить на них сгораемые предметы и т. д. Необходимо постоянно следить за износом токопроводящих жил и изоляции соединительных шнуров нагревательных приборов.

Сказанное относится и к эксплуатации светильников. Если колба лампы накаливания покрыта пылью, то температура ее поверхности может достигнуть 250–300 °С. В случае соприкосновения такой колбы с тканью, бумагой, деревом и т. п. в зоне касания возможен сильный нагрев, который способен привести к обугливанию горючих материалов, а затем и к возгоранию.

При эксплуатации светильников возможны ослабления контактов и вызванные этим искрения и местный нагрев. В некоторых случаях короткие замыкания происходят в местах ввода.

При тушении пожара в доме с проводкой, электроприборами, машинами и механизмами с электрическим приводом сначала нужно все обесточить.

Тушить пожар пенным огнетушителем и водой при наличии напряжения в сети запрещается, так как эти средства, во-первых, обладают повышенной электропроводимостью и, во-вторых, способствуют развитию пожара. Тушить пожар следует углекислотным огнетушителем либо песком.

## Освобождение от действия электрического тока

Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, вызывает в большинстве случаев непроизвольное судорожное сокращение мышц и общее возбуждение, которое может привести к потере сознания, нарушению или полному прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения. Если пострадавший держит провод руками, его пальцы так сильно сжимаются, что высвободить провод становится невозможно. Поэтому первым действием оказывающего помощь должно быть немедленное отключение участка электросети, которого касается пострадавший, выключателем, рубильником, путем вывертывания пробок на щитке. Если невозможно быстро отключить электроустановку из-за удаленности отключающих аппаратов, то можно перерубить провода (каждый в отдельности) любым режущим инструментом с рукояткой из изолирующего материала. Можно воспользоваться инструментом и с металлической рукояткой, предварительно обернув ее сухой тканью.

В случае если пострадавший находится на высоте, отключение установки может вызвать его падение; нужно принять меры, предупреждающие падение.

При отключении электроустановки может погаснуть свет. В связи с этим нужно позаботиться об освещении из другого источника (фонарь, факел, свечи и т. п.).

Оказывающий помощь не должен прикасаться к пострадавшему без надлежащих мер предосторожности, так как последний в данном случае является проводником электрического тока.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода напряжением до 1000 В следует воспользоваться сухой одеждой, канатом, палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Для этих целей нельзя использовать металлические и мокрые предметы. Можно также взяться за одежду пострадавшего (если она сухая), например за полы пиджака или пальто, стараясь при этом не прикасаться к окружающим металлическим предметам и частям тела, не прикрытым одеждой. Оттаскивая пострадавшего за ноги, не следует касаться его обуви, не изолировав свои руки, так как обувь может быть сырой и проводить электрический ток.

Для того чтобы изолировать себя, оказывающий помощь (особенно если необходимо коснуться тела, пораженного током, не прикрытого одеждой) должен надеть диэлектрические перчатки или обмотать себе руки шарфом, использовать прорезиненную или просто сухую ткань; можно встать на сухую доску или другую не проводящую электрический ток подстилку, сверток одежды и т. п.

При отделении пострадавшего от токоведущих элементов рекомендуется действовать по возможности одной рукой. Для изолирования пострадавшего от земли или токоведущих частей напряжением выше 1000 В необходимо обратиться к специалистам, так как перечисленных мер безопасности в данном случае недостаточно.

После освобождения попавшего под напряжение необходимо оценить его состояние. Признаки, по которым можно быстро определить состояние пострадавшего, следующие:

- сознание – ясное, нарушено, отсутствует;
- цвет кожи, губ – розовый, синюшный, бледный;
- дыхание – нормальное, нарушено, отсутствует;
- пульс – определяется хорошо, плохо, отсутствует;
- зрачки – узкие, широкие.

Оценив состояние пострадавшего 15-20 с, решают в каких объеме и порядке оказывать ему помощь.

Наличие дыхания и цвет кожного покрова оценивают визуально. Нельзя тратить время на прикладывание ко рту и носу зеркала или блестящих металлических предметов. Об утрате сознания, как правило, судят визуально. Чтобы окончательно убедиться в его отсутствии, можно обратиться к пострадавшему с вопросом о самочувствии. Пульс на сонной артерии прощупывают подушечками второго, третьего и четвертого пальцев руки, располагая их вдоль шеи между кадыком и кивательной мышцей, слегка прижимая к позвоночнику.

Ширину зрачков при закрытых глазах определяют следующим образом: подушечки указательных пальцев кладут на верхние веки обоих глаз и, слегка придавливая их к глазному яблоку, поднимают вверх. При этом глазная щель открывается и становится видимой радужная оболочка и зрачок, состояние которого (узкий или широкий) оценивают по тому, какую площадь радужной оболочки он занимает.

Если у пострадавшего отсутствуют сознание, дыхание, пульс, кожный покров синюшный, а зрачки широкие (0,5 см в диаметре), он находится в состоянии клинической смерти и следует немедленно приступить к оживлению организма при помощи искусственного дыхания по принципу «рот в рот» или «изо рта в нос» и наружного массажа сердца. Не надо раздевать пострадавшего, теряя драгоценные секунды, необязательно также, чтобы он находился в горизонтальном положении.

При потере сознания и в случае нарушения дыхания из-за западания языка выдвинуть нижнюю челюсть вперед, взявшись пальцами за ее углы, и поддерживать в таком положении, пока не прекратится западание языка. При возникновении у пострадавшего рвоты необходимо повернуть его голову и плечи налево.



## Виды первой помощи

Спасение пострадавшего от электрического тока зависит от быстроты освобождения его от действия напряжения, правильности оказания первой помощи. Одним из важнейших факторов является оперативность: чем быстрее принято правильное решение, тем больше надежды на благоприятный исход.

Не рекомендуется считать пострадавшего мертвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения, пульса. При поражении электрическим током смерть часто бывает кажущейся, только врач имеет право решить вопрос о целесообразности или бесполезности дальнейших мероприятий по спасению пострадавшего и вынести заключение о его смерти.

*Последовательность действий при оказании первой помощи:*

- 1) освободить пострадавшего от действия электрического тока;
- 2) определить его состояние;
- 3) оказать ему первую помощь, при нахождении пострадавшего в сознании или в бессознательном состоянии, но с сохранившимися устойчивым дыханием и пульсом;
- 4) приступить к выполнению искусственного дыхания и наружного массажа сердца раздельно или одновременно в зависимости от состояния пострадавшего;
- 5) поддерживать дыхание и пульс пораженного электротоком до прибытия медицинского работника;
- 6) вызвать скорую помощь (врача) одновременно с перечисленными мероприятиями или принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

Если пострадавший после освобождения от действия тока пришел в сознание, он все равно не должен продолжать работу – до осмотра врача необходимо находиться в покое. Отсутствие симптомов недомогания вначале не исключает последующего ухудшения состояния здоровья.

Пострадавшего, находящегося в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, укладывают в удобное положение, расстегивают одежду, стесняющую дыхание, создают приток свежего воздуха, дают нюхать водный раствор аммиака (нашатырный спирт). В жаркое время пострадавшего обрызгивают водой и обеспечивают полный покой до прибытия врача.

Если пострадавший дышит резко и судорожно, ему следует делать искусственное дыхание и наружный (непрямой) массаж сердца. Такие же меры первой помощи оказывают при внешнем отсутствии признаков жизни – дыхания и пульса. Помните, если немедленно не приступить к искусственному дыханию и массажу сердца, может наступить смерть.

При несчастном случае важно не потерять ни секунды, поэтому первую помощь оказывают по возможности на месте происшествия.

В другое место переносить пострадавшего следует только в тех случаях, когда ему и оказывающему помощь угрожает опасность.

Нельзя зарывать попавшего под напряжение в землю для так называемого отведения электрического тока из организма. Это вредно и опасно, так как приводит к ограничению движения грудной клетки, при этом теряются дорогие минуты для спасения жизни человека.

В ситуации, когда невозможно вызвать врача, пострадавшего необходимо срочно доставить в лечебное учреждение на транспорте или носилках. Перевозить пострадавшего можно только при устойчивом дыхании и пульсе. Если состояние не позволяет его транспортировать, необходимо продолжать оказывать помощь.

## Проведение искусственного дыхания

Проводить искусственное дыхание начинают немедленно после освобождения пострадавшего от электрического тока и до появления положительного результата или бесспорных признаков действительной смерти (трупные пятна и окоченение).

Во время проведения искусственного дыхания надо следить, чтобы при каждом вдохе у пострадавшего расширялась грудная клетка, и наблюдать за его лицом: если губы или веки пошевеливаются или пострадавший делает глотательное движение, проверяют, не произойдет ли самостоятельного вдоха. Если после нескольких мгновений ожиданий окажется, что пострадавший не дышит, искусственное дыхание возобновляют.

*Подготовительные мероприятия для проведения искусственного дыхания:*

1) освобождают пострадавшего от стесняющей дыхание одежды – расстегивают воротник, развязывают галстук или шарф и т. д.;

2) освобождают верхние дыхательные пути, которые в положении лежа на спине при бессознательном состоянии всегда закрыты запавшим языком. Для предотвращения западания языка нижняя челюсть пострадавшего должна быть слегка выдвинута вперед. Чтобы раскрыть гортань, следует запрокинуть ему голову назад, подложить под затылок одну руку, а другой надавить на лоб пострадавшего так, чтобы подбородок оказался на одной линии с шеей. При этом происходит отхождение корня языка от задней стенки гортани, просвет глотки и верхних дыхательных путей значительно расширяется и обеспечивается их полная проходимость;

3) в случае если рот пострадавшего крепко сжат, его раскрывают путем выдвижения нижней челюсти. Для этого четыре пальца обеих рук ставят позади углов нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, выдвигают ее вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних. Если таким образом раскрыть рот не удастся, то в углы рта между задними коренными (не передними) зубами нужно осторожно вставить дощечку, металлическую пластинку, ручку ложки и т. д. и с помощью этих предметов разжать зубы;

4) освобождают рот пострадавшего от посторонних предметов (соскользявшие протезы, песок и т. д.) и слизи, которые необходимо удалить пальцем, обернутым платком, тканью, бинтом и т. п.

После выполнения вышеуказанных действий приступают к вдуванию воздуха в рот или нос. Вдуть воздух можно через марлю, салфетку или носовой платок. Оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, делает глубокий вдох, плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и с силой выдыхает воздух, одновременно своей щекой или пальцами руки, лежащей на лбу человека, зажимает ему нос, чтобы обеспечить поступление вдуваемого воздуха в легкие. При этом надо обязательно наблюдать за грудной клеткой пораженного током: как только она поднимется, вдувание воздуха приостанавливают, происходит пассивный выдох, грудная клетка опускается.

Когда челюсти пострадавшего сжаты и открыть рот не удастся, следует проводить искусственное дыхание «изо рта в нос», плотно закрыв при этом его рот.

Если у пострадавшего хорошо прощупывается пульс и необходимо проводить только искусственное дыхание, интервал между вдуваниями должен составлять 5–6 с (10–12 раз в минуту).

Помимо расширения грудной клетки, показателем эффективности искусственного дыхания может служить розовение кожного покрова и слизистых, а также появление сознания и самостоятельного дыхания.

Детям вдувают воздух одновременно в рот и в нос, охватывая своим ртом рот и нос ребенка. Чем меньше ребенок, тем меньше ему нужно воздуха для вдоха и тем чаще следует

производить вдувание по сравнению со взрослым человеком (до 15–18 раз в мин.). Но вдувание должно быть неполным и менее резким, чтобы не повредить дыхательные пути ребенка.

Если у пострадавшего возобновилось самостоятельное дыхание, искусственное продолжают до тех пор, пока пострадавший не придет в сознание или не прибудет врач. В этом случае вдувать воздух нужно одновременно с началом собственного вдоха пострадавшего. Прекращают искусственное дыхание после восстановления достаточно глубокого и ритмичного самостоятельного дыхания.

Проводя искусственное дыхание, нельзя допускать охлаждения тела пострадавшего оставлять его на сырой земле, каменном, бетонном или металлическом полу. Надо подстелить ему что-либо теплое, а сверху укрыть.

Если отсутствует дыхание и пульс – делают подряд два вдувания воздуха и приступают к наружному массажу сердца.

## **Проведение наружного массажа сердца**

Для поддержания жизнедеятельности организма при отсутствии пульса необходимо наряду с искусственным дыханием проводить наружный (непрямой) массаж сердца путем ритмичного надавливания на переднюю стенку грудной клетки. При надавливании на ту часть грудины, позади которой расположено сердце, оно прижимается к позвоночнику и кровь из его полостей поступает в кровеносные сосуды. Повторяя надавливания 60–70 раз в минуту, обеспечивают достаточное кровообращение.

Нельзя надавливать на верхнюю часть, так как она неподвижно связана с ребрами и может переломиться. Нельзя надавливать на окончания нижних ребер, так как это чревато переломом. Ни в коем случае не разрешается надавливать на мягкие ткани ниже края грудной клетки, чтобы не повредить расположенные там органы.

## **Наружный массаж сердца одновременно с искусственным дыханием**

При остановке сердца пострадавшего укладывают на ровное жесткое основание: скамейку, стол, пол (подложить под спину доску). Затем обнажают грудную клетку, снимают пояс, подтяжки, стесняющие дыхание. Оказывающий помощь должен встать с правой или левой стороны от пострадавшего и занять такое положение, чтобы иметь возможность наклониться над ним. Если пострадавший уложен на стол, оказывающий помощь должен встать на низкий стул, а если на пол – рядом на колени.

Когда помощь оказывает один человек, он располагается сбоку от пострадавшего и, наклонившись, делает два быстрых энергичных вдувания (по способу «рот в рот» или «из рта в нос»). Затем поднимается, оставаясь на той же стороне от пострадавшего, ладонь одной руки кладет на нижнюю половину грудины (отступив на два пальца выше от ее переднего края), а пальцы приподнимает. Ладонь второй руки он кладет поверх первой и надавливает, помогая наклоном своего корпуса. Руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах.

Операции чередуют в следующем порядке: 2–3 вдувания воздуха, 4–6 надавливаний, затем снова 2–3 вдувания, 4–6 надавливаний и т. д.

Надавливание на грудную клетку затрудняет ее расширение при вдохе, поэтому при одновременном проведении искусственного дыхания и непрямого массажа сердца воздух вдувают в промежутках между надавливаниями или же во время специальной паузы через каждые 4–6 надавливаний на грудную клетку.

Если помощь оказывают двое, менее опытный делает искусственное дыхание как более простую процедуру, а более опытный – наружный массаж сердца. При этом вдухание воздуха следует приурочить ко времени прекращения надавливания на грудную клетку.

Если квалификация лиц, оказывающих помощь, одинаковая, целесообразно каждому из них через 5-10 мин. переходить с проведения искусственного дыхания на массаж сердца и наоборот – такой режим оказания первой помощи пострадавшему менее утомителен.

В результате правильного и своевременного проведения искусственного дыхания и массажа сердца у пострадавшего появляются признаки улучшения: серо-землистый цвет лица сменяется розоватым, начинают устанавливаться самостоятельные, все более равномерные дыхательные движения, сужаются зрачки. Узкие зрачки указывают на достаточное снабжение мозга кислородом, а начинающееся расширение – об ухудшении кровоснабжения мозга. Тогда необходимы более эффективные меры, например, надо поднять пострадавшему ноги на 40–60 см, чтобы способствовать лучшему притоку крови в сердце из вен нижней части тела. Для поддержания ног в поднятом положении под них подкладывают какой-либо подходящий предмет или сверток одежды.

Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца проводят до появления самостоятельного дыхания и восстановления деятельности сердца. Следует помнить, что появление слабых вдохов даже при наличии пульса не дает оснований для прекращения искусственного дыхания.

О восстановлении работы сердца судят по появлению собственного, не поддерживаемого массажем регулярного пульса. Для проверки проведение массажа прерывают на 2–3 с, и если пульс не обнаруживается, немедленно возобновляют массаж.

Нельзя прекращать искусственное дыхание в сочетании с непрямой массажем сердца даже кратковременно, менее чем на минуту.

После появления первых признаков улучшения наружный массаж сердца и искусственное дыхание продолжают еще в течение 5-10 мин., чтобы вдухание совпадало по времени с собственным вдохом.

## **Оказание первой доврачебной помощи пострадавшему при ожогах от действия тока или электрической дуги**

При оказании помощи пострадавшему нельзя касаться руками обожженных участков кожи или смазывать их мазями, жирами, вазелином, присыпать пищевой содой, крахмалом и т. п. Нельзя вскрывать пузыри, так как, удаляя их, легко можно создать условия для инфицирования.

На пораженный участок накладывают стерильную повязку при небольших по площади ожогах первой и второй степеней. Одежду и обувь с обожженного участка разрезают ножницами и осторожно снимают. Если обгоревшие куски одежды прилипли к обожженному участку тела, то поверх них накладывают стерильную повязку и направляют пострадавшего в лечебное учреждение.

При тяжелых и обширных ожогах пострадавшего заворачивают в чистую простыню или ткань, не раздевая его, укрывают теплее, поят теплым чаем и создают покой до прибытия врача.

Обожженное лицо закрывают стерильной салфеткой из марли.

При ожогах глаз делают холодные примочки, используя раствор борной кислоты (0,5 чайной ложки на стакан воды), и немедленно направляют пострадавшего к врачу.