



В. Е. Михайлов

Современная электросеть

Книга + видеокурс



Наука и Техника
Санкт-Петербург

2013

Михайлов В. Е. и др.

Современная электросеть. Книга + видеокурс. — СПб.: Наука и техника, 2013. — 256 с.: ил.

ISBN 978-5-94387-818-3

Впервые книга по домашней электросети снабжается видеокурсом. В нем есть потребность у современного домашнего мастера. Бурный рост развития техники пришел в новом веке к нам в повседневную жизнь. Появилась новая энергопотребляющая техника, новые решения построения электросети квартиры, дачи, коттеджа, загородного дома. Выросли и требования к обеспечению безопасности человека, пользующегося всеми благами современного электроснабжения.

Эта практическая книга с видеокурсом призвана познакомить читателя с устройством, проектированием, монтажом, правилами безопасной эксплуатации, обслуживанием, ремонтом электросети современного жилища. Книга будет полезна и тем, кто делает ремонт квартиры, и тем, кто формирует под свои задачи электросеть строящегося коттеджа или купленной квартиры в новостройке в состоянии «без отделки, после строителей».

Книга и видеокурс воспринимаются легко, читатель находит простые ответы на многие сложные вопросы.

Изложение материала ведется на современной базе нового 7-го издания ПУЭ (Правил устройства электроустановок). При этом не следует забывать, что ряд сложных вопросов электроснабжения вместе с вами должны решать профессионалы.

Книга предназначена для широкого круга читателей.



ISBN 978-5-94387-818-3

Автор и издательство не несут ответственности за возможный ущерб, причиненный в результате использования материалов данной книги.

Контактные телефоны издательства
(812) 412-70-25, (044) 516-38-66

Официальный сайт: www.nit.com.ru

© Михайлов В. (видеокурс, гл. 1, 9–11, прил. 3),
Ванюшин М. (прил. 2),
Корякин-Черняк С. (гл. 2, 3, прил. 1),
Маркин А. (гл. 4), Шмаков С. (гл. 5–8)

© Наука и Техника (оригинал-макет), 2013

ООО «Наука и Техника».

198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.

Подписано в печать . Формат 60×88 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем 16 п. л.

Тираж 5000 экз. Заказ № .

Отпечатано по технологии CtP

в ИПК ООО «Ленинградское издательство»

194044, Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, д. 9.

Телефон / факс: (812)495-56-10.

Содержание

Глава 1. Безопасность — прежде всего	4
Глава 2. Системы заземления: особенности, выбор, использование ...	12
Глава 3. Электросеть многоквартирного дома.....	30
Глава 4. Электросеть деревянного дома.....	59
Глава 5. Электропроводка: разновидности, структура, геометрия, особенности	117
Глава 6. Защита дома от удара молнии	133
Глава 7. Освещение современной квартиры и дома	152
Глава 8. Автоматы защиты по току или просто автоматические	158
Глава 9. УЗО — устройства защитного отключения	168
Глава 10. Современные электросчетчики	188
Глава 11. Диагностика и ремонт электросети	220
Приложение 1. Обзор ресурсов сети Интернет по современной электросети.....	239
Приложение 2. Обзор мультимедиа для электриков.....	245
Приложение 3. Описание прилагаемого диска с Видеокурсом	248
Список ресурсов Интернет	254

БЕЗОПАСНОСТЬ — ПРЕЖДЕ ВСЕГО

Кого не било током?

Так сложилось, что практически все мужское население нашей очень большой страны считает себя вполне состоявшимися электриками и электромонтажниками. Надо ли починить утюг или подключить электроплиту, повесить люстру или разобраться, почему пылесос перестал отзываться на нажатие кнопки включения — все кончается поиском отвертки и вперед... При этом про то, что электричество опасно — вроде бы знают все!

Статистику ударов током никто не ведет, но во время занятий со студентами иногда задаю простой вопрос — КОГО НЕ БИЛО ТОКОМ? Редко поднимается одна или две руки. Как такое возможно? Почему дети поголовно подвергаются опасности?

Ответов на эти вопросы у автора нет, только предположения. И основное — это нарушения «Правил устройства электроустановок» и элементарных правил электробезопасности. Правила создаются, что бы их нарушать. Но каждый взрослый человек должен понимать, что сделанная им с грубыми нарушениями работа по прокладке проводов или установке нового выключателя через какое-то время обернется или неприятностями, или большими неприятностями.

Безопасно пользоваться бытовыми электроприборами или инструментом, да и просто не подвергаться опасности, находясь в помещении, можно, но только если все сделано правильно.

**Это интересно знать.**

Цель данного видеокурса не в дублировании ПУЭ (Правила устройства электроустановок) и не в скучно-академическом перечислении: это можно, а вот то — нельзя. Здравый смысл и знание основ помогает избежать многих неприятностей.

Инструмент и его использование

Качественно выполнить работу можно только исправным инструментом. Сразу выкидывайте **отвертку**, если у нее провернулась ручка, и закрутить винт с требуемым усилием уже не получается.

**Это интересно знать.**

Достаточно не затянуть контакт в розетке, и она начнет греться.

Не сама по себе, конечно, а только если к ней подключить любой бытовой прибор. Чем мощнее нагрузка, тем большая ответственность лежит на качестве соединения. Если нагрузкой считать зарядку для мобильного, то провода греться не будут практически при любом качестве монтажа, но в эту же розетку можно воткнуть и утюг. В этом случае один, плохо закрученный винтик, вполне может привести к возгоранию изоляции и пластмассовых деталей.

Удобная ручка, правильно подобранная отвертка, желательно с изолированным стержнем и не сбитым наконечником — только так можно выполнить работу с высоким качеством.

Пересмотрите **кусачки** и **плоскогубцы**. Если режущие кромки не очень острые, то это не страшно. Иногда ими даже удобнее работать, ведь нет риска, случайно повредить провод при снятии с него изоляции. А вот на **изолирующее покрытие ручек** внимание обратить стоит.

**Будьте осторожны!**

Даже если вы работаете в перчатках, защитой от находящихся под напряжением элементов электропроводки являются ТОЛЬКО диэлектрические накладки на ручках инструмента.

На первый взгляд, мелкий порез или оторвавшийся маленький кусок от защитного покрытия на инструменте можно замотать изолентой и работать дальше. В первом приближении так и есть, и если эту работу сделать аккуратно, то вы станете обладателем самого безопасного инструмента.

Главное в этом вопросе — не откладывать на потом и не пользоваться инструментом с поврежденной изоляцией даже при работе с обесточенными участками. **Практика показывает** — в самый неожиданный момент обесточенный участок «вдруг» может оказаться под напряжением, и это происходит гораздо чаще, чем стреляет ружье, висящее на стене и показанное в первом акте спектакля...

**Полезный совет.**

Прежде чем что-то крутить в электрощите, следует проверить — есть ли в нем напряжение. Даже если вы сами отключили вводной автоматический выключатель и уверены, что напряжение отключено, — необходимо это проверить.

Почему нельзя верить самому себе? Ответ простой — доверяй, но проверяй. И делайте это как можно чаще на протяжении всей работы.

Автоматический выключатель может быть отключен, но его контактные группы просто спеклись при аварии, и он неисправен. Или в щите есть другие пути прохождения потенциала на «вроде бы отключенный» участок.

Индикаторная отвертка, а еще лучше **указатель низкого напряжения двухполюсный**, должны быть всегда под рукой. И перед применением ВСЕГДА надо проверять их исправность. Это очень просто — проверить наличие напряжения там, где

оно есть точно и по светящемуся индикатору оценить исправность указателя напряжения. Яркость свечения индикатора не очень высокая. Во время контрольной проверки исправности стоит заодно оценить, а хорошо ли будет видно работающий индикатор на месте проведения работ.

Это актуально, если электрощит находится на улице, и яркий солнечный свет может помешать разглядеть свечение указателя.

Выкручивая из клеммников провода — проверяйте их на наличие напряжения и не оставляйте их свободно висящими и оголенными от изоляции.



Будьте осторожны!

Случайное прикосновение таких проводников может вызвать короткое замыкание с большим выбросом энергии прямо перед вашим лицом. ЭТО ОЧЕНЬ ОПАСНО.

Применяйте изолирующие материалы, поддерживайте в аккуратном виде место проведения электромонтажных работ.

Освещение места работ

Любые работы надо проводить **при нормальном освещении**. Если нет возможности использовать естественное, можно и нужно применять искусственное. Сетевые лампы-переноски очень удобны, но имеют один **недостаток** — если вы что-то сделаете не так, и электричество пропадет, то искать причину аварии уже придется в темноте.



Полезный совет.

Иметь фонарик для аварийного освещения НЕОБХОДИМО. И его поисками лучше озадачиться до начала работ.

Если место работы находится в помещении с повышенной влажностью, например, в подвале или смотровой автомобильной яме, лучше сразу планировать пользоваться только

фонариком. Переноски тоже подойдут, но только не сетевые, а рассчитанные на питание низким (безопасным для человека) напряжением — 12 или 36 В.

Таблички по электробезопасности видели все. Есть ли они у вас? Нет! Это нормально. Они есть только в электрощитовых на производстве. Но если в процессе работы надо обесточить квартиру или просто участок линии и после этого выполнять любые операции вдали от «рубильника», то меры к невозможности его несанкционированного включения принять просто жизненно необходимо. Сделать это можно разными способами:

- ♦ поставить дежурить человека;
- ♦ закрыть на замок дверь в электрощиток.

Но этого все равно недостаточно. Нетрудно написать красным фломастером на бумажке — «не включать, работают люди» и повесить ее на выключенном автоматическом выключателе (рис. 1.1). Это необходимо и для вашей безопасности и в качестве дополнительной информации о том, какой автомат вы отключили — их в щитке могут быть десятки.



Рис. 1.1. Вид предупреждающей таблички

Сложность планируемых работ и свою подготовку надо оценивать очень критично. Если есть непонимание, как это делается — приступать к активным действиям нельзя. Это сравнимо по последствиям, как если человек, не умеющий водить, сядет в заведенный автомобиль и начнет нажимать на педали и дергать рычаги. И все это на оживленном перекрестке.

**Полезный совет.**

Вызвать специалиста — не только самый простой путь решения проблем, но иногда и единственно правильный. В любом случае, к электричеству необходимо относиться уважительно и не переоценивать свои знания и способности.

В последующих главах будут рассмотрены многие из часто возникающих вопросов, но всегда надо помнить — именно ваша ситуация уникальна, и прежде чем что-то сделать необходимо подумать о последствиях. Даже замена лампочки — это работа связанная с опасностью, если ее делать с нарушениями ЭЛЕМЕНТАРНЫХ правил безопасности, например, менять ее под напряжением мокрыми руками...

Перед началом работы необходимо оценить ее потенциальную опасность. Помещения с повышенной опасностью, это, в первую очередь, повышенная влажность и токопроводящие полы. Замена автомата в щитке, висящем на дачном участке, всегда ОЧЕНЬ опасна, особенно если у вас нет резинового коврика.

В таких случаях надо выбирать соответствующую обувь — желательно с толстой подошвой. Вставить лучше на что-нибудь сухое — даже простой деревянный ящик под ногами будет хоть какой-то дополнительной защитой.

**Полезный совет.**

Перед началом любых действий нужно убедиться, что вероятность одновременного касания двумя руками разных частей электроустановки сведена к нулю.

Особенно опасной считается ситуация, когда находясь в неудобном положении, вы держите рукой проводник, например, снимаете с провода изоляцию, и случайно касаетесь головой или спиной металлических конструкций. В этом случае поражение током может вызвать самые тяжелые последствия. Почему именно в этих?

Немного физики и истории

Опасность для человека представляет только протекающий по нему ток. Напряжение — известная нам константа 220 В или 380 В. Просчитать величину тока, которая может возникнуть в цепи ПРОВОД — РУКА — НОГА — ЗЕМЛЯ сложно, но сделав некоторые допуски, можно.

Сопrotивление тела человека официально определено — 1 кОм. В реальности эта величина не статична и все-таки выше. От трех килоом до сотни ом.

Простой расчет по закону Ома показывает, что, не принимая никаких мер по защите, человек будет серьезно травмирован током

$$I=U/R,$$

где: I — грозящая вам опасность; U — 220 или 380 В (при повышении напряжения опасность растет); R — все, что вы можете сделать.

Повышая это численное значение, вы понижаете грозящую вам опасность. **Практически безопасным** считается ток один или два миллиампера. Сопrotивление для этого должно быть больше двухсот килоом. Применяя основные и дополнительные электрозащитные средства и исключая возможности прямого контакта через незащищенные участки тела с токоведущими участками — величина R , в формуле вашей безопасности, будет гарантированно большой.

Сопrotивление ручек отверток или изолирующих накладок кусачек измеряется мегаомами, именно поэтому мы не чувствуем протекающего по нам тока. А он есть. Примером служит индикаторная отвертка. Касаясь ею фазового проводника и наблюдая за свечением неоновой лампочки, мы являемся частью электрической цепи — резистором. Ток достаточен для неонки, а для человека слишком мал, и его не почувствовать.

**Это интересно знать.**

По своей сути абсолютно все мероприятия по электробезопасности нацелены на сведение номинала возможного тока через человека к минимуму, а в идеале — к нулю. Выполняя, а еще лучше планируя, любую работу, связанную с электричеством, необходимо помнить закон Ома.

Основными электрозащитными средствами для любых работ с напряжением в 220 или 380 В является изолированный инструмент, диэлектрические перчатки, индикаторы напряжения. Дополнительными средствами принято считать диэлектрические калоши, резиновые коврики и прочие подставки и накладки из материалов, плохо проводящими электричество.

Но **ГЛАВНЫМ ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫМ СРЕДСТВОМ** правильней назвать свою **голову**, знания и умения, которые позволят избежать нештатных ситуаций при проведении любых работ, связанных с электричеством.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Электробезопасность» на прилагаемом DVD:

- ♦ «Убивает не напряжение, а ток: опыты с трансформатором Теслы».
- ♦ «Устройство и работа автоматического выключателя».

СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ: ОСОБЕННОСТИ, ВЫБОР, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Для чего нужно заземление

Важность заземления, пожалуй, понятна даже ничего не смыслящему в электричестве человеку: ни один объект не примет в эксплуатацию без соблюдения всех **норм безопасности**.

В этой главе мы не будем рассматривать как физически производится заземление многоэтажного или частого дома, дачи. Это будет тема отдельной главы. Рассмотрим уже «плоды» произведенного заземления.

Система заземления определяет, как произведено заземление нейтрали, какой способ заземления конечного потребителя, как используются нулевой и заземляющий провод: раздельно или совмещены в один.

Рассмотрим, в чем отличаются друг от друга **основные системы заземления**, какие особенности той или иной системы, ну и, конечно же, расшифруем буквенные их обозначения.



Это интересно знать.

*С электростанции по линиям электропередач к ближайшей к нам трансформаторной подстанции идут **три** провода — **три фазы**. Земля, по которой мы ходим, тоже участвует в передаче энергии в качестве **четвертого** провода (рис. 2.1, а). Напряжение на проводах ЛЭП, а затем и силовых кабелях, входящих в ваш дом, существует не само по себе, а измеряется **относительно земли**.*

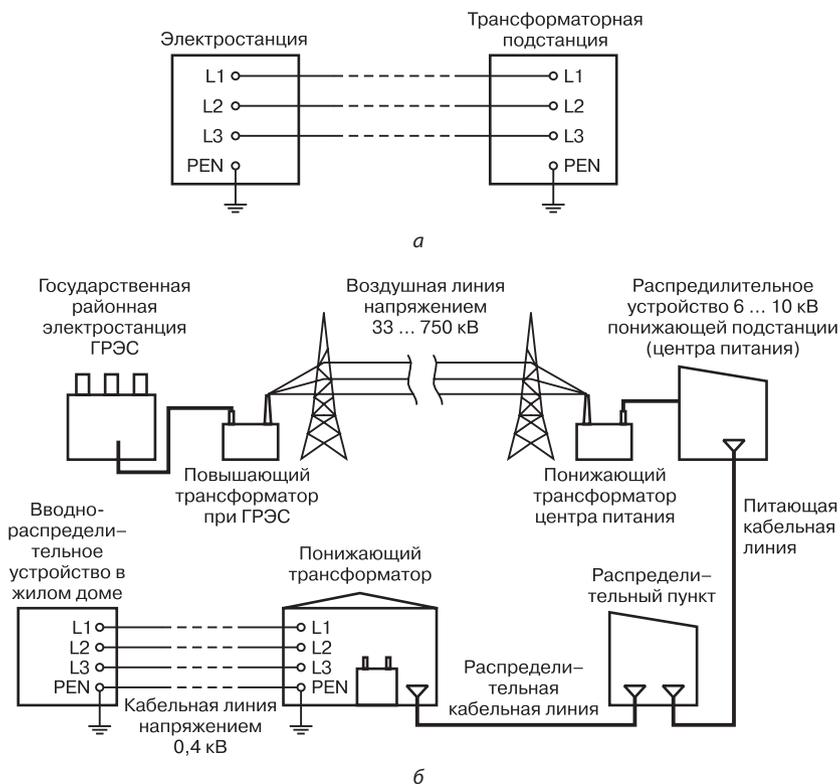


Рис. 2.1. Упрощенная схема подачи электроэнергии от электростанции до трансформаторной подстанции:
 а — принцип подачи электроэнергии; б — путь от электростанции до ВРУ

Конечные потребители электроэнергии в городах и селах запитываются от трансформаторных подстанций через ВРУ (вводно-распределительное устройство). Расположенный в подстанции трансформатор понижает напряжение до 380/220 В для подачи конечным потребителям.

На подстанции специально создают **земляной** провод, который, грубо говоря, соединен с землей. Его и называют «**землей**», хотя правильно — «**нейтраль**». Для этого подстанция имеет контур защитного заземления, на который непосредственно

подключена **глухозаземленная** (заземленная напрямую, а не через какие-то устройства) **нейтраль** трансформатора.



Это интересно знать.

*Напряжения на «нейтральном проводе» нет, служит он только для того, чтобы фазный провод имел пару. В нашем случае эта нейтраль называется **глухозаземленной**, она непосредственно подключена к заземляющему контуру. Как альтернатива, существует понятие **изолированная нейтраль** трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.*

Второй провод так и называется — «фаза». Это та же самая фаза, что вышла с электростанции, только прошедшая через множество переключений и трансформаций.

Чем отличаются основные системы заземления с подключенной нейтралью TN

В нашей стране все линии электропередачи от трансформаторной подстанции до ВРУ (**вводно-распределительного устройства**) зданий (рис. 2.2) — четырехпроводные (три фазных провода L1, L2, L3 и совмещенный нулевой проводник PEN). Эта схема от подстанции до ВРУ условно называется TN-C (расшифрую далее).

В старых сетях PEN проводник так и шел до потребителя в таком объединенном виде PEN. Поэтому к потребителю шло 2 проводника при однофазном включении (L, PEN) и 4 проводника — при трехфазном включении (L1, L2, L3, PEN).

Эта схема условно тоже называется TN-C, где:

T — заземленная нейтраль, непосредственная связь нейтрали источника электропитания с землей (лат. terra);

N — источник электропитания заземлен, а заземление потребителей производится только через PEN-проводник (*ит.* Neutre — нейтраль);

C — функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник), (*англ.* Combined).

Схема системы защитного заземления TN-C представлена на рис. 2.2.

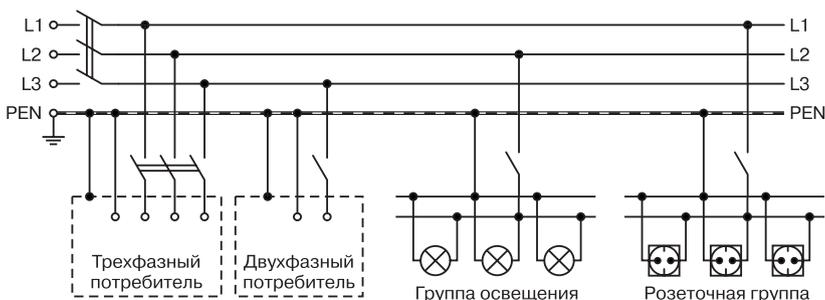


Рис. 2.2. Устаревшая система защитного заземления TN-C

Достоинства подсистемы TN-C. Это наиболее распространенная подсистема, экономичная и простая.

Недостатки подсистемы TN-C очень существенные. У такой системы нет отдельного проводника PE (защитное заземление). Это означает, что, в жилом доме в розетках отсутствует заземление. Не редко при такой системе делается зануление. Зануление это крайняя мера, рассчитанная на эффект короткого замыкания. Если проводник фазы окажется на корпусе прибора, произойдет короткое замыкание (КЗ), в итоге, сработает автоматический выключатель на отключение.

При такой системе TN-C недопустимо уравнивание потенциалов в ванной комнате.



Вывод.

Система заземления TN-C используется в старом жилом фонде и не может быть рекомендована для новых домов.

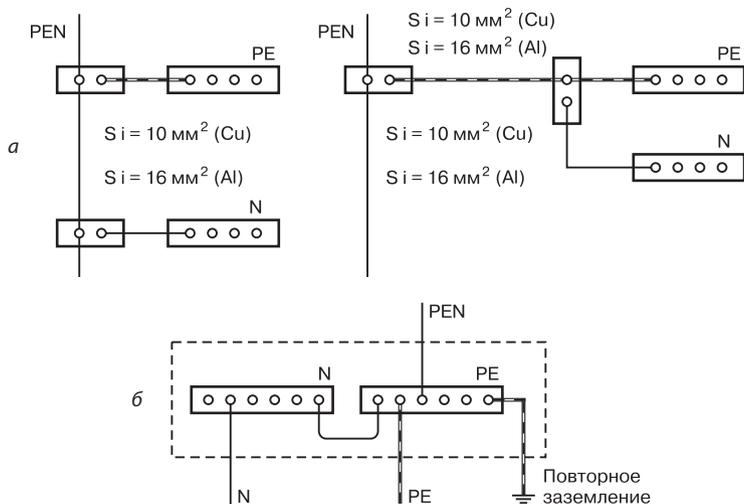


Рис. 2.3. Расщепления PEN проводника в ВПУ:
 а — схемы расщепления; — наглядное представление

В современных сетях совмещенный нулевой проводник PEN расщепляется при вводе в здание (в ВПУ) на два проводника (рис. 2.3):

- ♦ нулевой рабочий проводник N;
- ♦ нулевой защитный проводник PE.

В итоге к потребителю с вводного устройства идет 3 проводника при однофазном включении (L, N, PE) и 5 проводников (L1, L2, L3, N, PE) — при трехфазном включении.

Эта схема, начиная с ВПУ и до конечного потребителя, условно называется TN-S, где:

- T — заземленная нейтраль, непосредственная связь нейтрали источника электропитания с землей (лат. terra);
- N — источник электропитания заземлен, а заземление потребителей производится только через PEN-проводник (ит. Neutre — нейтраль).
- S — нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены (англ. Separated).

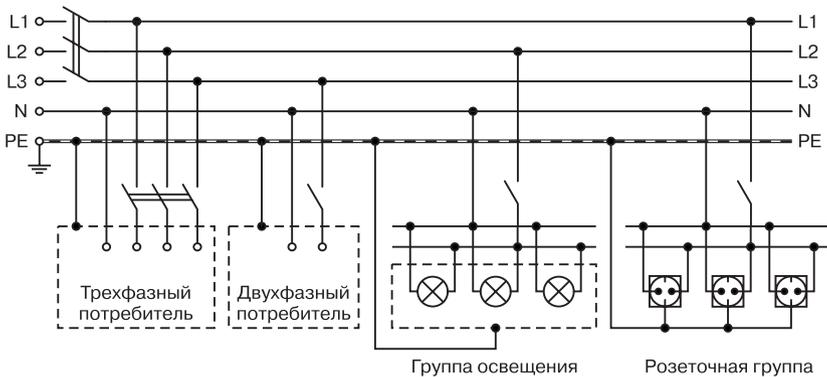


Рис. 2.4. Дорогостоящая система защитного заземления TN-S

Схема системы защитного заземления TN-S представлена на рис. 2.4.

Достоинства подсистемы TN-S. Это наиболее современная и безопасная система заземления. Рекомендуется при строительстве новых зданий. Способствует хорошей защите человека, оборудования, а также защиты зданий.

Недостатком подсистемы TN-S является лишь ее высокая стоимость. Поэтому она менее распространена. Эта подсистема требует прокладки от трансформаторной подстанции пятижильного в трехфазной сети или трехжильного кабеля однофазной сети, что ведет к удорожанию проекта.

В итоге была изобретена **комбинированная система** из двух рассмотренных ранее систем. Она получила название TN-C-S — нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены в одном проводнике, начиная от источника питания до ввода в здание (образуя TN-C). При вводе в здание производят расщепление «нефазного» проводника PEN на проводник N и проводник PE. Следует помнить, что после расщепления такая система требует повторного заземления при вводе в здание!

Достоинства подсистемы TN-C-S. Подсистема TN-C-S рекомендована для широкого применения. Технически доста-

точно легко выполнима. При переходе с подсистемы TN-C требует не сложной модернизации.

Недостатки подсистемы TN-C-S. Нуждается в модернизации стояков, в подъездах. При обрыве PEN проводника электроприборы могут оказаться под опасным потенциалом.

Таким образом, **вся схема от ТП до потребителя, объединяющая две системы, называется TN-C-S.** Схема представлена на рис. 2.5.

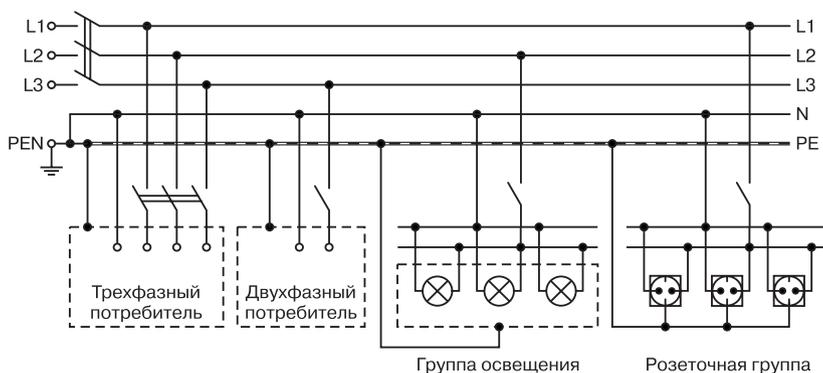


Рис. 2.5. Современная система защитного заземления TN-C-S

Редко используемая система с заземленной нейтралью ТТ

А вот используемые редко системы ТТ «Заземленная нейтраль» и IT «Изолированная нейтраль» рассмотрим кратко.

Система ТТ — система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника.

Расшифровка такая:

Т — заземленная нейтраль, непосредственная связь нейтрали источника электропитания с землей (лат. terra);

T — открытые проводящие части заземлены, т. е. существует отдельное (местное) заземление источника электропитания и электрооборудования.

В этой системе (рис. 2.6):

- ♦ трансформаторная подстанция имеет непосредственную связь токоведущих частей с землей;
- ♦ все открытые проводящие части электроустановки здания имеют непосредственную связь с землей через заземлитель, электрически не зависящий от заземлителя нейтрали трансформаторной подстанции.

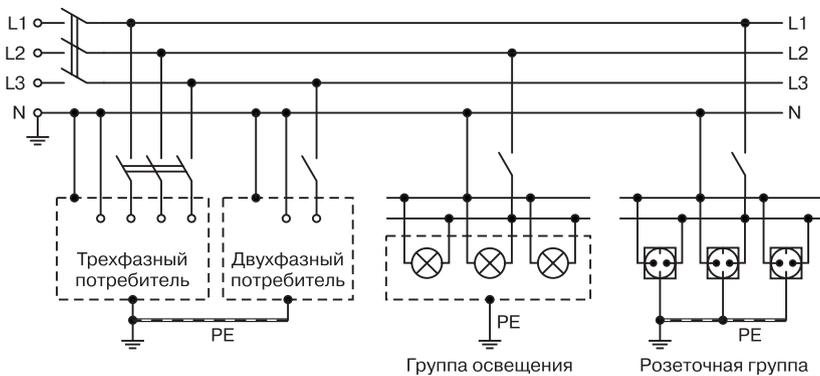


Рис. 2.6. Система с заземленной нейтралью TT

Достоинством такой системы является высокая устойчивость к разрушению N по пути от трансформаторной подстанции к потребителю. Это разрушение никак не влияет на PE.

Есть и недостатки. Так требуется более сложная молниезащита, ведь возможно появления пика между N и PE. Еще в этой системе нереально для обычного автоматического выключателя отследить КЗ фазы на корпус прибора (и далее на PE). Это происходит из-за большого сопротивления местного заземления, имеющего величину 30–40 Ом.

**Это интересно знать.**

ПУЭ рекомендуют систему TT только как «дополнительную» систему (при условии, что подводящая линия не удовлетворяет требованиям TN-C-S по повторному заземлению и механической защите PEN), а также в установках на открытом воздухе, где есть риск одновременного соприкосновения с установкой и с физической землей (или же физически заземленными металлическими элементами).

Следует помнить, что система TT требует обязательного применения УЗО. Обычно устанавливают вводное УЗО уставкой 300–100 мА, которое отслеживает КЗ между фазой и РЕ, а за ним — персональные УЗО для конкретных цепей на 30–10 мА для защиты людей от поражения током.

**Это интересно знать.**

Система TT очень популярна в сельской местности нашей страны в связи с низким качеством большинства сельских воздушных линий.

Редко используемая система с изолированной нейтралью IT

Система IT — система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены.

Расшифровка такая:

I — изолированная нейтраль (англ. isolation);

T — открытые проводящие части заземлены, т. е. существует раздельное (местное) заземление источника электропитания и электрооборудования.

Ток утечки на корпус или на землю в такой системе будет низким и не повлияет на условия работы присоединенного оборудования.

Система с изолированной нейтралью IT (рис. 2.7) применяется, как правило, в электроустановках зданий и сооружений

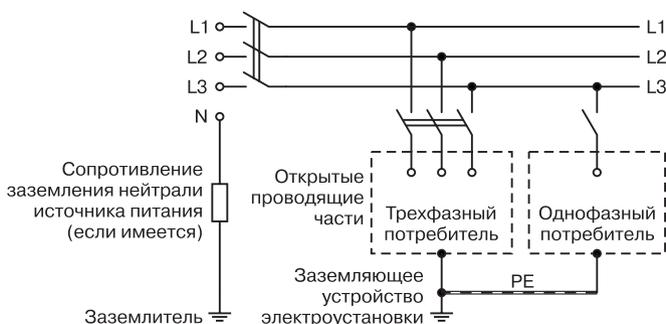


Рис. 2.7. Система с изолированной нейтралью IT

специального назначения, к которым предъявляются повышенные требования надежности и безопасности, например, в больницах для аварийного электроснабжения и освещения.

Расшифровка условных обозначений систем заземления

Расшифрую эти условные обозначения. Международная классификация систем заземлений обозначается заглавными буквами. **Первая буква** указывает на характер заземления источника питания, а **вторая** — на характер заземления открытых частей электроустановки.

Первая буква — состояние нейтрали источника питания относительно земли:

T — заземленная нейтраль, непосредственная связь нейтрали источника электропитания с землей (лат. terra);

I — изолированная нейтраль (англ. isolation).

Вторая буква — состояние открытых проводящих частей относительно земли:

T — открытые проводящие части заземлены, т. е. существует раздельное (местное) заземление источника электропитания и электрооборудования;

N — источник электропитания заземлен, а заземление потребителей производится только через PEN-проводник (*ит. Neutre* — нейтраль).

Последующие (после N) буквы — совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

C — функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник), (*англ. Combined*);

S — нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены (*англ. Separated*).

Нефазные проводники называются так:

N — нулевой рабочий (нейтральный) проводник (*англ. neutral*);

PE — защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов, от *англ. Protective Earth*);

PEN — совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники (*англ. Protective Earth and Neutral*).

PEN и его элементы — стандарты Международной Электротехнической Комиссии (МЭК).

Сечение PEN проводников должно быть не менее сечения N проводников и не менее 10 мм² по меди и 16 мм² по алюминию независимо от сечения фазных проводников.

Сечение PE проводников должно равняться сечению фазных при сечении последних до 16 мм², 16 мм² при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм² и 50% сечения фазных проводников при больших сечениях.

Сечение PE проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее 2,5 мм² — при наличии механической защиты и 4 мм² — при ее отсутствии.

**Будьте осторожны!**

Не допускается нулевой рабочий N и нулевой защитный PE проводники подключать под один контактный зажим, в целях сохранения соединения защитного проводника с заземлением в случае выгорания (разрушения) контактов зажима.

Запрещается объединять нулевой защитный и нулевой рабочий проводники после разделения PEN-проводника на вводе в здание.

Запрещается устанавливать коммутирующие контактные и бесконтактные элементы в цепях PE и PEN проводников. Допускаются только специально предназначенные для этих целей соединители и соединения, которые могут разбираться при помощи инструмента.

По международным стандартам фаза и «нейтраль» считаются силовыми проводами, поэтому необходимо соблюдать следующие требования:

- ♦ **во-первых**, в конструкции прибора необходимо обеспечить изоляцию всех проводов от корпуса;
- ♦ **во-вторых**, в схеме прибора «нейтраль» и фаза считаются фазными, поэтому нельзя использовать нулевой N-провод в качестве защитного PE-проводника. Это обусловлено тем, что даже в исправной системе на нейтрали может появляться «напряжение смещения нейтрали». В отдельных случаях его величина может достигать 50 В, и из защитного он превращается в смертельно опасный!

Для чего системы заземления снабжаются устройствами защитного отключения (УЗО)

Наиболее перспективной для нашей страны является система TN-C-S, позволяющая в комплексе с широким внедрением УЗО обеспечить высокий уровень электробезопасности в электроустановках без их коренной реконструкции.



Будьте осторожны!

В электроустановках с системами заземления TN-S и TN-C-S электробезопасность потребителя обеспечивается не собственно системами, а устройствами защитного отключения (УЗО), действующими более эффективно в комплексе с этими системами заземления и системой уравнивания потенциалов.

Собственно сами системы заземления (без УЗО) не обеспечивают необходимой безопасности. Например, при пробое изоляции на корпус электроприбора или какого-либо аппарата, при отсутствии УЗО отключение этого потребителя от сети осуществляется устройствами защиты от сверхтоков — автоматическими выключателями или плавкими вставками.

Быстродействие устройств защиты от сверхтоков, **во-первых**, уступает быстродействию УЗО, а, **во-вторых**, зависит от многих факторов — кратности тока короткого замыкания, которая, в свою очередь, зависит от сопротивления проводников, переходного сопротивления в месте повреждения изоляции, длины линий, точности калибровки автоматических выключателей и др.

Наличие на объекте металлических корпусов, арматуры и пр., соединенных с РЕ-проводником, повышает опасность электропоражения, поскольку в этом случае вероятность образования цепи «токоведущий проводник — тело человека — земля» гораздо выше. Только УЗО осуществляет защиту от прямого прикосновения.

Внедрение систем TN-S и TN-C-S в европейских странах, к опыту которых мы вынуждены постоянно обращаться, поскольку там рассматриваемые проблемы решались на два десятилетия раньше, также проходило с большими трудностями.



Приведу пример.

В литературе описан случай, когда электромонтер при подключении одного объекта ошибочно подключил фазу

на защитный проводник, что повлекло за собой смертельное поражение нескольких человек.

В плане обеспечения условий электробезопасности при эксплуатации электроустановки серьезной альтернативой выше-рассмотренным системам заземления является сравнительно новое, но все более широко применяемое эффективное электротехническое средство — **двойная изоляция**.

Достижения химической промышленности в области производства пластиков и керамик, имеющих великолепные механические и электроизоляционные характеристики, позволили значительно расширить ассортимент электробезопасных электроприборов и электроинструментов в исполнении «двойная изоляция», при применении которых тип системы заземления в плане обеспечения условий электробезопасности не имеет значения. Изделия в исполнении «двойная изоляция» маркируются соответствующим знаком.

Как определить, какая стоит система заземления в многоквартирном доме

Случай 1. Дом старый. Имеется четырехпроводный стояк на этажном щитке и двухжильный ввод в квартиру. Ранее отмечалось, что в старых домах подключение квартир сделано по системе TN-C. Характерным признаком такой системы является **четырёхпроводный стояк** на этажном щитке (L1, L2, L3, PEN). При таком типе проводки при однофазном подключении от этажного щитка в квартиру приходит только два провода (L, PEN). Условно такое подключение показано на **рис. 2.8**.

Повторное заземление на этажном щитке отсутствует, хотя иногда PEN-проводник соединяется с корпусом щитка.



Будьте осторожны!

При ремонте делать на таком щитке расщепление совмещенного нулевого проводника (PEN) не рекомендуется.

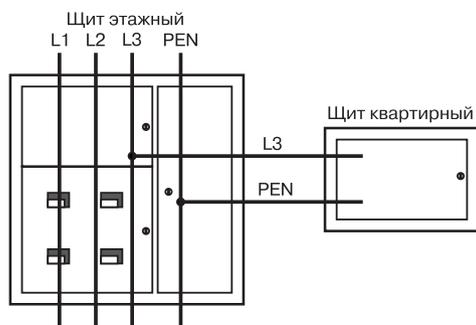


Рис. 2.8. Наглядно представление системы защитного заземления TN-C

А переход на современную систему TN-C-S в таких домах придется отложить до тех времен, пока расщепление совмещенного нулевого проводника (PEN) не будет сделано организацией, обслуживающей дом, на ВРУ.

Случай 2. Дом старый. Стояк в подъезде **четырёхпроводный** (L1, L2, L3, PEN), а в квартиру приходит три провода и один из них защитный нуль (PE). Т.е. в этажно щитке сделано локальное расщепление нуля. Это, скорее всего, **незаконно** сделал предыдущий владелец квартиры.

Четырёхпроводный стояк на этажном щитке и трехжильный ввод в квартиру являются признаком **локального расщепления нуля на этажном щитке** (рис. 2.9).

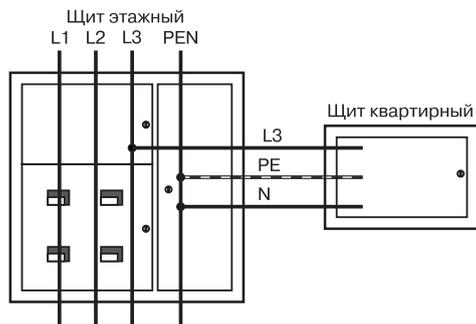


Рис. 2.9. Наглядное представление системы защитного заземления TN-C с незаконным локальным расщеплением PEN на этажном щитке

Случай 3. Дом новый или в доме проведен капитальный ремонт электросети. Повторное заземление подводится к ВРУ, там же выполнено расщепление совмещенного нулевого проводника PEN.

Признаком такого расщепления является пятипроводный стояк на этажном щитке (L1, L2, L3, N, PE). Это значит, что в доме современная система TN-C-S. При таком типе проводки при однофазном подключении от этажного щитка в квартиру приходит три проводника (L, N, PE).

То есть признаком системы TN-C-S в квартире является пятипроводный стояк на этажном щитке и трехпроводный (или пятипроводный при трехфазном варианте) ввод в квартиру (рис. 2.10).

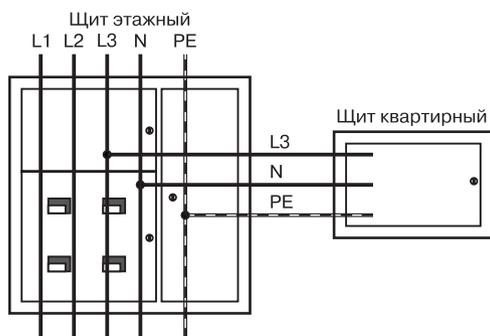


Рис. 2.10. Реализация системы защитного заземления TN-C-S при однофазном вводе в квартиру

Как определить, какая стоит система заземления в коттедже или даче

Все линии электропередачи между трансформаторными подстанциями (ТП) и зданиями — четырехпроводные (L1, L2, L3, PEN).

Случай 1. Если на вводе в здание на ВУ совмещенный нулевой проводник PEN не расщеплен, то во всем здании получится система TN-C.

При таком типе проводки при однофазном подключении от этажного щитка по дому (даче) осуществляется проводка только двумя проводниками (L, PEN). Трехфазные потребители запитываются четырьмя проводниками (L1, L2, L3, PEN).

Случай 2. Если во входном устройстве дома (или ранее — в ВУ на опоре) нулевой проводник PEN расщеплен на нулевой и защитный, то в доме осуществлена система TN-C-S. Система TN-C-S может иметь место только после точки расщепления, считая со стороны от трансформаторной подстанции.

После расщепления при **однофазном подключении** из ВУ выходят три проводника (L, N, PE), а при трехфазном — пять (L1, L2, L3, N, PE). Таким образом, признаком системы TN-C-S в коттедже является выходящий из ВУ при **трехфазном подключении** **пятижильный**, а при однофазном подключении **трехжильный входной кабель**.

Переход на систему TN-C-S на вводе в коттедж на ВУ можно рекомендовать делать во всех случаях, как при однофазном, так и при трехфазном подключении, прямо на вводе в здание или ближайшей опоре, подведя туда шину от вашего повторного заземления, которое в коттедже в принципе не сложно организовать.

Какие цвета изоляции проводников в кабеле

В кабеле у каждого провода свой собственный цвет. Необходимо придерживаться такого простого правила, как: «Во время соединения проводов, не меняй их цвет».

Согласно ПЭУ, в бытовой электропроводке:

- ♦ **коричневый или красный цвет** — фазный провод L;
- ♦ **синий цвет** — нулевой рабочий N (или как его называют «нейтральный» или «ноль»);
- ♦ **голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах** — совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник PEN;

- ♦ **желто-зеленый цвет** (см. Примечание) — нулевой защитный РЕ (заземляющий проводник).



Это интересно знать.

В ПЭУ отмечается, что цветовое обозначение нулевых защитных проводов производится чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов.

Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой N и голубым цветом. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.

Опытные электрики рекомендуют и читателям запомнить заученный ими еще много лет назад: **синий** — рабочий ноль; **желтый (зеленый)** — земля ; **самый светлый** из кабеля (пучка) — фаза.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Системы заземления» на прилагаемом DVD: «Работа защиты при эксплуатации стиральной машины».

ЭЛЕКТРОСЕТЬ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Ввод и распределение электроэнергии в многоквартирном доме с системой TN-C

TN-C — это старая система заземления, характерная для домов прошлого века постройки. Она на входе в дом — четырехпроводная (три фазных провода L1, L2, L3 и совмещенный нулевой проводник PEN). PEN проводник в этой системе так и идет до потребителя в таком объединенном виде PEN.

В итоге к потребителю в этой системе проложено:

- ♦ 2 проводника при однофазном включении (L, PEN);
- ♦ 4 проводника — при трехфазном включении (L1, L2, L3, PEN).



Это интересно знать.

Иногда на схемах фазные провода обозначают латинскими буквами (A, B, C).

Питающий кабель, идущий под землей от трансформаторной подстанции, входит во **вводной ящик**, который соединен кабелем с **распределительным щитом** (рис. 3.1). От него отходят стояки, прокладываемые вертикально, например, по лестничным клеткам.

К стоякам на каждом этаже присоединены **этажные щитки**, от которых провода расходятся по квартирам.

В зависимости от размеров дома и его этажности, а также системы прокладки кабелей (в земле или коллекторе) вводы выполняются тем или иным способом. Почему? Потому что,

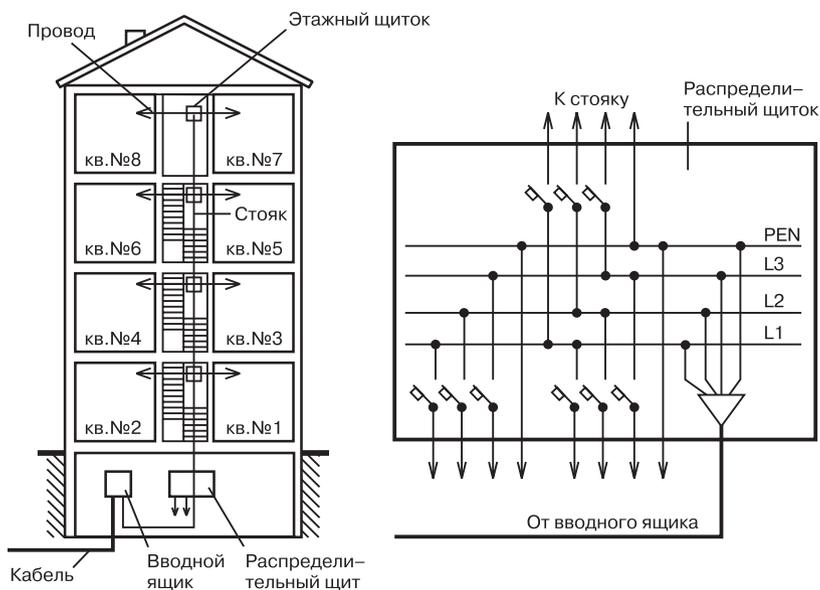


Рис. 3.1. Кабельный ввод в многоэтажный дом с системой заземления TN-C

во-первых, нагрузка 100-квартирного дома значительно меньше нагрузки 500-квартирного. **Во-вторых**, требования к электроснабжению пятиэтажного дома относительно невелики: в таких домах нет лифтов, хватает напора водопроводной сети. Оставлять же без электропитания лифты и водоснабжение 9-этажного и тем более 27-этажного дома совершенно недопустимо.

По этим причинам в большие дома нередко вводится не один, а два и даже три кабеля **со взаимным резервированием**. Распределение электроэнергии между квартирами и общедомовыми нагрузками (лифты, насосы, общее освещение) довольно сложно. Его выполняют с помощью комплектных электротехнических устройств. Их размеры, места установки и способы крепления строго согласованы с конструкциями домов.

Рассмотрим варианты присоединения квартир к стоякам в многоквартирном доме с системой TN-C. Стояк имеет четыре

провода: три фазы, обозначаемые буквами А, В, С, как показано на рис. 2.2, а, и совмещенный нулевой проводник PEN.

Между каждой парой фаз (А — В, В — С и С — А) напряжение в 1,73 раза выше, чем между любой фазой и нейтралью (А — PEN, В — PEN). Значит, если между фазами 380 В, то между каждой фазой и нейтралью $380/1,73 = 220$ В. В каждую квартиру вводят два провода: фазу и нейтральный провод. В этих проводах ток одинаков. Иначе и быть не может, так как проводов всего два, поэтому в любой момент времени один из них прямой, а другой — обратный.

Квартиры к разным фазам присоединяют по возможности равномерно. Так, на рис. 2.2, а из шести квартир к каждой фазе присоединено по две. Равномерное распределение нагрузки исключает перегрузку отдельных проводов стояка и обмоток трансформатора и, кроме того, дает возможность уменьшить ток в нейтральном проводе. Этот вопрос требует пояснений.

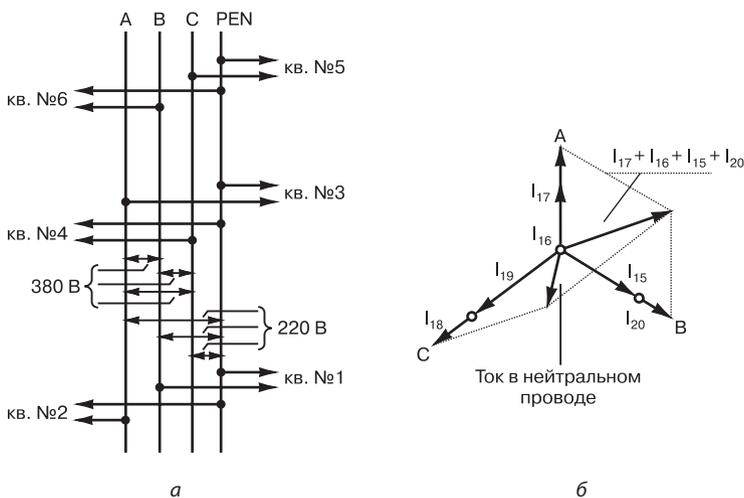


Рис. 3.2. Распределение нагрузки между фазами:
а — структура электроснабжения стояка;
б — ток в нейтральном проводе

Из схемы видно, что все квартиры присоединены к нейтральному проводу PEN. Он для всех квартир является обратным, поэтому через него должна проходить сумма всех токов. Но какая сумма? Не арифметическая, а геометрическая. Чтобы ее найти, нужно изобразить нагрузки каждой фазы векторами, приняв их длины пропорциональными нагрузкам фаз; затем эти векторы следует расположить под углами 120° и по правилу параллелограмма сложить сперва нагрузку двух фаз, а затем, опять-таки по правилу параллелограмма, сложить найденную нагрузку двух фаз с нагрузкой третьей фазы. Пример такого сложения дан на рис. 3.2, б. Из него видно, что ток в нейтральном проводе получился меньшим, чем ток любого провода фазы А, В или С. При совершенно равномерной нагрузке фаз тока в нейтральном проводе нет, поэтому его часто упрощенно называют нулевым.

Нередко в домах постройки прошлого века вместо этажных щитков применяли совмещенные электрошкафы. Пример такого электрошкафа дан на рис. 3.3. Шкаф имеет отсеки с отдельными

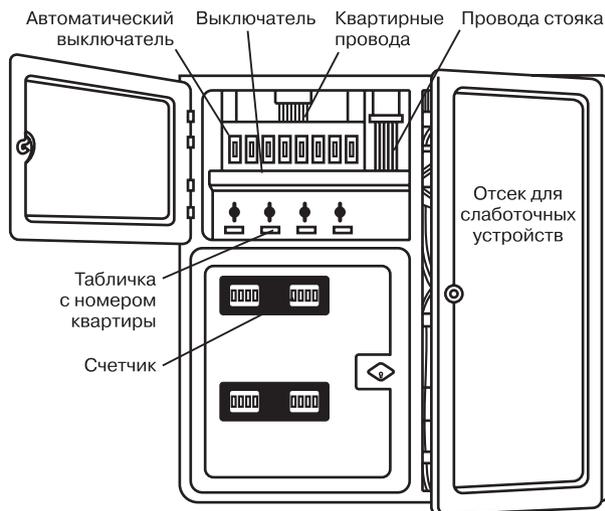


Рис. 3.3. Пример исполнения электрошкафа

дверцами. В одном отсеке расположены автоматические выключатели и выключатели, таблички с номерами квартир, в другом, запертом, — счетчики; третий отсек предназначен для слаботочных устройств: телефонов, радиотрансляционной сети, сети телевизионных антенн, витых пар домофона, Интернета и др.

К каждой квартире в таком этажном щитке относятся один выключатель и два автоматических выключателя:

- ♦ один — для линии общего освещения;
- ♦ другой — для линии штепсельных розеток.

В некоторых шкафах имеется штепсельная розетка с защитным контактом, к которой присоединяют уборочные машины.

Ввод и распределение электроэнергии в современном многоквартирном доме с системой TN-C-S

Электрическая проводка в жилом помещении состоит из электрического ввода, электрощитка и групповой электрической сети, которая распределяет электропитание от щитка по всему помещению. Электропроводка каждой группы выполняется электрическим кабелем определенного сечения и автоматом защиты с заранее рассчитанным номиналом.

Вводные распределительные устройства

Входная линия от трансформаторной подстанции попадает на ВУ или ВРУ. Устройство ВРУ для многоквартирного дома, в принципе, отличается от ВУ лишь наличием оснащения для распределения электроэнергии по зданию.

Вводное распределительное устройство — это совокупность аппаратов защиты (автоматические выключатели, предохранители и др.), приборов учета электроэнергии (амперметры, вольтметры, электросчетчики), электрооборудования (рубильники, разъединители, трансформаторы тока, шины

и т. п.) и строительных конструкций, которые устанавливаются на вводе в жилое помещение, либо здание, включающие, в том числе, в себя аппараты защиты и приборы учета электроэнергии отходящих линий электропроводки.



Это интересно знать.

Главное, что и к ВУ, и ВРУ подводится линия повторного заземления. Это значит, что создавать деление совмещенного нулевого проводника PEN можно только здесь!

Итак, во вводном распределительном устройстве дома нулевой проводник PEN расщепляется на нулевой и защитный, этим в доме будет осуществлена система TN-C-S. Система TN-C-S имеет место только **после точки расщепления**, считая со стороны от трансформаторной подстанции. В современных этажных щитках обычно стоят электросчетчики и трехфазные вводные автоматы на квартирные электросчетки, УЗО, дифавтоматы.

После ВУ или ВРУ электроэнергия попадает на **этажные щитки в многоквартирном доме**. К современным этажным щиткам идет 5 проводов (L1, L2, L3, N, PE).

Современные этажные щитки

Назначение. Щитки предназначены для распределения и учета электрической энергии, защиты электрических сетей квартир от перегрузок и коротких замыканий, токов утечки на «землю» вследствие повреждений изоляции сетей. А щитки со **слаботочным отделением** предназначены также для установки кабелей и аппаратуры телевизионной, радиотрансляционной, телефонной, Интернет сетей.

Современные щитки этажные ЩЭм разработаны с учетом:

- ♦ новых требований по увеличению их нагрузочной способности;

- ♦ количеству групповых линий на квартиру;
- ♦ дизайну и обеспечению безопасности при эксплуатации.

Типовые комбинации аппаратуры для щитков представлены в табл. 3.1, а внешний вид представлен на рис. 3.4.

Устройство щитков позволяет осуществлять их подключение к сетям с системами заземления TN-S и TN-C-S без разрезания магистральных проводов сечением до 90 мм.



а



б

Рис. 3.4. Внешний вид этажного щитка ЩЭМЗ:

а — так щиток выглядит при поставке;

б — щиток, остановленный в нишу в рабочем состоянии

Структура обозначения щитков представлена ниже:



Типовые комбинации аппаратуры для щитков

Таблица 3.1

Условное обозначение (тип) щитка	Количество линейных аппаратов на квартиру (шт.) и их номинальные токи				Номинальный ток вводного квартирного аппарата, А
	Выключатель автоматический		Выключатель автоматич. с УЗО (ток утечки 30 мА)		
	16 А	40 А	16 А	40 А	
ЩЭмХ-30ХХ	2	–	1	–	40
ЩЭмХ-31ХХ	1	1	1	–	63
ЩЭмХ-32ХХ	1	–	1	1	63
ЩЭмХ-40ХХ	3	–	1	–	40
ЩЭмХ-41ХХ	2	1	1	–	63
ЩЭмХ-42ХХ	2	–	1	1	63
ЩЭмХ-50ХХ	4	–	1	–	40
ЩЭмХ-51ХХ	3	1	1	–	63
ЩЭмХ-52ХХ	3	–	1	1	63
ЩЭмХ-60ХХ	5	–	1	–	40
ЩЭмХ-61ХХ	4	1	1	–	63
ЩЭмХ-62ХХ	4	–	1	1	63

Примечание. Вид климатического исполнения всех этих щитков — УХЛ4

Приведу примеры обозначения щитков.

Щиток этажный ЩЭм3-3001 — щиток на 3 квартиры, без автоматического выключателя магистральной линии (стояка), имеется отделение для размещения слаботочных устройств. В щитке, на каждую квартиру, установлены:

- ♦ 1 двухполюсный выключатель нагрузки на 40 А (ввод в квартиру);
- ♦ 2 автоматических выключателя на 16 А;
- ♦ 1 автоматический выключатель с УЗО на 16 А;

Щиток этажный ЩЭм4-5211 — щиток на 4 квартиры, установлен автоматический выключатель магистральной линии (стояка) с расцепителем 125 А, имеется отделение для размещения слаботочных устройств. В щитке, на каждую квартиру, установлены:

- ♦ 1 двухполюсный выключатель нагрузки на 63 А (ввод в квартиру);
- ♦ 3 автоматических выключателя на 16 А;
- ♦ 1 автоматический выключатель с УЗО на 16 А;
- ♦ 1 автоматический выключатель с УЗО на 40 А.

Принципиальные схемы щитков представлены на **рис. 3.5** и **3.6**.



Это интересно знать.

Счетчиками электрической энергии изготовитель щитки не комплектует, но возможна их установка (рис. 3.4). При этом необходимо исходить из того, что количество модулей, устанавливаемых в щитке, включая вводные аппараты квартир, не должно превышать 60 единиц (один модуль соответствует однополюсному выключателю шириной 18 мм).

Щиток этажный типа ЩЭ1409 является дополнением к номенклатуре щитков этажных ЩЭм и предназначен для приема и распределения электрической энергии, защиты сетей от токов перегрузок и коротких замыканий.

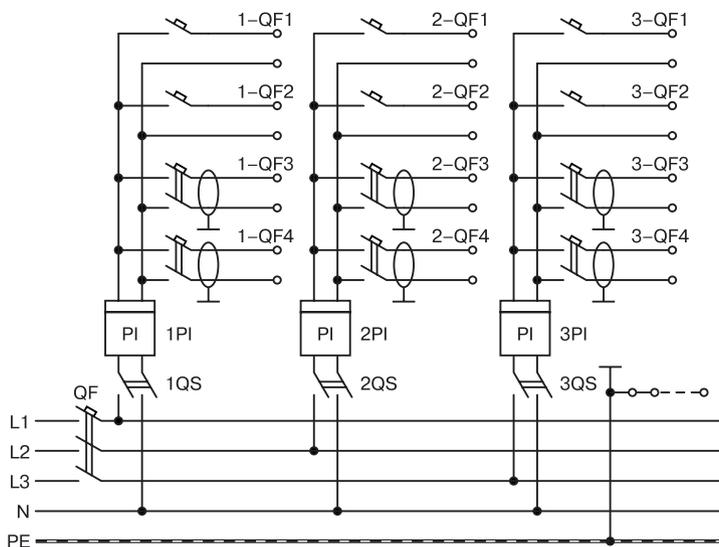


Рис. 3.5. Принципиальная схема щитков ЩЭМ3-4210 и ЩЭМ3-4211

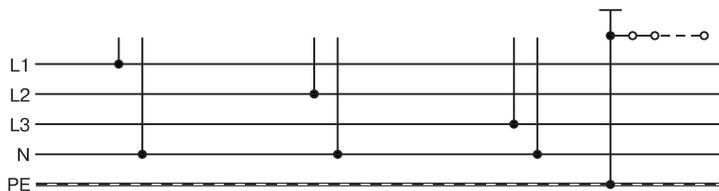


Рис. 3.6. Принципиальная схема щитков ЩЭМ3-4200 и ЩЭМ3-4201

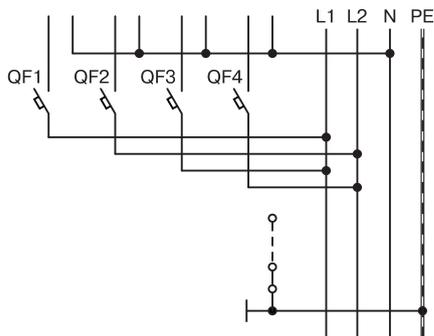


Рис. 3.7. Принципиальная схема щитка ЩЭ1409

Номинальные токи автоматических выключателей, устанавливаемых в щитке ЩЭ1409 — 40...63 А. Щиток ЩЭ1409 устанавливается в нише стены размерами 300 × 290 × 130 мм. Схема электрическая принципиальная щитка ЩЭ1409 представлена на **рис. 3.7**.

Далее на квартирный щиток идет пять проводов (L1, L2, L3, N, PE).

Квартирные щитки

Назначение. В многоэтажных домах прошлого века постройки на лестничных клетках изначально установлен электрощит (этажный щиток). В нем расположены электросчетчики и автоматические выключатели для всех квартир, расположенных на данной лестничной площадке.

Однако сейчас приходится обустраивать электрощитки и в квартирах по следующим причинам:

- ♦ нехватка места в этажном щитке для размещения электросчетчиков, УЗО, автоматов и диф. автоматов;
- ♦ сохранность достаточно дорогого оборудования от воровства и вандализма.

Существуют щитки как для наружной установки, так и для скрытой. Например, мой квартирный щиток представлен на **рис. 3.8**. Он встроенный.

Большое количество энергоемких электрических приборов заставляет пересмотреть электрическую схему квартиры, разделив потребителей на группы. Наибольшее распространение получили два способа деления квартирной электросети на группы:

- ♦ по видам потребителей — чаще всего удобно применять для малогабаритных квартир (на освещение, на розетки кухни, на кондиционеры, розетка на стиральную машину, на бойлер, на остальные розетки в квартире);



Рис. 3.8. Внешний вид квартирного щитка для скрытой установки

- ◆ по помещениям — целесообразно использовать в энергонасыщенных крупногабаритных квартирах: зал, комнаты, кухня, коридор, технические помещения;
- ◆ комбинированный вариант первого и второго способа.

Квартирный щиток предназначен для индивидуального отключения питающих напряжений для отдельных групп квартиры, индикации наличия фаз, учета электроэнергии и пр.

Обычно прибегают к двум вариантам схем защиты и отключения электричества по квартире.

Вариант 1. Все розетки на один автомат (защищены УЗО), все осветительные приборы на другой автомат (без УЗО) и третий автомат на электрическую плиту (или другие мощные потребители).

Достоинства:

- ◆ простая схема;
- ◆ нет дополнительных распределительных коробок;
- ◆ низкая стоимость.

Недостатки:

- ♦ при аварии вся квартира остается без электроснабжения или освещения.

Вариант 2. Автомат на каждое помещение, совмещающий в себе питание электророзеток и освещения, с распределением полномочий в распределительных коробках. В этом случае удобно снабдить особо опасные помещения отдельным устройством автоматического отключения и УЗО.

Достоинства:

- ♦ отличное управление, каждая зона под контролем;
- ♦ максимальная защита;
- ♦ при аварии почти вся квартира остается с электроснабжением.

Недостатки:

- ♦ большой щиток;
- ♦ высокая цена проекта.

Электрическая схема щитка. На рис. 3.9 приведена принципиальная схема квартирного щитка. Схема щитка выпол-

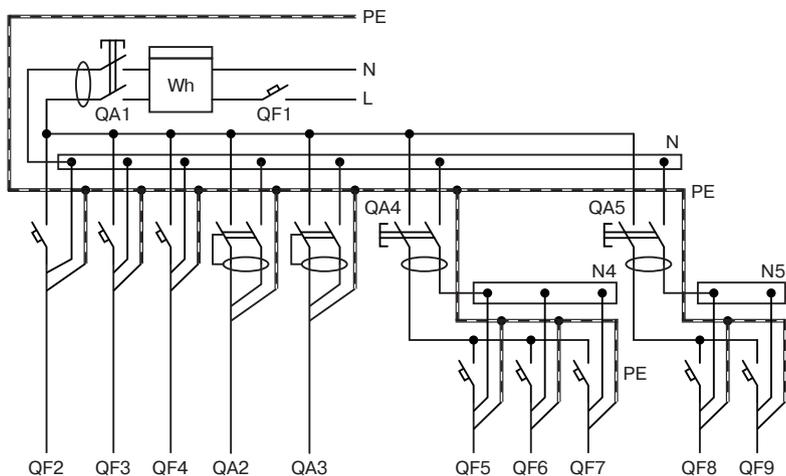


Рис. 3.9. Принципиальная схема квартирного щитка

нена для трехпроводной электрической сети при однофазном электрическом вводе (система заземления TN-C-S).

В трехпроводной сети один провод выполняет функцию фазы, второй — функцию рабочего нулевого проводника, третий — провод заземления. На электрических схемах условно они обозначаются латинскими буквами: фаза — L (line), рабочий ноль — N (neutral), провод заземления — PE.

Условные обозначения на электрической схеме щитка прокомментированы на рис. 3.10.

Вводной автомат защиты. Устройство, предназначенное для защиты всей электросети от токов короткого замыкания, а также для общего принудительного отключения помещения от электропитания.

Электрический счетчик. Устройство для контроля расхода электроэнергии. Значение расхода показывает в кВт/час. По показаниям электрического счетчика производится оплата за

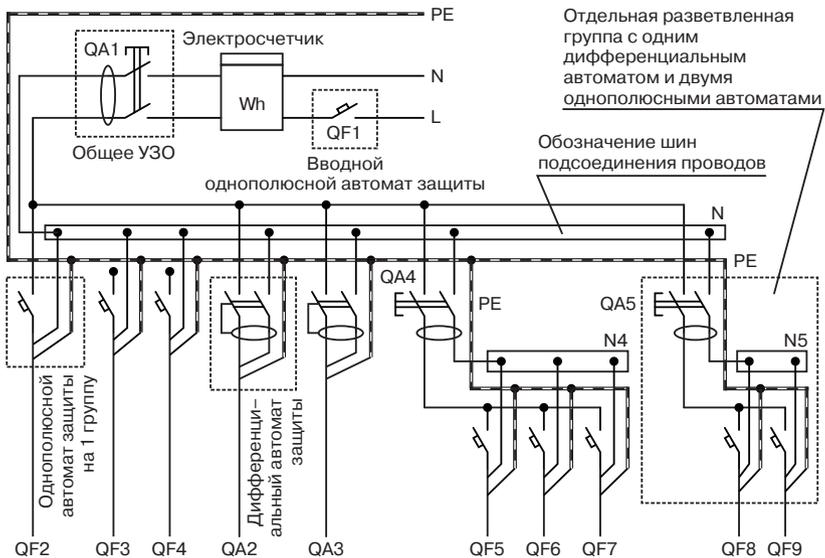


Рис. 3.10. Принципиальная схема квартирного щитка с комментариями

электричество. Электросчетчики могут быть электромеханические и электронные. Последние программируются.

Дифференциальный автомат защиты. Это электромеханическое устройство, объединяющее в себе автомат защиты от короткого замыкания и УЗО (устройство защитного отключения) для защиты человека от поражения электрическим током, реагирует на ток утечки.

Шины подсоединения проводов. Каждый электрический щит комплектуется как минимум двумя шинами. Одна — для нулевых проводов, вторая — для проводов заземления. В приведенном примере электрической схемы щитка таких шин четыре (N; N1; N3; N4).

В щитке предусмотрены две отдельные функциональные группы (справа на схеме). Одна группа — на два ответвления, вторая — на три. Например, этот вариант подойдет для отдельных функциональных групп ванной и кухни.

Примеры схем квартирных щитков

Электромонтаж квартирного щитка производится на основе электрической схемы. Если вы приобретаете щиток в сборе, то электрическая схема щитка должна прилагаться. Если вы предполагаете монтировать щиток самостоятельно, то нужно позаботиться, чтобы схема щитка делалась вместе с электропроектом. А если вы имеете техническое образование, можно сделать схему электрощита самостоятельно.

Пример наглядной схемы простого квартирного щитка с применением УЗО приведен на рис. 3.11. Для наглядности показаны марки кабелей и сечения проводов, которые можно применить для отдельных кабельных линий.

Схема небольшого квартирного щитка для многокомнатной квартиры представлена на рис. 3.12. В данной схеме дифференциальный автоматический выключатель АДБЗ устанавливается для защиты розеток кухни, где используется боль-

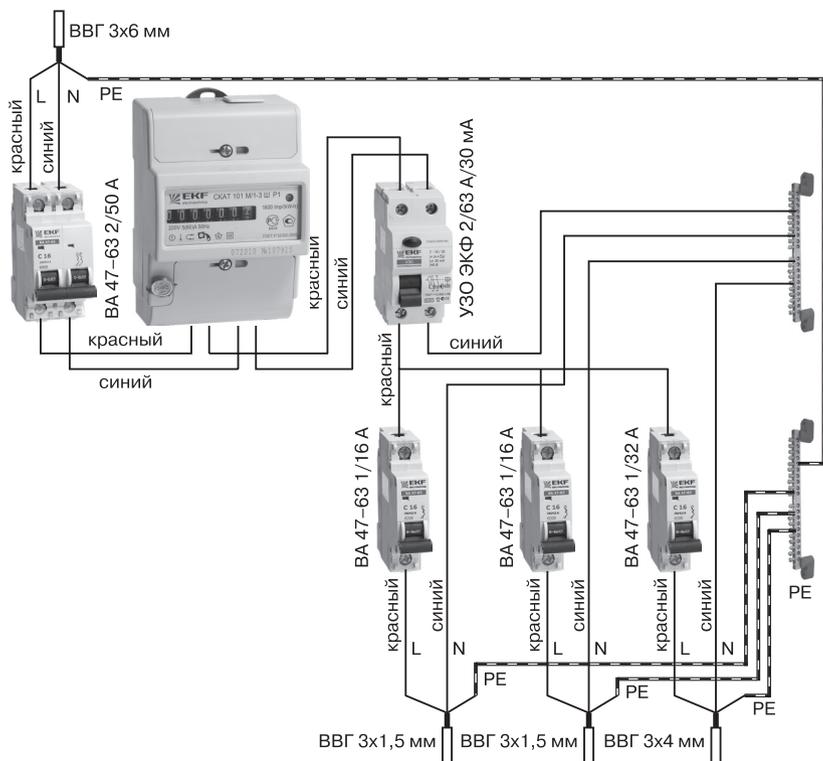


Рис. 3.11. Пример наглядной схемы простого квартирного щитка

шее количество бытовой техники, и гидромассажной ванны. Дифференциальный выключатель нагрузки ВД63 защищает другие объекты: розетки и выключатели комнат, бытовую технику, освещение санузлов.

Пример комплектации щитка стандартной квартиры представлен на рис. 3.13. На вводе в квартиру устанавливается УЗО ВД63 с дифференциальным током 30 мА последовательно с автоматическим выключателем ВА63 или дифференциальный автоматический выключатель АД63. Всего могут быть несколько групп потребителей.

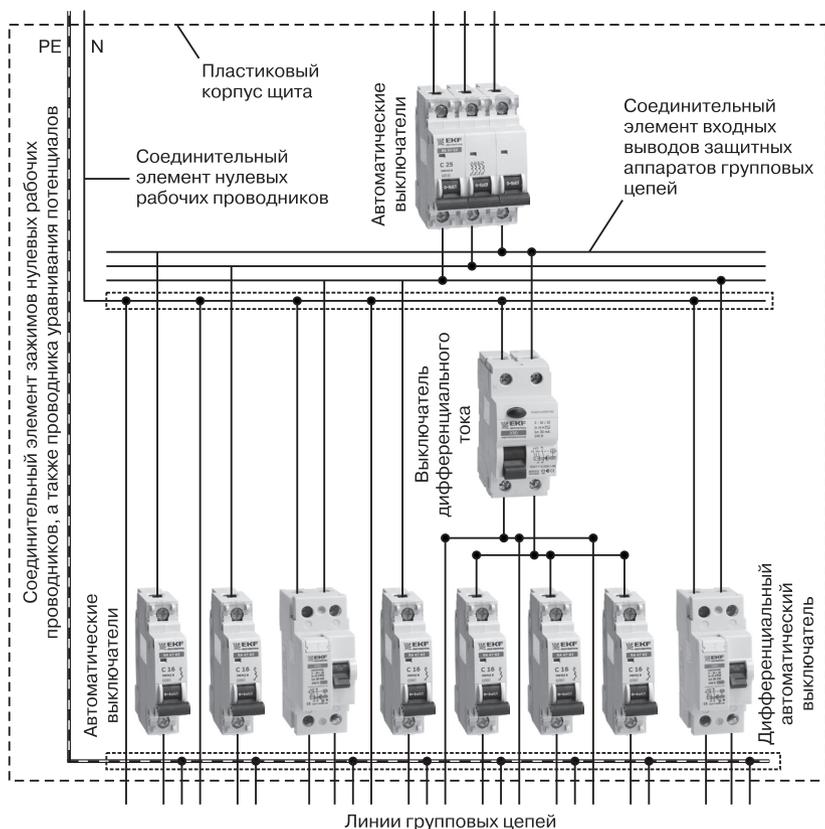


Рис. 3.12. Схема небольшого квартирного щита для многокомнатной квартиры

В данном случае это группы освещения и розеток, защищенных двумя автоматическими выключателями ВА63 с номинальным током 16 А и электрическая плита, которую защищает автоматический выключатель с номинальным током 25 А.

Иногда в отдельную группу выделяются стиральная машина или кондиционер. В этом случае устанавливается автоматический выключатель ВА63 с номинальным током 16 А.

Рассмотрим более сложную схему группового распределительного щита для многокомнатной квартиры (рис. 3.14).

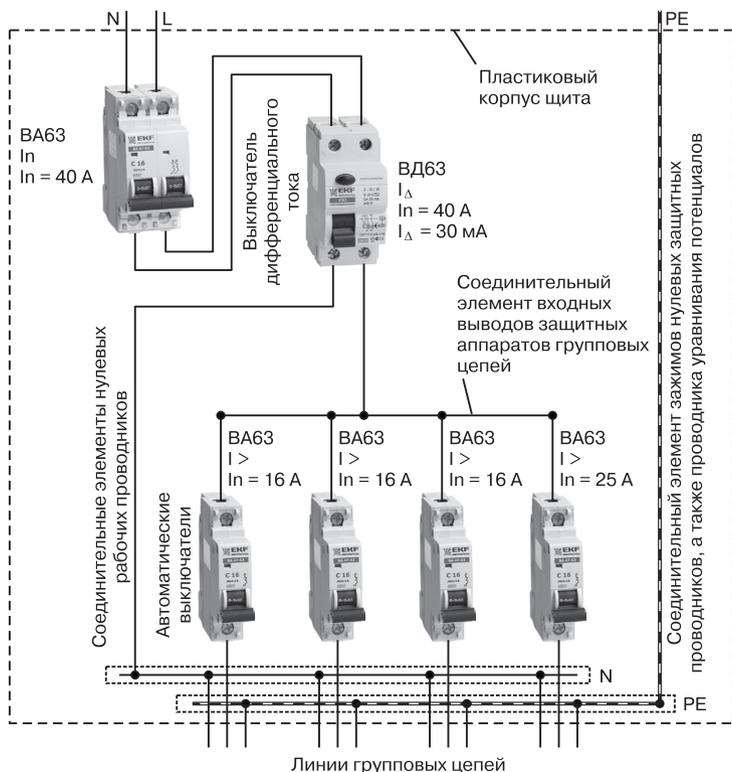


Рис. 3.13. Пример схемы квартирного группового распределительного щита

В этом случае на вводе установлено УЗО ВД63 с дифференциальным током 300 мА, так как естественный (фоновый) ток утечки электрооборудования может быть достаточно высоким (вследствие большой протяженности электропроводки при установке УЗО с меньшим током утечки возможны ложные срабатывания).

Первые три автоматических выключателя предназначены для защиты осветительных цепей. Дифференциальный автоматический выключатель АД63 с дифференциальным током 10 мА используется для защиты электрооборудования ванной комнаты, так как во влажном помещении особенно опасен кон-

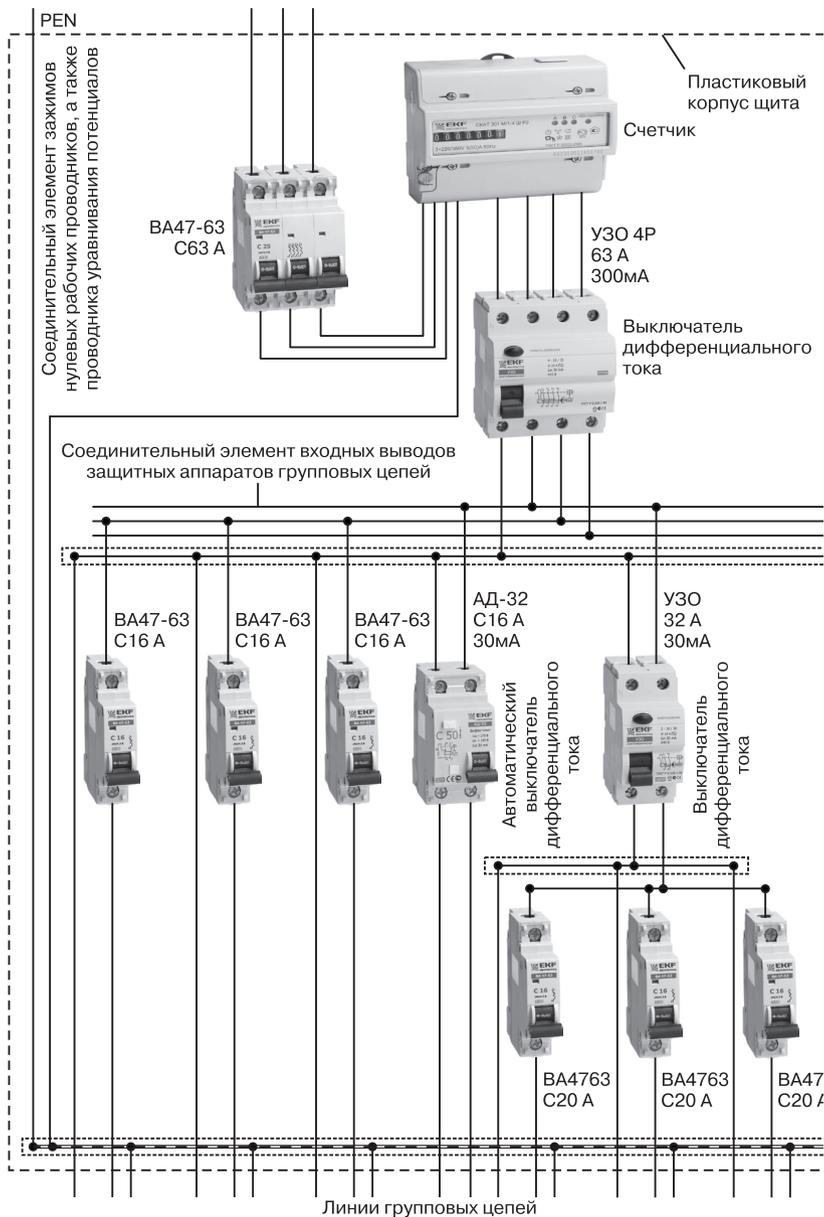
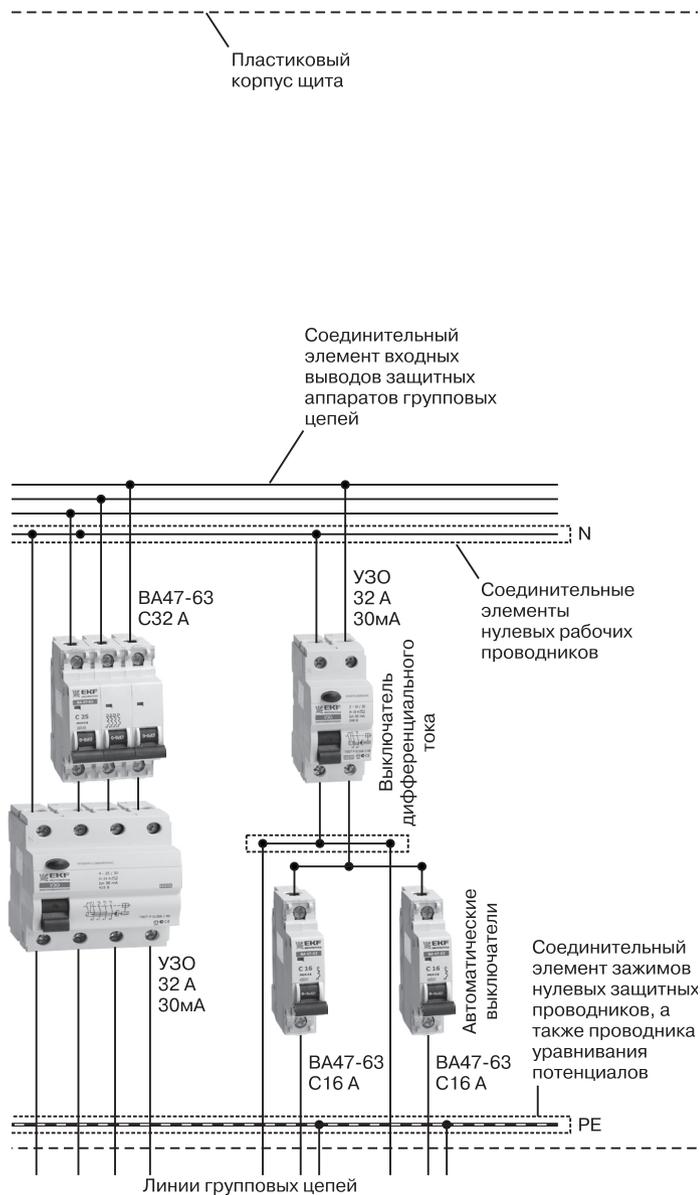


Рис. 3.14. Пример схемы группового распределительного щита



для многокомнатной квартиры

такт с токоведущими частями электроустановки. Группа из УЗО ВД63 и трех автоматических выключателей ВА63 предназначена для защиты розеток. Трехфазный автоматический выключатель ВА63 и УЗО ВД63 защищают мощных потребителей, например, электроплиту или сауну. Последняя линия из одного УЗО ВД63 и двух автоматических выключателей ВА63 предназначена для защиты цепей, например, подсобного помещения.

Монтаж электрощита — процесс ответственный, и важную роль в нем играет выбор места его установки. **Рассмотрим основные этапы установки квартирного электрощитка.**

Шаг 1. Выбирается место установки щитка. С точки зрения удобства пользования квартирный электрощит стараются размещать ближе ко входу в помещение. Обычно его размещают возле входной двери, что позволяет смонтировать щиток вблизи электроввода в квартиру. По правилам электромонтажа щиток устанавливается на высоте 1,5–1,6 метра. После установки мебели к щитку должен быть свободный доступ. И хоть хочется его спрятать куда-нибудь в шкаф, следует помнить о пожарной безопасности.

А с экономической точки зрения идеальным местом является середина помещения. При таком расположении **квартирного электрощитка** расходуется минимальное количество кабеля для электропроводки.

Шаг 2. Выбор размеров щитка в соответствии с количеством автоматов, которые планируется разместить в щитке. Решается, будет ли стоять в данном щитке электросчетчик и другое необходимое оборудование. Чем больше «начинки» планируется, тем больше должен быть размер щитка.

Шаг 3. Выбирается вид щитка: для скрытой или наружной установки. При скрытой установке выбивают в стене нишу и вмуровывают щит в стену. При наружной установке закрепляют щит на поверхности стены.

Шаг 4. Выбирается материал щитка: пластмасса или металл.

Шаг 5. Приобретается щиток, качественные автоматы, монтажный провод, шины.

Шаг 6. Производится монтаж корпуса. Так, в корпусе нужно открыть перфорированные отверстия для ввода электрических кабелей. Если вы монтируете открытый электрощиток можно его полностью собрать. Установить DIN-рейки для монтажа автоматов защиты, контактные шины для рабочих проводов. Если нужно, установить электросчетчик. Полностью сделать электромонтаж всех соединений в щитке.

Шаг 7. Сборка электрощита начинается с разделки кабелей. С помощью ножа аккуратно снимаем наружную изоляцию с кабеля и маркируем отдельные его жилы.

Шаг 8. Электрощиток для скрытой установки помещается в заранее подготовленную нишу. Затем щиток закрепляется в выбранном месте. Его электромонтаж связан со штукатурными работами, а это достаточно грязные работы. Поэтому скрытый электрощиток лучше собирать по месту. Подключаем «нулевые» и «земляные» проводники к соответствующим шинам.

Шаг 9. Производим установку автоматов на DIN-рейку (рис. 3.15). Если в квартирном электрощитке будут установлены дифреле либо дифавтоматы, нулевые и фазные проводники защищаемых цепей подводим к этим приборам. Способ крепления автомата на DIN-рейке (вид со стороны рейки) представлен на рис. 3.16, в вид установленного автомата — на рис. 3.17.

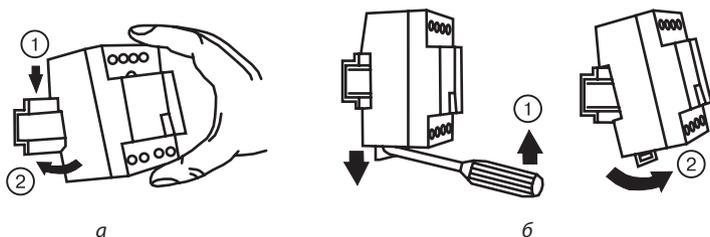


Рис. 3.15. Методика установки автомата на DIN-рейку



Рис. 3.16. Способ крепления автомата на DIN-рейке (вид со стороны рейки)



Рис. 3.17. УЗО, установленное на DIN-рейке

К автоматам подключаем только фазные проводники соответствующих потребителей.



Полезный совет.

При монтаже квартирного электрощита рекомендую использовать 10 А автоматы для защиты цепей освещения и 16 А для розеточных групп.



Полезный совет.

Еще желательно установить устройство защиты от перенапряжений. Этот прибор проверяет качество электропитания вашей квартиры или дома и отключает его в случае сильного отклонения его от заданных параметров.

Шаг 10. И в завершении процесса сборки электрощитка устанавливаем внутреннюю крышу, производим на ней маркировку автоматов и рисуем схему электрощита. Данную информацию размещаем на внутренней стороне двери щитка.

Расчеты квартирной электросети

Для того чтобы выбрать сечение кабеля и номинал автомата защиты необходимо рассчитать предполагаемую нагрузку этой сети.

При расчете нагрузки электросети нужно помнить, что расчет токовой нагрузки отдельного бытового прибора и группы из нескольких потребителей отличаются друг от друга.

Расчет токовой нагрузки и выбор автомата защиты в однофазной электросети, 220 вольт для одиночного потребителя достаточно прост.

Для этого нужно вспомнить основной закон электротехники (закон Ома), посмотреть в паспорте на прибор его потребляемую мощность и рассчитать токовую нагрузку.

Например: проточный водонагреватель на 220 В. Потребляемая мощность 5 кВт.

Ток нагрузки можно рассчитать по закону Ома.

$$I_{\text{нагрузки}} = 3000 \text{ Вт} / 220 \text{ В} = 13,6 \text{ А.}$$

Вывод: на линию для электропитания проточного водонагревателя нужно установить автомат защиты не менее 14 А. Таких автоматов в продаже нет, поэтому выбираем автомат с большим ближайшим номиналом в 16 А.

Рассмотрим расчет токовой нагрузки и выбор автомата защиты в однофазной электросети, 220 вольт для **электропроводки квартиры или группы в этой квартире**.

Под **группой электропроводки** понимается несколько потребителей подключенных параллельно к одному питающему кабелю от электрощитка. Для группы устанавливается общий автомат защиты. Автомат защиты устанавливается в квартирном электрощите или этажном щитке. Расчет сети электрогруппы отличается от расчета сети одиночного потребителя.

Для расчета токовой нагрузки электрогруппы потребителей вводится так называемый **коэффициент спроса (K_c)**, который определяет вероятность одновременного включения всех потребителей в группе в течение длительного промежутка времени.

$K_c=1$ соответствует одновременной работе всех электроприборов группы. Понятно, что включения и работы всех электроприборов в квартире одновременно практически не бывает. Есть целые системы расчета коэффициента спроса для домов, подъездов. Для каждой квартиры коэффициент спроса

различается для отдельных комнат, отдельных потребителей и даже для различного стиля жизни жильцов. Например, коэффициент спроса для телевизора обычно равен 1, а коэффициент спроса пылесоса равен 0,1.

Поэтому для расчета токовой нагрузки и выбора автомата защиты в группе электропроводки коэффициент спроса влияет на результат. Расчетная мощность группы электропроводки рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{расчетная}} = K_{\text{спроса}} \times P_{\text{установочная}}$$

$$I_{\text{нагрузки}} = P_{\text{расчетная}} / 220 \text{ В}$$

В табл. 3.2 приведены электроприборы одной небольшой квартиры. Рассчитаем токовую нагрузку для нее и выберем входной автомат защиты с учетом коэффициента спроса.

Расчет приведенной мощности потребителей квартиры

Таблица 3.2

Электроприборы	Коэффициент спроса	Мощность	Приведенная мощность
	K_c	Р, Вт	Р, Вт
Освещение	0,7	800	560
Телевизор	0,7	160	112
Телевизор	0,7	150	105
Бытовая электроника	0,2	200	40
Холодильник	0,8	150	120
Посудомоечная машина	0,1	300	30
Стиральная машина	0,1	380	38
Утюг	0,1	800	80
Пылесос	0,1	400	40
Теплоiventлятор	0,9	800	720
Бойлер	0,2	1500	300
Электробатарея	0,5	1000	500
Другие потребители	0,3	660	198
Итого:	0,32	8770	2843

Приведенная мощность в сети рассчитывается как сумма мощностей всех потребителей, умноженная на их коэффициент спроса (правая колонка в табл. 3.2).

А коэффициент спроса квартиры равен соотношению мощностей: приведенной и полной.

$$K_{\text{квартиры}} = 2842/8770 = 0,32.$$

Ток нагрузки рассчитывается из Приведенной мощности:

$$I_{\text{н}} = 2843 \text{ Вт}/220 \text{ В} = 12,92 \text{ А}.$$

Соответственно, выбираем автомат защиты на шаг больше: 16 А.

Теперь определимся, как выбрать сечения кабелей для различных групп электропроводки

По приведенным выше формулам можно рассчитать мощность электросети и значение рабочего тока в сети.

Останется по полученным значениям выбрать сечение электрического кабеля, который можно использовать для рассчитываемой проводки в квартире.

Правила устройства электроустановок ПУЭ такую таблицу приводят (табл. 3.3). По таблице ниже ищем значение:

- ♦ расчетного тока нагрузки;
- ♦ расчетную мощность сети.

Затем выбираем сечение электрического кабеля.

Выбор сечения медного кабеля

Таблица 3.3

Сечение медных жил кабеля, мм ²	Ток нагрузки, А		Мощность, кВт	
	А	Для напряжения 220 В	Для напряжения 220 В	Для напряжения 380 В
Кабели, проложенные открыто				
0,5	11	2,4	нет	
0,75	15	3,3	нет	
1	17	3,7	6,4	
1,5	23	5	8,7	
2	26	5,7	9,8	
2,5	30	6,6	11	
4	41	9	15	
5	50	11	19	
10	80	17	30	
16	100	22	38	
25	140	30	53	
35	170	37	64	
Кабели, проложенные в трубе				
1	14	3	5,3	

Таблица 3.3 (продолжение)

Сечение медных жил кабеля, мм ²	Ток нагрузки, А	Мощность, кВт	
	А	Для напряжения 220 В	Для напряжения 380 В
1,5	15	3,3	5,7
2	19	4,1	7,2
2,5	21	4,6	7,9
4	27	5,9	10
5	34	7,4	12
10	50	11	19
16	80	17	30
25	100	22	38
35	135	29	51

**Это интересно знать.**

Таблица приводится для медных жил кабелей, потому что использование кабелей с алюминиевыми жилами в электропроводке жилых помещений уже запрещено.

Табл. 3.4 может пригодиться для правильного выбора сечения кабеля и автоматов защиты. Это номенклатура мощностей электробытовых приборов и машин для расчета в электросетях жилых помещений (из нормативов для определения расчетных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городской распределительной сети).

Установленная мощность некоторых бытовых электроприборов Таблица 3.4

Наименование	Установленная мощность, Вт
Джакузи	2000–2500
Миксеры	250–400
Морозильники	140
Надплитные фильтры	250
Осветительные приборы	1800–3700
Печи-гриль	650–1350
Посудомоечная машина с подогревом воды	2200–2500
Радио и пр. аппаратура	70–100
СВЧ печь	900–1300

Таблица 3.4 (продолжение)

Наименование	Установленная мощность, Вт
Соковыжималки	200–300
Стационарные электрические плиты	8500–10500
Стиральные машины без подогрева воды	600
Стиральные машины с подогревом воды	2000–2500
Телевизоры	120–140
Тепловентиляторы	1000–2000
Тостеры	650–1050
Холодильники	165–300
Электрические сауны	12000
Электрокофеварки	650–1000
Электромясорубки	1100
Электропылесосы	650–1400
Электроутюги	900–1700
Электрофены	400–1600
Электрочайники	1850–2000

Типовой вариант выбора сечений проводов и номиналов средств защиты

Номиналы автоматических выключателей применяют в соответствии с сечением примененного кабеля. Чаще всего поддерживается классический принцип:

- ♦ провод сечением 1,5 мм² для освещения;
- ♦ провод сечением 2,5 мм² на розетки;
- ♦ для электроплиты, водонагревателя, кондиционера — 4 мм².

На входе в квартиру можно выбрать с приличным запасом сечение 10 мм². В большинстве случаев бывает достаточно 6 мм². На входе на всю квартиру применяется УЗО, назначение такого УЗО — пожарное, так как величина дифференциального тока 300 мА. Выпускаются также дифференциальные выключатели на токи 100 мА и меньшие номиналы.

Для защиты людей применяют УЗО с меньшими дифференциальными токами 10 или 30 мА непосредственно в потенци-

ально опасные помещения. УЗО обычно защищают все розетки: на кухне, в санузле, а в комнатах — по необходимости.

Осветительная сеть может быть разделена на зоны и не снабжена УЗО. Разделение на зоны очень удобное решение, а дополнительная защита осветительной сети не требуется. **Во-первых**, отсутствует случайное соприкосновение с электроприборами, а, **во-вторых**, подразумевается, что корпуса светильников вы соедините с РЕ проводом, со всеми вытекающими плюсами такого подключения.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Электросеть многоквартирного дома» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Селективная защита: примеры построения схем».
- ◆ «Дифзащита квартирной электросети от последствий отгорания нуля».
- ◆ «Использование селективных дифференциальных автоматических выключателей».
- ◆ «Монтаж проводов с использованием самозажимных клемм».
- ◆ «Защита бытовых электроприборов от повышенного напряжения».
- ◆ «Советы по выбору автоматов защиты квартирного щитка».
- ◆ «Старая пробка-автомат — устарела морально».
- ◆ «Монтаж щитка с использованием сборочной шины».

ЭЛЕКТРОСЕТЬ ДЕРЕВЯННОГО ДОМА

Особенности электросети деревянного дома

Нужную информацию по электросети деревянного дома можно отыскать в ПУЭ (Правилах устройства электроустановок), различных ГОСТах и СНИПах. Только информация эта разбросана по разным разделам, «зашифрована» техническими терминами, порой недоступными пониманию человека с непрофильным образованием.



Будьте осторожны!

Иногда непродвинутые и мало знающие электрики проводку в деревянных домах делают так же, как в квартире многоэтажного дома. Это неправильно, т. к. конструкции стен, потолков в наших квартирах выполнены из огнестойких материалов.

В этой главе не ставится широкомасштабная задача: сделать из читателей профессиональных электромонтажников. В этом деле есть немало тонкостей, о которых трудно написать словами. Этому надо учиться на практике.

Но общее представление о том, «как надо», читатели получат и, во всяком случае, смогут контролировать подрядчиков, которые за ваши деньги выполняют эту работу. Или, если электропроводка уже сделана и эксплуатируется, то будете иметь представление, насколько она соответствует тем требованиям безопасности, которые к ней предъявляются.



Это интересно знать.

В данном разделе речь пойдет только об однофазной проводке, как наиболее распространенной в дачных домах.

Ввод в деревянный дом

Рассмотрим вопрос ввода электропроводки в деревянный дом. Ответвление от воздушной линии электропередач (далее ВЛ) производится, как правило, по воздуху (рис. 4.1).

Вводы в здания выполняют только изолированными проводами. Каждый провод ранее заключали в отдельную резиновую изоляционную трубку, как показано на рис. 4.2, а сейчас используют кабель, о котором пойдет речь далее. На концы трубок с наружной стороны здания устанавливают фарфоровые воронки таким образом, чтобы они находились на одной оси и были разнесены одна от другой в деревянных стенах на 100 мм (в кирпичных стенах на 50 мм).

Внутри здания на трубки надевают втулки. Отверстия в стене заделывают. Проходы через стены в трубках должны выполняться с уклоном наружу, таким образом, чтобы вода

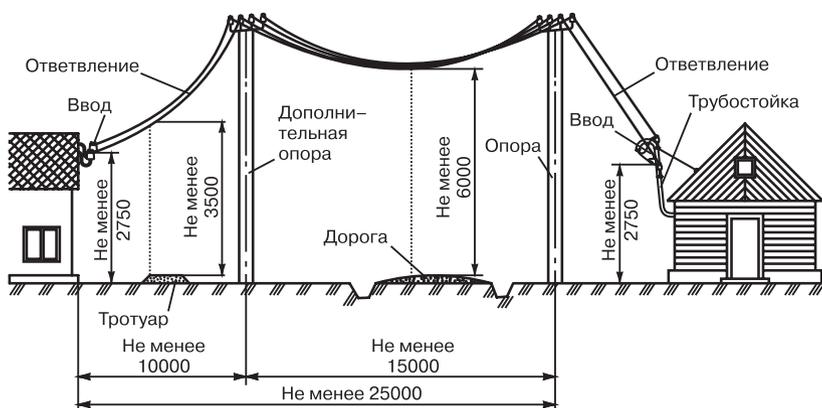


Рис. 4.1. Пример схемы отведений от воздушной линии 380 В и вводов в деревянные дома

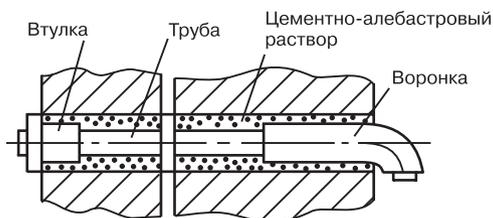


Рис. 4.2. Конструкция для прохода стены при вводе в дом

не могла скапливаться в проходе или попадать внутрь здания. После прокладки проводов входные отверстия воронок и втулок заливают изоляционной массой, битумом.

Вводы через трубостойки выполняют в тех случаях, когда высота здания не позволяет обеспечить установленные ПУЭ вертикальные габаритные размеры. Для изготовления трубостоек используют водогазопроводные трубы, внутренний диаметр которых из условий механической прочности должен быть не менее 20 мм при вводе двух проводов и не менее 32 мм — четырех. Верхний конец трубостойки загибают на 180°, чтобы в нее не могла попасть влага. К трубе под изгибом приваривают траверсу с двумя штырями для установки вводных изоляторов. Для траверс к трубостойкам диаметром 20 мм используют стальной уголок длиной 500 мм, сечением 45×45×5 мм.

На трубостойке приваривают болт для соединения нулевой жилы с металлической трубой, который для предохранения от коррозии смазывают техническим вазелином. Острые края трубы обрабатывают напильником, чтобы не повредить о них изоляцию проводов при затягивании. Ближе к изгибу приваривают кольцо (гайку), в котором закрепляют проволочную оттяжку, для компенсации усилия натяжения проводов отвлечения от воздушной линии. Внешнюю поверхность трубы окрашивают.

Ввод трубостойкой через стену представлен на **рис. 4.3**. При монтаже трубостоек нужно следить за тем, чтобы ниж-

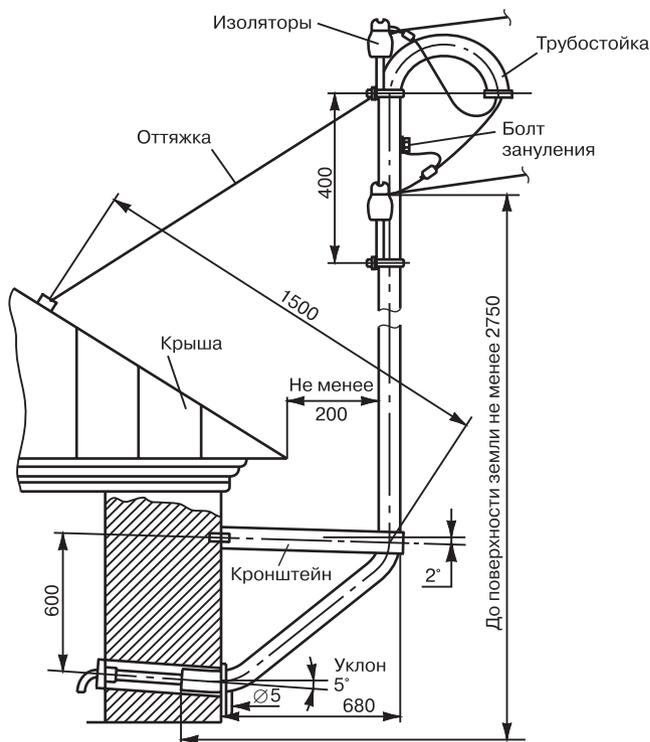


Рис. 4.3. Ввод в дом с использованием трубостойки

ний горизонтальный конец трубы был установлен с уклоном 5° наружу, в нижней точке изгиба просверливают отверстие диаметром 5 мм для выхода влаги.

Ввод трубостойкой через крышу применяют в том случае, если расстояние от поверхности земли до низа трубостойки, устанавливаемой на стене, оказывается меньше 2 м. Особое внимание следует уделить качеству монтажа прохода через кровлю и его гидроизоляции.

Перед установкой в трубостойку затягивают стальную проволоку для последующего протягивания проводов или кабеля. Верхний конец трубостойки двумя оттяжками из круглой стали диаметром 5 мм крепят к стене или к стропилам крыши.

Все болтовые крепления вводов должны выполняться с применением пружинящих шайб, предохраняющих гайки от самооткручивания при раскачивании трубостоек и проводов ветром. Болтовые соединения смазывают защитной смазкой или техническим вазелином.



Будьте осторожны!

Запрещается прокладывать «голые» или изолированные провода по крышам жилых домов.

По современным требованиям, ответвление от воздушной линии должно быть выполнено изолированным проводом, сечением не менее 16 мм^2 (как говорят, «16 квадрат»), говориться в ПУЭ, 7-е издание, п.п. 2.4.12, табл. 2.4.2.



Полезный совет.

Лучше всего для этой цели подходит провод СИП-4 (самонесущий изолированный провод, старое название — СИП-2А).

Рассмотрим их подробнее. СИП-4, СИП-4н, СИП-5, СИП-5н — **провода самонесущие изолированные**. Они предназначены для применения в воздушных силовых и осветительных сетях, для ответвлений к вводам в жилые дома, хозяйственные постройки в районах с умеренным и холодным климатом.

Преимущества проводов СИП по сравнению с неизолированными проводами:

- ◆ *более низкая вероятность коротких замыканий;*
- ◆ *стойкость к обледенению;*
- ◆ *возможность прокладки над зелеными насаждениями;*
- ◆ *повышенная безопасность при случайных обрывах проводов;*
- ◆ *возможность присоединения потребителей без отключения напряжения;*
- ◆ *простота в обслуживании линии.*

Технические характеристики:

СИП-4 — провод самонесущий с алюминиевыми токопроводящими жилами (без несущей жилы), с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена;

СИП-4н — то же, с токопроводящими жилами из алюминиевого сплава;

СИП-5 — провод самонесущий с алюминиевыми токопроводящими жилами (без несущей жилы), с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена;

СИП-5н — то же, с токопроводящими жилами из алюминиевого сплава.

Допустимая температура нагрева токопроводящих жил проводов при нормальном режиме эксплуатации составляет:

♦ СИП-4, СИП-4н: 70°C;

♦ СИП-5, СИП-5н: 90°C.

Срок службы — не менее 25 лет. Фактический срок службы определяется техническим состоянием провода. Прокладка и монтаж проводов должны проводиться при температуре окружающей среды не ниже минус 20°C.

Повод СИП (рис. 4.4) одет в изолирующую оболочку из сшитого светостабилизированного полиэтилена. Такая изоляция устойчива к разрушительному воздействию ультрафиолетового излучения. Подключение СИП к ВЛ, а также переход на другой кабель на вводе в дом производится с помощью специальной арматуры.



Рис. 4.4. Самонесущий изолированный провод СИП: конструкция

Герметичные сжимы препятствуют проникновению влаги под изоляцию кабеля, обеспечивают качественный контакт и, соответственно, заявленный срок службы.

Анкерные (клиновые) зажимы (рис. 4.5) рассчитаны на определенную нагрузку. При ее превышении в результате нештатных ситуаций (падение деревьев, срыв больших масс снега с крыши и т. п.) они разрушаются. При этом сам кабель остается неповрежденным, энергоснабжение не нарушается, исключается возможность электротравм при случайном касании оборванного провода.

Анкерные (клиновые) зажимы выпускаются различных марок. Они состоят из открытого конического корпуса усиленного стекловолокном, пары клиньев и гибкой петли. Например, зажимы ACADSS позволяют просто и быстро закрепить само-

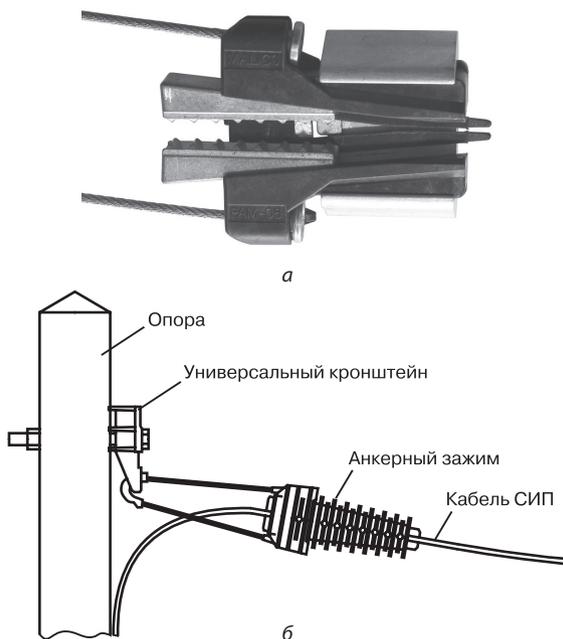


Рис. 4.5. Анкерные (клиновые) зажимы:
а — устройство; б — пример применения

несущий кабель диаметром от 8 до 20 мм при воздушной прокладке в пролетах до 100 м. Цифровая часть обозначения определяет средний (± 2 мм) диаметр обслуживаемого кабеля по изоляции, мм: ACADSS10, ACADSS12, ACADSS14, ACADSS16, ACADSS18.

Варианты крепления:

- ♦ либо 1 болт диаметром 14 или 16 мм (просверленная опора);
- ♦ либо 2 обвязочных металлических ленты + 2 замка.

«Расстояние от проводов перед вводом и проводов ввода до поверхности земли должно быть не менее 2,75 м» (ПУЭ, 7-е издание п. 2.1.79). Также регламентировано расстояние до окон, балконов и т. п.



Будьте осторожны!

Вводить СИП непосредственно в деревянный дом нельзя. Согласно действующим ПУЭ не допускается прокладка кабелем с алюминиевыми жилами по сгораемым конструкциям. Поэтому следует перейти на кабель с медными жилами.

Наиболее предпочтительным вариантом оказывается **ВВГнг**. Данный кабель предназначен для стационарной проводки, в том числе и на открытом воздухе. Индекс «нг» обозначает, что применена не распространяющая горение изоляция.

В состав **кабеля силового ВВГнг 0,66 кВ** входит медная токопроводящая жила диаметром 1,5–50 мм²: однопроволочная (класс 1) или многопроволочная (класс 2).

Изоляция **кабеля ВВГнг** выполнена из ПВХ пластика, маркировка жил кабеля цветовая: белая или желтая, синяя или зеленая, красная или малиновая, коричневая или черная, или желто-зеленая. Обмотка выполнена из нетканого полотна для многожильных кабелей сечением жил 16 мм² и выше (допускается изготовление без обмотки). Оболочка **ВВГнг кабеля** выполнена из ПВХ пластика пониженной горючести.

Кабели ВВГнг изготавливаются для эксплуатации в районах с умеренным, холодным и тропическим климатом. Внешний вид кабеля представлен на **рис. 4.6**.

Для дополнительной защиты кабель желательно заключить в пластиковую гофрированную трубку (на языке электриков — «гофру»). Убедитесь, что на гофру имеется сертификат пожарной безопасности по НПБ 246-97. В том месте,

где кабель пройдет через стены и перекрытия, устанавливают **металлические втулки**, изготовленные из толстостенной стальной трубы. Толщина стенки трубы регламентирована СП 31-1102003. Согласно этому документу она должна быть:

- ♦ для кабеля сечением 4 мм^2 — не менее 2,8 мм;
- ♦ для кабелей $6\text{--}10 \text{ мм}^2$ — не менее 3,2 мм.



Это интересно знать.

Трубы нужны для того, чтобы защитить кабель от возможных механических повреждений, которые могут произойти из-за осадки дома.

Также изоляцией кабеля могут «заинтересоваться» мыши. Но, в первую очередь, стальная труба сможет на время локализовать огонь и не дать ему перекинуться на деревянные конструкции, если все-таки, по какой-либо причине, произойдет возгорание кабеля.



Это полезно запомнить.

Согласно СП 31-110-2003 «Локализационная способность» — это способность стальной трубы выдерживать

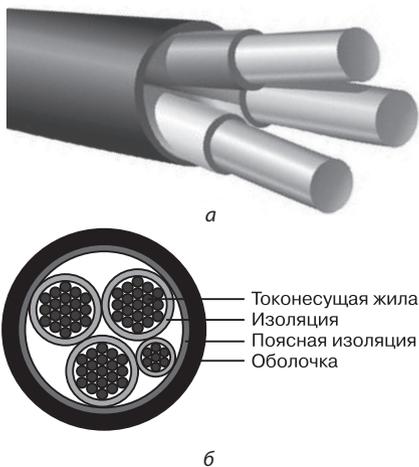


Рис. 4.6. Кабель ВВГнг:
а — внешний вид; б — устройство

короткое замыкание в электропроводке, проложенной в ней, без прогорания ее стенок».

Участок от наружной стены дома до распределительного щитка — самый опасный. Он обычно незащищен никакой автоматикой, но проходит через сгораемые конструкции. Защита на трансформаторной подстанции не в счет. Она рассчитана на слишком большие токи и может не «почувствовать» даже короткого замыкания. Поэтому следует подумать о дополнительных мерах безопасности. Возможны следующие варианты.

Вариант 1 — ввод в стальной, толстостенной трубе. На всем протяжении от наружной поверхности стены дома до щитка кабель убирается в соответствующую стальную трубу (см. выше).



Это интересно знать.

Такой способ подойдет там, где расстояние от ввода через наружную стену до щитка не слишком велико, не более трех метров. При этом путь кабеля должен пролегать с минимальным количеством поворотов, т. к. протащить жесткий провод большого сечения через изгибы трубы очень сложно.

Вариант 2 — установка на вводе дополнительной защиты. На наружной стене дома, в разрыв кабеля, устанавливается двухполюсный автомат защиты (АЗ) в специальном боксе в пыле-влагозащищенном исполнении не ниже IP-55.



Есть такое правило.

Номинал автомата подбирается на одну ступень больше, чем вводной АЗ в щитовой дома.

Это нужно для того, чтобы, в случае возникновения перегрузки, первым сработала защита в щитовой и не пришлось лезть по приставной лестнице под крышу.

Другой вариант — подобрать АЗ по скорости срабатывания. Допустим, в щиток ставим вводной АЗ с характеристикой

«В», а во вводной бокс того же номинала — «С». Естественно, номинал автомата подбирается и по сечению кабеля, который он призван защищать.

Например, возможно следующее сочетание. Кабель (медь) — 6 мм². АЗ на наружной стене дома — 40 А. АЗ в щитовой — 32 А.

При таком сочетании в доме можно подключить одновременно электроприборы суммарной мощностью в 7 кВт, что более чем достаточно. Такой способ удобен тем, что позволяет установить щиток на большем расстоянии от ввода, протянуть вводной кабель по наиболее логичному пути, избавиться от громоздкой стальной трубы.



Это интересно знать.

Однако следует не забывать, что все равно проходы через стены и перекрытия следует выполнять в стальной оболочке.

Вариант 3 — Установка защиты на столб, от которого производится ответвление. Это разновидность варианта 2. Обычно применяется во вновь подключаемых и реконструируемых дачных поселках. На столб выносятся ограничивающие автоматы защиты и приборы учета (счетчики).

Такой способ подключения удобен, в первую очередь, энергоснабжающей организации (ЭСО), инспектора которой могут контролировать расход электроэнергии, не заходя в дома. Опять же, установка ограничивающего автомата защиты позволяет умерить аппетиты абонентов и расходовать электроэнергию в соответствии с выделенной мощностью.



Это интересно знать.

В этом случае обеспечивается защита всего участка ответвления: от магистрали до щитовой дома.

Однако при сработке аппарата защиты придется вызывать местного электрика или представителя ЭСО, т. к. самостоя-

тельно залезть на столб и открыть ящик, в котором эта защита будет установлена, вы, скорее всего, не сможете. Вызов этот бесплатным не бывает, а размер стоимости услуги зависит от аппетитов исполнителя.

Вводное распределительное устройство (щиток)

Особое внимание следует уделить подбору и монтажу автоматики защиты. Щит большого дома с разветвленной проводкой может насчитывать десятки элементов. Это уже знакомые нам автоматические выключатели и устройства защитного отключения, а также разрядники, ограничители перенапряжений, переключатели фаз, системы включения резервного питания и т. п.

Часто, для того чтобы разгрузить **главный щит** и уменьшить расход кабеля, в коттеджах устанавливают дополнительные, **этажные щитки**. Это позволяет также уменьшить расход кабеля и облегчает управление энергосистемой дома.



Полезный совет.

Не стоит забывать, что основным методом защиты от поражения электрическим током является защитное заземление. Поэтому в обязательном порядке на участке должен быть выполнен контур повторного заземления, а вся распределительная сеть выполняется трехпроводной.

Выбор системы заземления определяется в каждом конкретном случае и зависит от состояния внешней сети.

Стандартный щиток обычно включает в себя:

- ◆ вводной двухполюсный автомат защиты;
- ◆ счетчик;
- ◆ автоматы защитного отключения по группам потребителей;
- ◆ устройства защитного отключения (УЗО).

Кроме того, для сборки щитка понадобятся:

- ◆ DIN-рейка для установки АЗ и УЗО;

- ◆ нулевая и заземляющая (если есть контур защитного заземления) шины;
- ◆ пломбирочный бокс для вводного АЗ;
- ◆ соединительные провода соответствующего нагрузке сечения;
- ◆ кембрик для обеспечения двойной изоляции проводов;
- ◆ соединительная шина.

Количество однополюсных АЗ подбирается зависимости от количества групп потребителей электроэнергии. В стандартных щитках наших скромных квартир таких автоматов обычно два:

- ◆ один защищает линию освещения;
- ◆ другой защищает розеточную линию.



Полезный совет.

В загородном доме логичнее распределить нагрузку по помещениям. Это позволит сэкономить на кабеле и облегчит поиск неисправности в случае ее возникновения.

Например, в стандартном домике 6×6 м планируются следующие зоны: кухня — терраса, спальни 1 этажа, мансарда. Кухня — наиболее энерговооруженная зона. Защищаем ее наиболее мощным из возможных в наших условиях АЗ — 16 А. На линии спален и мансарды можно установить АЗ по 10 А.

Но можно и 16 А, если планируется установка обогревательных приборов. Почему нельзя установить более мощные АЗ? Да потому что защита выбирается по наименее слабому звену в цепи. И если кабель сечением 2,5 мм² может спокойно «пропустить» ток 25 А, то стандартные розетки рассчитаны на ток не более 16 А. Поэтому, чем меньше номинал АЗ, тем надежнее защита и спокойнее сон. Уже вряд ли удастся в одном помещении «воткнуть» сразу несколько мощных электроприборов и таким образом перегрузить сеть.

Как правильно подключать УЗО в распределительном щитке

В описаниях на УЗО пишут, что оно должно быть защищено от сверхтоков. Имеем две схемы распределения входного электричества (рис. 4.7).

Оба варианта схемы включения правильные. Расположение устройств защитного отключения (УЗО) относительно автоматических выключателей (АВ) может быть, как на левом рисунке, так и как на правом.



Это интересно знать.

Оба варианта правильные, если соблюдается защита от сверхтоков, т. е. от перегрева, от превышения расчетной нагрузки.

УЗО выбирается по двум параметрам:

- ◆ номинальный, отключающий дифференциальный ток или ток утечки (в быту применяются УЗО с уставкой 10, 30, 100 и 300 мА);
- ◆ номинальный ток.



Это полезно запомнить.

Номинальный отключающий дифференциальный ток I_{Dn} — это значение отключающего дифференциального тока, указанное изготовителем, при котором УЗО должно срабатывать при заданных условиях.

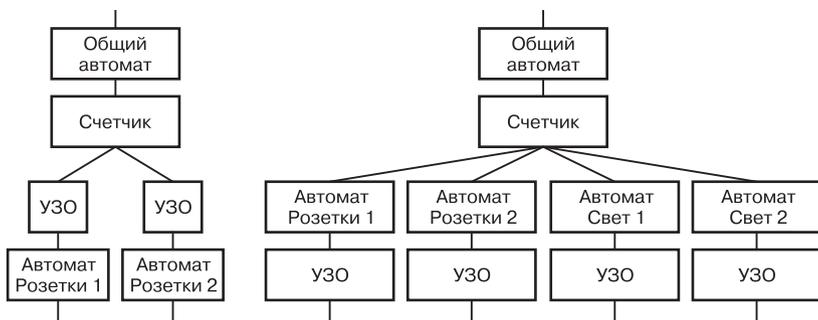


Рис. 4.7. Схемы включения УЗО

В отечественной электротехнической практике и, в частности, в релейной защите применяется термин «*уставка*». Для УЗО это номинальный отключающий дифференциальный ток.

Для защиты человека от поражения током нужно применять УЗО с уставкой не более 30 мА. УЗО с уставкой более 100 мА предназначены для защиты проводки от возгорания при повреждении или старении изоляции («противопожарные УЗО»).

УЗО с уставкой 10–30 мА выполняют одновременно обе задачи — защищают и человека, и проводку. При разветвленной внутренней сети и большой суммарной нагрузке, что характерно для современного дома, недостаточно применить одно УЗО с уставкой, допустим в 30 мА, т. к. возможны ложные срабатывания из-за суммирования незначительных допустимых утечек при работе приборов в штатном режиме.

Поэтому всю проводку защищают одним **противопожарным УЗО**, устанавливаемом сразу после счетчика, а на групповые линии ставят несколько УЗО 30 мА. УЗО с уставкой 10 мА применяют для защиты человека в наиболее опасных помещениях, например, в ванной комнате.



Это полезно запомнить.

Номинальный ток I_n — указанный изготовителем ток, который УЗО может проводить в продолжительном режиме работы при определенной температуре окружающего воздуха, т. е. это ток, который может выдержать УЗО без повреждения.



Есть такое правило.

Номинал автоматических выключателей, установленных в одной цепи с УЗО, должен быть равен или на ступень меньше номинального тока УЗО, т. е. тока, который может «выдержать» УЗО.

Например: АВ на 16 А + УЗО на 16 А или (лучше) 25 А 30 мА. Или 2 АВ по 16 А + УЗО на 32 А или (лучше) 40 А 30 мА.

В любом случае правильнее выбирать УЗО с номинальным током I_n на одну ступень выше, чем у автоматического выключателя, т. к. любой автоматический выключатель при превышении нагрузки срабатывает не сразу. Значит, в течение достаточно длительного времени УЗО будет работать с перегрузкой. Например, при комнатной температуре воздуха АВ на 16 А выключается при токе 24 А через 10–20 мин.

Помимо упомянутых критериев выбора УЗО, следует учитывать то, что УЗО выпускаются электронные и электромеханические, а также с характеристиками А, АС и S. Электронные УЗО зависимы от внешнего питания, но значительно дешевле электромеханических.



Будьте осторожны!

Электронные УЗО (например, УЗО-вилки) допустимо использовать только для защиты отдельных приборов, если в цепи уже есть электромеханическое УЗО.

Наиболее распространенными у нас являются УЗО типа АС. Подобные устройства защищают от утечек переменного тока и подходят для большинства случаев защиты. Однако в быту все больше появляется приборов, при неисправности которых возможны утечки выпрямленных и пульсирующих токов. Это стиральные машины, компьютеры, зарядные устройства и т. п.

УЗО типа АС не способны «отследить» утечку при ряде неисправностей подобных приборов. В этом случае на помощь придут УЗО типа А. Однако они дороже и реже встречаются в продаже.

УЗО типа S — селективные, применяются, если необходимо обеспечить селективность, т. е. последовательность срабатывания устройств защиты. Например, вводной щит расположен на опоре ВЛ или ВЛИ.

**Полезный совет.**

При утечке с какого-либо прибора первым должно сработать УЗО, расположенное в щитовой дома, а УЗО, установленное в щитке на опоре, срабатывает с некоторой задержкой. Таким образом, не придется после выявления неисправности каждый раз подниматься на опору и включать УЗО.

Еще несколько слов об особенностях использования УЗО на деревянной даче. Оно реагирует на возможный ток утечки и защищает нас от поражения электрическим током. Бытует мнение, что в отсутствие защитного заземления УЗО неэффективно, однако это не так. Оно сработает и в этих условиях, но только в момент непосредственного прикосновения к неисправному прибору и, возможно, защитит чью-то жизнь.

**Полезный совет.**

В условиях дачи весьма желательно поставить УЗО на линию уличных розеток, в которые включается техника для обслуживания сада, насос и электроинструмент. Также уместно УЗО на линии бани. Там предполагается контакт с водой, значит, повышена опасность поражения электрическим током.

УЗО — устройство не из дешевых. Поэтому понятно желание потребителя сэкономить. В небольшом хозяйстве можно ограничиться установкой УЗО только на вышеупомянутые линии или установить одно общее УЗО. Но в последнем случае усложнится поиск возможной неисправности. К тому же при длинной, разветвленной электропроводке вероятность ложных срабатываний возрастает.

Подбор и установка УЗО не такая уж простая задача. Важны две характеристики:

- ♦ ток утечки;
- ♦ максимальный ток, который способен пропустить через себя прибор.

По току утечки на даче чаще всего ставят УЗО номиналом в 30 мА. Исключение — особо опасные помещения.

А вот максимальный ток выбирается на ступень выше тока АЗ, защищающего эту линию. Например, АЗ — 10 А — УЗО-16 А, АЗ-16 А, значит УЗО надо брать 20 или 25 А. Если УЗО ставится сразу на все линии, то его номинал подбирается по вводному АЗ.

Например, в приведенном ранее примере водной АЗ — 32 А. Значит, УЗО должно быть рассчитано на ток 40 А.

Существуют еще **дифференциальные автоматы защиты** (дифавтоматы). Это УЗО и АЗ в «одном флаконе», совмещают в себе функции автомата защиты и устройства защитного отключения. Приборы эти весьма дороги, и их установка не всегда оправдана. Распространенный случай — недостаток места в щитке. Отчасти и поэтому на размерах щитка экономить не стоит. Размер следует подбирать с учетом возможности дальнейшего развития, т. к. дачное строительство — процесс бесконечный.



Полезный совет.

Автоматику, наполняющую щиток, следует покупать только проверенных производителей. Эти приборы отвечают за нашу безопасность, экономить не стоит.

Создаем контур заземления

Естественные заземлители. Для того чтобы создать все условия электробезопасности в частном доме необходимо при монтаже новой электропроводки или реконструкции старой в общий план работ включить такие работы как **монтаж контура заземления**. В каких случаях необходимо устраивать **контур заземления**, и как правильно это сделать?



Будьте осторожны!

*Контур повторного заземления, согласно последнему изданию Правил устройства электроустановок (ПУЭ), **обязателен на вводе в любое здание.***

В качестве повторного заземлителя ПУЭ рекомендует использовать в первую очередь т. н. **естественные заземлители** (п.1.7.102). В качестве естественных заземлителей возможно использовать металлоконструкции, перечисленные в п.1.7.109:

- ◆ металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей, в том числе железобетонные фундаменты зданий и сооружений, имеющие защитные гидроизоляционные покрытия в неагрессивных, слабоагрессивных и среднеагрессивных средах;
- ◆ металлические трубы водопровода, проложенные в земле;
- ◆ обсадные трубы буровых скважин.



Будьте осторожны!

«Не допускается использовать в качестве заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и смесей и трубопроводов канализации и центрального отопления», как отмечается в п. 1.7.110 ПУЭ.

Искусственные заземлители. Однако в практике дачного строительства обычно выполняют **искусственные заземлители**, потому что естественных заземлителей просто нет или их использование в этом качестве невозможно по каким-либо причинам. Устройство контура не такая уж простая задача, как иногда представляется.

Контур заземления в частном доме **включает в себя:**

- ◆ вбитые в почву вертикальные заземлители (стальной уголок размерами 50×50×5 мм), соединяющиеся между собой горизонтальными заземлителями (полосовая сталь 40×4 мм);
- ◆ заземляющий проводник (круглая сталь сечением 8–10 мм²), который соединяет контур заземления с электрощитом.

Более точные размеры и материал для заземлителей и заземляющих проводников можно найти в ПУЭ-7, раздел 1.7.4. Технический циркуляр №11/2006 от 16.10.2006, вышедший позднее, «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках» ужесточает требования к минимальным сечениям электродов из черной стали и расширяет номенклатуру электродов.

В документе приводятся сечения электродов из меди, нержавеющей стали, а также с различными покрытиями.



Будьте осторожны!

Запрещено в качестве заземлителей и заземляющих проводников использовать арматуру.

Объясняется это тем, что наружный слой арматуры каленый. Из-за этого распределение тока по сечению нарушается, а также по-другому проходят процессы окисления (быстрее ржавеет).

Контур заземления должен обеспечивать сопротивление растеканию тока не выше установленного нормативной документацией значения.

Следует помнить, что основным фактором является **сопротивление грунта**:

- ♦ на влажной глине или на торфе контур получится относительно небольшим;
- ♦ на песке придется столкнуться с серьезной проблемой.



Будьте осторожны!

Контур заземления рекомендуется расположить на участке в малопосещаемых местах, желательно с северной стороны дома, там, где влажность грунта выше. Расстояние от цоколя фундамента должно быть не менее 1 м.

Создаем контур заземления. После разметки следует выкопать траншею по периметру размеченного нами треугольника глубиной приметно 0,8–1 м и шириной, достаточной для удоб-

ного обваривания, примерно 0,5–0,7 м. В этой траншее будет прокладываться горизонтальные заземлители.

Теперь по вершинам треугольника следует вбить вертикальные заземлители на глубину 2–3 м. Забивать в землю уголки длиной 2–3 м можно обычной кувалдой или мощным перфоратором (вибромолотом) со специальной насадкой, если он есть.

Для облегчения этой работы уголок на конце заостряют, чтобы он лучше входил в землю.

Также можно выкопать или пробурить небольшие колодцы по вершинам треугольника глубиной до 1,5 м, это даст возможность забить уголок в меньший слой земли.



Это интересно знать.

Контур в виде треугольника делать необязательно. Все зависит от внешних условий. Можно располагать горизонтальные заземлители в любом порядке, по окружности или по одной линии. Главное чтобы их количество было достаточным для обеспечения минимального сопротивления заземления.

Все соединения (полосы со стержнями и участков полос между собой) выполняют сваркой, если контур выполняется из черной стали — наиболее доступного материала для этой цели. К качеству сварных соединений предъявляются повышенные требования, шов должен быть достаточной (нормируемой) длины, прочность проверяется ударами молотка весом в 2 кг.

В итоге получается конструкция, представленная на рис. 4.9. Как вариант, рассмотрена схема треугольника.

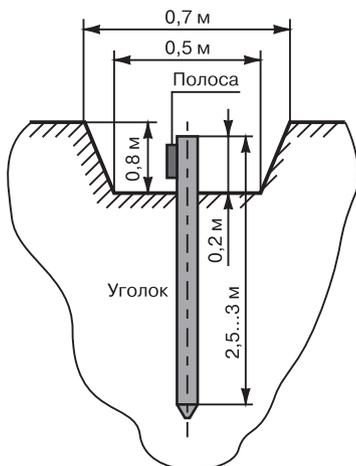


Рис. 4.8. Пример размещения вертикального заземлителя

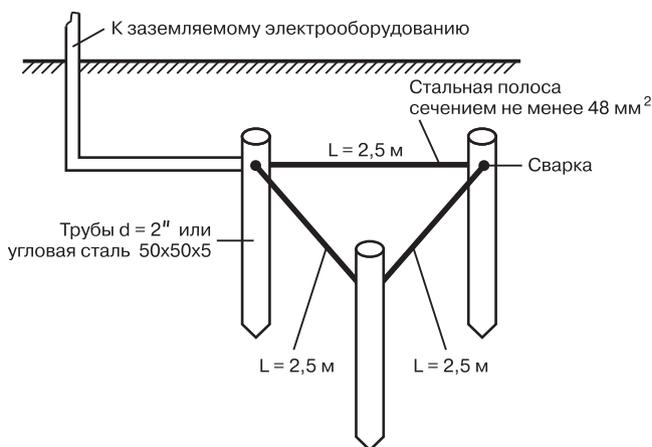


Рис. 4.9. Подземная часть системы заземления



Полезный совет.

После окончания сварочных работ все швы желательно обмазать битумной мастикой для защиты от коррозии.

Конечный участок полосы выводится на поверхность земли (рис. 4.10). Идеально, если есть возможность довести полосу непосредственно до вводного щита и закрепить на ГЗШ (главной заземляющей шине). Полоса с точки зрения эффективности подойдет лучше, чем проволока, так как площадь прикосновения ее с землей будет больше. Однако стальную полосу сложнее прокладывать в местах перегиба траншеи, потому что согнуть ее труднее чем стальную проволоку.

Но в реальных условиях это сделать бывает не всегда возможно, ввиду удаленности щита от выхода контура заземления. Поэтому к полосе крепят медный провод минимальным сечением 10 мм².

В конце полосы сверлятся одно или (лучше) два отверстия, в которые ввариваются болты. Провод надежно прикручивается к полосе в этих точках гайками через шайбы. Место соединения также защищается от коррозии водостойкой, консистент-

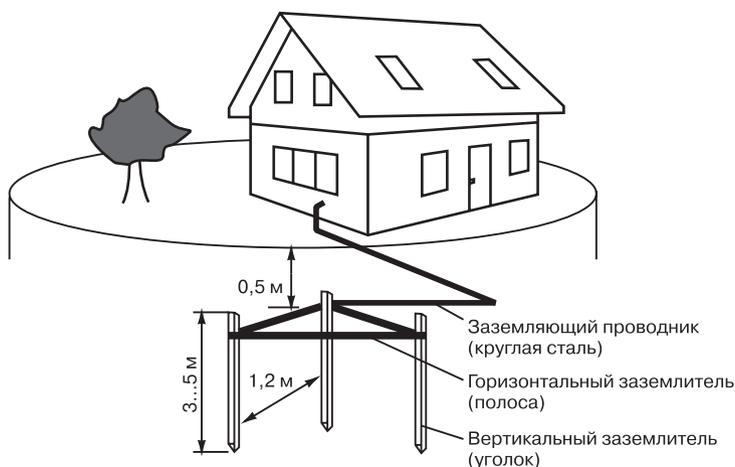


Рис. 4.10. Система заземления, подведенная к дому

ной смазкой. Если соединение выполнено вне помещения, то оно помещается в герметичный бокс (распаечную коробку).



Полезный совет.

Видимый участок полосы желательно окрасить водостойкой краской.

Далее траншея закапывается, грунт трамбуется и уплотняется. Желательно грунт сортировать. Непосредственно полосу лучше засыпать грунтом, имеющим меньшее удельное сопротивление.

Традиционный контур не лишен ряда **недостатков**.

Верхний слой грунта, где он размещается, подвержен сезонным колебаниям удельного сопротивления. Поэтому, например, в сильные морозы зимой или после долгого засушливого периода летом его параметры могут ухудшиться до недопустимых значений.

Кроме того, выполненный из черной стали, он быстро корродирует, его срок службы относительно невелик.



Это интересно знать.

Чем лучше параметры грунта для устройства контура (ниже сопротивление), тем быстрее будет разрушаться традиционный контур.

Глубинный заземлитель

Для устройства традиционного контура требуется много места на участке, велик объем земляных работ. Большинство перечисленных недостатков лишен **глубинный заземлитель** (модульно-штыревая система заземления). Глубинные заземлители изготавливаются в промышленных условиях из омедненной стали и представляют собой комплект элементов. Срок службы подобно заземлителя достигает 30 лет.



Рис. 4.11.
Конструкция стержня модульно-штыревого глубинного заземлителя

Он обеспечивает стабильные значения сопротивления растеканию тока в любое время года из-за забивания вертикальных электродов на большую глубину — до 30 м. Однако стоимость материалов и работ по устройству подобного заземлителя выше, чем традиционного.

Но если сравнивать срок службы, высокую надежность, отсутствие необходимости проводить регулярный контроль, то окажется, что затраты вполне себя окупают.

Конструкция заземлителя, состоящего из отдельных стержней $\varnothing 16$ мм, соединенных посредством резьбовых муфт представлена на рис. 4.11.

Специальная упрочненная сталь позволяют использовать их как глубинные, с возможностью погружения на глубину порядка 20 м, задействуя при этом глубинные слои грунтов с низким удельным сопротивлением. Это способствует быстрому достиже-

нию нормированных значений сопротивления заземляющих устройств.

Материал и конструкция заземлителя устойчивы к коррозии благодаря защитному цинковому покрытию, полученному методом горячего оцинкования, что обеспечивает долговечность заземляющего устройства в течение всего срока эксплуатации электроустановки.

Заземлитель в сборе представляет собой совокупность отдельных стержней, соединенных между собой посредством муфт, погружаемых на глубину от 1,5 м до 20 м в зависимости от требуемого значения сопротивления заземления. Коррозионная стойкость обеспечивается защитой стержней цинковым покрытием, получаемым методом горячего оцинкования толщиной не менее 80 мкм. Для погружения стержней в грунт используется виброударный инструмент с энергией удара в пределах 25–50 Дж.

Что нужно сделать после устройства контура заземления

После окончания работ по устройству контура необходимо провести замеры. Требуется с помощью приборов убедиться, что контур укладывается в параметры, установленные нормативной документацией. Такие измерения, если требуется официальное заключение, выполняются лицензированной электролабораторией. На контур выдаются:

- ◆ паспорт;
- ◆ протокол испытаний;
- ◆ акт скрытых работ;
- ◆ акт приемки в эксплуатацию.

Следует понимать, что контур заземления является лишь одной из составных частей безопасности электроустановки в целом, которая, согласно ПУЭ, применительно к жилым помещениям выполняются по системам TN-C-S или TT (см. гл. 2 этой книги).

Подключение в электрощите дома при наличии контура заземления

Как правило, электропитание в частных домах осуществляется воздушными линиями с системой заземления TN-C. В такой системе нейтраль источника питания заземлена, а к дому подходят фазный провод L и совмещенный нулевой защитный и рабочий провод PEN (рис. 4.12).

После того как в доме произведен монтаж собственного контура заземления необходимо произвести его подключение к электроустановкам дома. Сделать это можно двумя способами:

- ♦ или переделать систему TN-C на систему заземления TN-C-S;
- ♦ или произвести подключение дома к контуру заземления по системе TT.

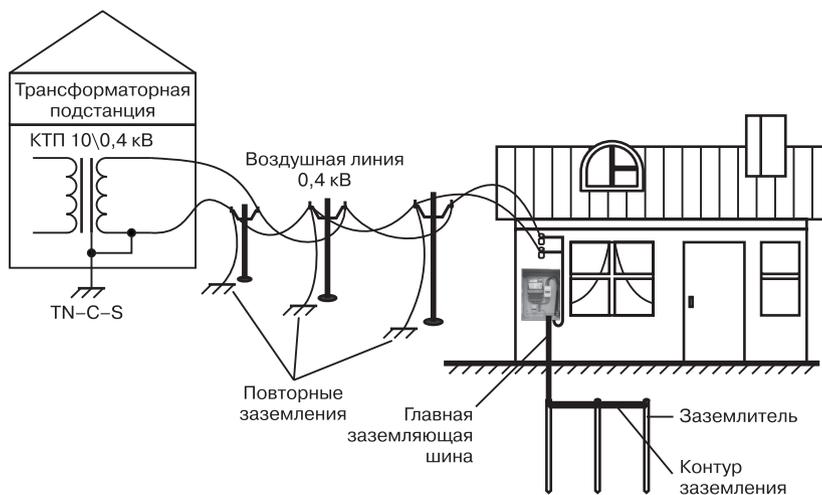


Рис. 4.12. Упрощенная схема подключения дома

Подключение дома к контуру заземления по системе TN-C-S

Как отмечалось ранее (гл. 2) в системе заземления TN-C не предусмотрено отдельного защитного проводника, поэтому в доме переделываем систему TN-C на TN-C-S. Осуществляется это разделением в электрощите совмещенного нулевого рабочего и защитного PEN проводника, на два отдельных, рабочий N и защитный PE (рис. 4.13).

Для этого устанавливаем в щите шину, которая металлически связана с щитом. Это будет шина заземления PE. К ней будет подключаться PEN проводник со стороны источника питания.

Далее от шины PE идет перемычка на шину нулевого рабочего проводника N.

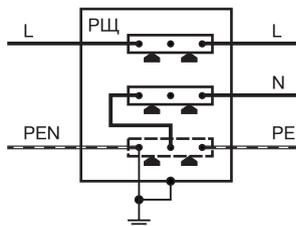


Рис. 4.13. Расщепление PEN проводника и преобразование системы TN-C на TN-C-S



Будьте осторожны!

Шина нулевого рабочего проводника должна быть изолирована от щита. А фазный провод подключается на отдельную шину, которая тоже изолирована от щита.

После всего этого необходимо соединить электрощит с контуром заземления дома. Это делается с помощью медного многожильного провода, один конец провода соединяем с электрощитом, другой конец крепим к заземляющему проводнику с помощью болта на конце, который для этой цели и был специально приварен.

Подключение дома к контуру заземления по системе TT

Для такого подключения не нужно проводить никаких разделений PEN проводника. Фазный провод подключаете к изо-

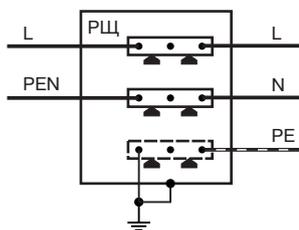


Рис. 4.14. Подключение дома к контуру заземления по системе TT

лированной от щита шине (рис. 4.14). Совмещенный PEN проводник источника питания подключаем к шине, которая изолирована от щита. А в дальнейшем считаем PEN просто нулевым проводом. Затем подключаем корпус щита к контуру заземления дома.

Как видно из схемы, контур заземления дома не имеет никакой электрической связи с PEN проводником.



Это интересно знать.

Подключение заземления по системе TT имеет несколько преимуществ по сравнению с подключением по системе TN-C-S.

Случай 1. В системе TN-C-S при отгорания PEN проводника со стороны источника питания все потребители будут подключены к вашему заземлению. А это чревато многими негативными последствиями. А в системе TT заземление не будет иметь связи с PEN проводником. Это гарантирует нулевой потенциал на корпусе ваших электроприборов.

Случай 2. Случается, когда на нулевом проводнике из-за неравномерной нагрузки по фазам (перекос фаз) появляется напряжение, которое может достигать значений от 5 до 40 В. И когда есть связь между нулем сети и защитным проводником, на корпусах вашей техники также может возникать небольшой потенциал. Конечно, при возникновении такой ситуации должно сработать УЗО.

Из рассмотренных способов подключения контура заземления дома можно сделать вывод, что система TT в частном доме более безопасна по сравнению с системой TN-C-S. Недостатком использования системы заземления TT является ее дороговизна. То есть, при применении системы TT обяза-

тельно должны устанавливаться такие защитные устройства как УЗО, реле напряжения.



Вывод.

Выполнение только контура заземления не является исчерпывающей мерой. В электроустановке важна каждая деталь. Только комплексное соблюдение нормативов обеспечивает высокий уровень безопасности.

Внутренняя проводка в деревянном доме

Проводку в деревянных домах, как правило, выполняют **открытой**. Хотя возможна и скрытая проводка, но для того, чтобы выполнить ее с учетом всех норм безопасности потребуются немалые средства, что не всегда оправданно. Рассмотрим практически все возможные варианты.

Вариант 1. Проводка открытым (в т. ч. и незащищенным) кабелем. Для стационарной проводки лучше всего использовать жесткие (однопроволочные) кабели в двойной или даже тройной изоляции.



Будьте осторожны!

Изоляция должна быть изготовлена из материалов, не распространяющих горение.

Таковыми кабелями являются ВВГнг (рис. 4.6) или NYM (рис. 4.15).

Кабели силовые для стационарной прокладки NYM-O, NYM-J на 300/500В созданы с медными токопроводящими жилами, с ПВХ изоляцией, с заполнением из мелонаполненной резиновой смеси, в оболочке из ПВХ пластика.

Применяются для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках на номинальное переменное напряжение 300/500 В частоты 50 Гц. Для прокладки в сухих,



Рис. 4.15. Внешний вид кабеля NYM

влажных и мокрых помещениях под и над штукатуркой, непосредственно в бетоне (за исключением уплотненного), в каналах и трубах. Разновидности кабелей NYM представлены в табл. 4.1.

Разновидности кабелей NYM

Таблица 4.1

Число жил и номинальное сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм	Число жил и номинальное сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм
NYM-O		4×4	14,6
2×1,5	9,4	4×6	16,1
2×2,5	10,8	4×10	19,5
NYM-J		5×1,5	11,5
3×1,5	9,9	5×2,5	13,3
3×2,5	11,4	5×4	16
3×4	13	5×6	17,5
4×1,5	10,7	5×10	21,3
4×2,5	12,3	7×1,5	12,6



Будьте осторожны!

При прокладке кабеля NYM вне помещений не допускается воздействие солнечных лучей.

Коротко о конструкции. **Токопроводящая жила** — медная проволока класса 1. **Изоляция** поливинилхлоридный пластикат ПВХ. Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную расцветку.



Это интересно знать.

Кабель марки NYM-O выпускается без желто-зеленой жилы, а NYM-J — с желто-зеленой жилой.

Скрутка — изолированные жилы одинакового сечения двух-, трех-, четырех-, пяти- и семижильных кабелей скручены. **Заполнение** — мелонаполненная резиновая смесь. **Оболочка** — ПВХ пластикат не распространяющий горение.

Приведу основные характеристики кабелей NYM.

- ◆ Испытательное переменное напряжение частотой 50 Гц: 2000 В.
- ◆ Макс. допустимая температура нагрева жил при эксплуатации: +70°C.
- ◆ Макс. допустимая температура нагрева жил при токах К.З.: +160°C.
- ◆ Относительная влажность воздуха при температуре до +35°C: до 98%.
- ◆ Температурный диапазон: эксплуатации: от -40°C до +70°C прокладки и монтажа: не ниже -15°C.
- ◆ Радиус изгиба кабелей при прокладке и монтаже: не менее 4-х наружных диаметров кабеля.
- ◆ Строительная длина кабелей: не менее 50 м.
- ◆ Срок службы кабелей: не менее 30 лет.



Это интересно знать.

Кабели ВВГнг и NYM допускается крепить электротехническими скобами непосредственно к поверхности в том случае, если сечение жилы не превышает 6 мм² и прокладка ведется одиночным кабелем.

Если применить кабель в обычной изоляции (например, весьма распространенный ПУНП), то необходимо:

- ◆ или устанавливать под кабель прокладку из негорючего материала (металла или асбеста) таким образом, чтобы она выступала не менее чем на 10 мм с каждой стороны;
- ◆ или обеспечить соблюдение воздушного зазора не менее 10 мм от горючего основания (рис. 4.16).

Последний вариант похож на «древний» способ устройства электро-

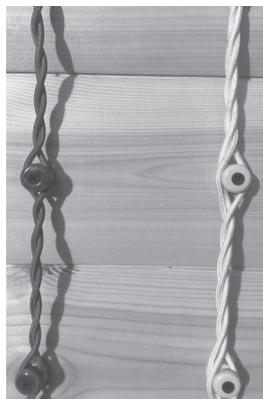


Рис. 4.16. Проводка открытым способом в стиле «ретро»



Рис. 4.17. Потолочная проводка на керамических роликах

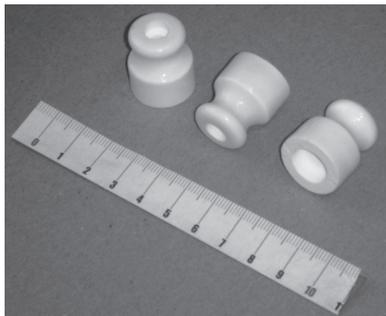


Рис. 4.18. Керамические ролики

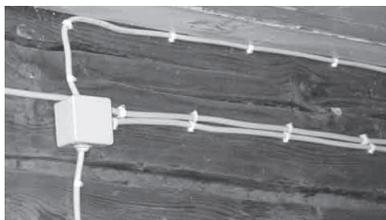


Рис. 4.19. Проводка открытым способом с использованием электротехнических скоб

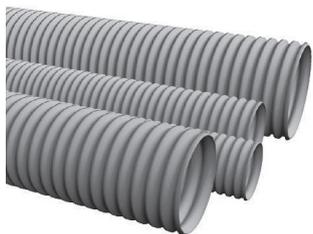


Рис. 4.20. Варианты пластиковых гофрированных гибких трубок

проводки витым проводом (рис. 4.17) на керамических роликах (рис. 4.18).

К сожалению, ни ролики, ни витой провод сейчас достать практически невозможно. Тем не менее, берусь утверждать, что проводка, выполненная и качественным кабелем в негорючей изоляции без всякой подкладки, будет вполне надежна (рис. 4.19).

Этот способ самый дешевый. Существенным недостатком следует считать только весьма спорный внешний вид, особенно в тех местах, где приходится параллельно прокладывать сразу несколько кабелей.

Вариант 2. Проводка в электротехнической гофрированной трубе. Способ во многом похож на вышеописанный. Разница состоит в том, что кабель затягивают в пластиковую гофрированную гибкую трубку (рис. 4.20).



Будьте осторожны!

Такие трубы должны быть изготовлены из материалов, **нераспространяющих горение** и иметь соответствующую



Рис. 4.21. Так выглядит клипса для электромонтажа



Рис. 4.22. Монтаж с использованием гофрированных трубок

ций сертификат. Монтаж в обычных (горючих) трубах ПВХ по деревянным основаниям категорически запрещен!

Трубы крепят специальными клипсами (рис. 4.21). В одну трубку можно затянуть сразу два и больше кабелей. Проводка выглядит аккуратнее, но до идеала и здесь далеко, т. к. все это напоминает некоторое производственное помещение (рис. 4.22).



Это интересно знать.

Если потребуется перетяжка, то придется снимать проводку целыми кусками и заменять, что не всегда удобно.

С точки зрения безопасности такой способ предпочтительнее, т. к. обеспечивается повышенная защита от механических повреждений. К тому же обеспечивается некоторый воздушный зазор от горючей поверхности. Разновидностью данной проводки является проводка в жестких пластиковых трубах.

Вариант 3. Проводка в кабель-каналах или электротехнических коробах. Кабели укладываются в пластиковые короба (кабель-каналы) и закрываются защелкивающимися крышками. Кабель каналы выпускаются любых размеров (рис. 4.23) и разных цветов.

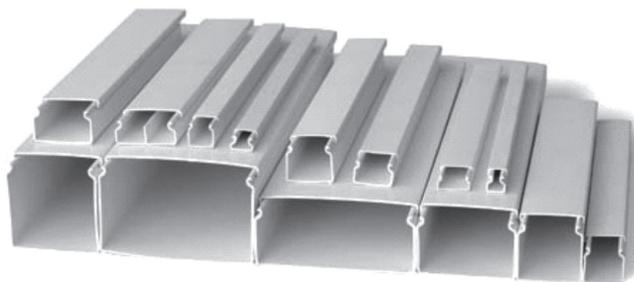


Рис. 4.23. Варианты кабель-каналов



Будьте осторожны!

*Кабель-каналы должны быть изготовлены из пластика, **не распространяющего горение**, и иметь соответствующий сертификат.*

Аккуратно установить короба не так уж просто. Требуется навык и хороший инструмент. К тому же прямые линии коробов подчеркивают такую обычную в наших постройках кривизну стен и потолков.

Поэтому требуется еще и «продвинутое» пространственное видение, чтобы электропроводка выглядела эстетично и даже украшала помещение. Важным преимуществом является то, то в будущем достаточно легко можно произвести изменения, добавить кабели, изменить конфигурацию, установить дополнительные розетки и выключатели (рис. 4.24).



Рис. 4.24. Проводка в кабель-каналах



Это интересно знать.

Дачный домик — он как живой организм. Всегда хочется что-то изменить, пристроить, перестроить. Удобно,

если можно также быстро нарастить проводку, не влезая в серьезные траты и не производя коренных переделок.

Сейчас в продаже есть коробка самых разных размеров. Можно подобрать их и по цвету. Выпускаются дополнительные элементы: углы внутренние и наружные, стыки, отводы, заглушки. Наличие такой фурнитуры заметно облегчает монтаж, позволяет скрадывать возможную кривизну стен. Однако и здесь не обходится без «подводных камней».



Будьте осторожны!

Короба плохо «живут» на стенах, обшитых непросохшей вагонкой. В результате коробления дерева они могут искривляться, стыки расширяются. Поэтому такую проводку следует вести после того, как дерево хорошо высохнет.

Этот способ прокладки кабеля является наименее бюджетным из уже рассмотренных, но, по совокупности качеств, наиболее предпочтительным.

Несколько слов о цвете и фактуре. Велико желание владельца дачи, чтобы было «все красиво». И начинается подбор кабель-каналов по цвету. Не всем нравится белый цвет. Тем более, и производители идут навстречу покупателям. Но кабель-каналы это еще не все. Будет нужно подобрать электроустановочные изделия — выключатели, розетки, распаечные коробки.

И вот тут начинаются проблемы. Выбор оказывается небольшим. Предлагаемые элементы могут не соответствовать суровым требованиям, предъявляемым к монтажу по стораемым конструкциям. Допустим, усилия принесли успех. Все удалось подобрать так, как хотелось. Но прошло время... Захотелось изменить обстановку, что-то перестроить, установить отопительные приборы... Да просто, передвигая мебель, зацепили выключатель и сломали его. Возникла необходи-

мость частично переделать или отремонтировать проводку. И вот она — незадача. Никак не удается подобрать в цвет. Производители тоже внесли изменения в линейки выпускаемой продукции. Что же, переделывать все?



Полезный совет.

Подумайте об этом заранее. Не гонитесь за оригинальностью. Поставьте на первое место функциональность и практичность. Белый цвет не так уж плох. Всегда будут производиться коробка и электроустановочные изделия белого цвета, выбор их будет велик.

Вариант 4. Скрытая проводка в деревянном доме. В подавляющем большинстве источников на данную тему скрытая проводка по сгораемым конструкциям не рекомендуется. Но, тем не менее, сделать ее можно, при этом соблюдая все требования по безопасности. И, если «красота требует подобных жертв», а средства позволяют, то нет ничего невозможного (рис. 4.25).

Скрытый способ

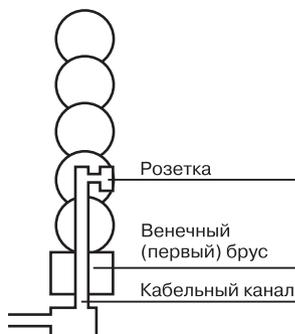


Рис. 4.25. Принцип создания скрытой проводки в доме из бревен



Будьте осторожны!

Основным требованием нормативных документов является необходимость обеспечения пожарной безопасности. Т. е. кабель должен быть заключен в оболочку, локализующую горение.

Во-первых, этой оболочкой может являться **стальная труба**. В случае возможного возгорания такая труба обеспечит нераспространение огня на ограждающие конструкции. Внутри труба должна быть оцинкована или окрашена. Это нужно для того, чтобы стенки ее не ржавели. Все повороты выполняются

на резьбе или сваркой. Все выходы из труб оформляются пластиковыми вставками, предохраняющими изоляцию кабеля от контакта с острой кромкой.

Трубы укладываются с незначительным наклоном, обеспечивающим вытекание возможного конденсата (ГОСТ Р 50571.15-97 (МЭК 364-5-52-93): п. 522.3.2 «*Следует предусматривать возможность удаления воды или конденсата в местах, где они могут скапливаться*». ПУЭ 7-е издание п.п. 2.1.63.). Естественно, что распаечные коробки, выключатели, розетки устанавливаются в металлические установочные коробки.

Во-вторых, существует другой способ скрытой прокладки кабеля — по намету штукатурки. Причем толщина ее должна быть не менее 10 мм со всех сторон. В этом случае проводка немногим отличается от скрытой проводки в каменных домах. Правда есть проблема, как соблюсти рекомендации ПУЭ о сменяемости электропроводки.

Проложить кабели в гофре, а уже их потом замонолитить в штукатурку? Формально требование будет выполнено, но уверяю вас, что перетянуть впоследствии жесткий провод не получится. Этот второй способ прокладки кажется более простым. Но это не так. Что будет с штукатуркой по прошествии некоторого времени? Как она будет держаться? Не появятся ли трещины?



Будьте осторожны!

На некоторых сайтах электротехнических компаний можно встретить фотографии работ по монтажу скрытой электропроводки в деревянных зданиях, где провода уложены в жесткие пластиковые электротехнические трубы или гофру, а затем скрыты под обшивкой. Значит можно и так? Нет! Категорически нельзя!

Монтажники идут на явное нарушение установленных правил, соблазнившись легкостью выполняемых работ. Заказчику и невдомек, что в доме заложена «мина замедленного дей-

ствия» и когда «рванет» никому не известно. А может быть и не рванет?.. Вот что сказано в табл. 14.2 СП 31-110-2003 о способ выполнения групповых сетей для зданий из деревянных и других конструкций, из горючих материалов не ниже группы горючести ГЗ по СНИП 21-01:

«Открыто допускается проводить в коробах, специальных коробах, удовлетворяющим требованиям НПБ-246. Допускается прокладка одиночным кабелем с медными жилами, сечением не более 6 мм², не распространяющим горение, без подкладки. Скрыто допускается проводить: в металлических трубах — кабелями и изолированными проводами; под слоем штукатурки — кабелем, не распространяющим горение, по намету штукатурки».

Особенности создания открытой проводки в доме из бревен

Открытая проводка, рассмотренная выше, — простейший вариант проводки, сочетающий в себе максимум безопасности при минимуме затрат. Во главу угла при ее применении ставится функциональность. Эстетика отходит на второй план.

Конечно, возможно выполнить открытую проводку максимально аккуратно, так, что она не будет сильно бросаться в глаза. Но не всем нравятся кабель-каналы на стенах. Некоторые пытаются применить цветные электроустановочные изделия, использовать короба коричневого цвета или «под дерево».



Это интересно знать.

К сожалению, выбор подобных изделий невелик, качество далеко не всегда соответствует, производители не обеспечивают необходимый ассортимент фурнитуры: углов, поворотов, стыков, заглушек.

Без них аккуратно установить кабель-каналы сложно, со временем из-за подверженности дерева набуханию и усыханию, стыки расширяются, короба несколько смещаются —

проводка перестает выглядеть аккуратно. Есть и совсем неудобные случаи: как, например, установить короба на бревенчатые стены, на стены, обшитые модным сейчас блокхаузом или обитые обрезной доской «внахлест»? Отказаться от кабель-каналов? Просто прибить к стенам провод скобочками?

Однако не каждый кабель будет смотреться эстетично. Большинство кабелей ВВГнг имеют изоляцию черного цвета, NYM — серого. Как такая «цветовая гамма» будет сочетаться с цветом дерева? А как быть в ситуации, если рядом нужно проложить сразу несколько кабелей? В современном, насыщенном электроприборами доме, количество кабелей, проложенных параллельно, может местами достигать нескольких десятков!



Это интересно знать.

Не стоит забывать, что возможность прокладки кабелей непосредственно по основанию без механической защиты рассматривается несколько спорно в нормативной документации.

Так, СП 31-110-2003 допускают открытую прокладку по горючему основанию без подкладки только «*одиночным кабелем с медными жилами сечением не более 6 мм² не распространяющим горение*».

Значит, провести два кабеля рядом нельзя? Или нельзя их крепить одной скобой, как порой принято? А если вести их на некотором расстоянии друг от друга и таких кабелей будет не два, а пять, десять, больше, то во что превратится стенка? Но ПУЭ требуют выполнять открытую проводку в жилых помещениях «*в электротехнических плинтусах, коробах и т. п.*» (п. 7.1.37).

Можем ли мы считать «и т. п.» допущением вести открытую проводку непосредственно кабелем по стенам или на роликах, допускаемых табл. 2.1.2? Но в разделе «Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки» ПУЭ идет речь об электропроводах вообще, а в гл. 7 ПУЭ об электропроводах в специальных помещениях, к которым

относятся в т. ч. и жилые помещения. Таким образом, вероятно, следует трактовать пресловутое «и т. п.» не как непосредственную прокладку кабелей по стенам, а прокладку в жестких и гибких электротехнических трубах, металлорукаве...



Будьте осторожны!

Кабели, проложенные по стенам жилых помещений, должны быть обязательно защищены от возможных механических повреждений.

Реально существует проблема подбора электроустановочных изделий для открытой проводки. Ассортимент розеток и выключателей для открытой проводки весьма ограничен. Большинство солидных производителей поддерживают его только для самых дешевых серий.

В этих сериях нет многих удобных «примочек», которые есть в сериях среднего и высокого ценового диапазона. Например, нет программируемых диммеров, перекрестных выключателей, позволяющих управлять светом из трех и более мест, нет различных таймеров и т. п. Ограничена цветовая гамма изделий, применяемый материал — недорогой пластик. И хотя качество изделий у солидных производителей высокое, они далеко не всегда могут удовлетворить вкус придирчивого покупателя.

Из того, что сейчас представлено на нашем рынке могу отметить: «Этюд» (выпускает завод Шнайдер Электрик в Питере); «Wessen» — тоже недавно приобретен Шнайдер Электрик; «Elyo» — бывшая самостоятельная шведская фирма, приобретена Шнайдер Электрик; Simon (Испания); Корр (Германия).

Помимо этих изделий на рынке представлены турецкие и российские розетки и выключатели для наружного монтажа, но их качество заметно уступает вышеназванным сериям.



Это интересно знать.

Широко известные у нас фирмы Legrand и ABB изделий для наружного монтажа не выпускают, кроме специальных, устанавливаемых во влажных и пыльных помещениях.

Правда, у большинства производителей имеются в ассортименте подъемные коробки (обычно весьма ограниченной гаммы цветов), позволяющие смонтировать изделия для скрытой установки в кабельные системы, но такое сочетание смотрится на деревянных стенах весьма спорно.

Опять же, не всем нравится, что изделия для наружного монтажа далеко выступают от стены, что увеличивает вероятность их повреждения, особенно в местах проходов и затрудняют размещение мебели. Таким образом, открытая электропроводка далеко не всегда может соответствовать придирчивым вкусам пользователей. Давайте обсудим далее скрытую проводку.

Особенности создания скрытой проводки в доме из бревен

К скрытой проводке по сгораемым конструкциям российская нормативная документация предъявляет еще более жесткие требования, которые порой кажутся невыполнимыми. Вариантов здесь, как отмечалось выше, всего два:

- ♦ прокладка кабелей в глухих металлических коробах или металлических трубах;
- ♦ прокладка кабелей в негорючей штукатурке, которая должна окружать кабель со всех сторон слоем не менее 10 мм (табл. 14.2 СП 31-110-2003, ПУЭ: табл. 2.1.3).

Такое жесткое требование ПУЭ кажется невыполнимым, т. к. с точки зрения неспециалиста превращает дом в «водопровод», по которому должны идти провода. Опять же, никому не придет в голову укрыть красивую вагонку слоем цементного или гипсового раствора. Отсюда возникают домыслы по поводу завышенных требований.

«Что может произойти с кабелем в неподдерживающей горение изоляции, защищенным современной автоматикой, проложенным неразрывно от щитка до розетки?» — так рас-

суждают некоторые «специалисты от электрики», расписываясь в своей несостоятельности.

Они протягивают кабели по перекрытиям в гофре, запикивают провод под плинтуса, прячут их под «обналичку» окон и дверных коробок, втолковывая несведущему клиенту, что именно так и следует поступать.

Однако следует рассмотреть, по крайней мере, два неблагоприятных развития сценария, которыми, видимо, руководствовались разработчики нормативной документации, устанавливая столь жесткие требования.

Сценарий 1. Грызуны. В перекрытиях и в стенах деревянных домов возможно появление мышей и крыс. Эти весьма неприятные «спутники» человека почему-то любят грызть пластиковую изоляцию проводов. Доводилось извлекать из стен провода, изоляция которых на несколько метров была изъедена. Она несла на себе отчетливые следы зубов. Местами изоляция отсутствовала совсем, и короткое замыкание могло произойти в любой момент. Даже, если защитная автоматика отработала бы безупречно, в месте короткого замыкания на доли секунды произошла бы мощная вспышка, способная поджечь древесную пыль, труху, паклю — да мало ли быстро воспламеняемого материала накапливается со временем в стенах и перекрытиях.

Сценарий 2. Дерево, как известно, «дышит». На это влияет изменение влажности воздуха. Все мы сталкивались с заклинившими дверьми и окнами зимой и весной, когда влажность воздуха увеличивается. Кроме того, дома подвержены некоторой осадке. В кабеле могут возникнуть опасные напряжения, способные привести к его повреждению или обрыву. Дальнейшее развитие событий уже рассмотрено в сценарии 1.



Это интересно знать.

Если кабель помещен в негорючую среду, то дальнейшего распространения огня не произойдет. Максимум, чем мы рискуем, — не будет света в отдельных помещениях или перестанут работать одна или несколько розеток.

Некоторые монтажники используют для скрытой прокладки кабелей **металлорукав**, считая его гибкой металлической трубой. Однако в нормативной документации нигде не встречается допущение использования металлорукава в качестве металлической трубы. Думаю, объясняется это тем, что он не является «глухим».

Уплотнение обеспечивается хлопчатобумажной нитью, прекрасно поддерживающей горение (тип РЦ-Х). Желающие могут произвести эксперимент — вытащить уплотняющий шнур и поджечь зажигалкой. Результат развеет все сомнения. Выпускается еще металлорукав с асбестовым уплотнением (тип РЦ-А). Но он распространен крайне незначительно. В продаже трудно обнаружить металлорукав с асбестовой нитью только большого диаметра.



Вывод.

Таким образом, использовать металлорукав для скрытой прокладки кабелей в горючих конструкциях согласно действующей нормативной документации недопустимо.

Технология выполнения скрытой проводки в доме из бревен

Как проводка должна быть выполнена «в теории» понятно. Но как соблюсти столь жесткие требования на практике? Рассмотрим технологию выполнения этих не таких уж простых работ.

Вариант 1. Комбинирование кабель-каналов и электроустановочных для скрытой проводки. Магистральные линии в этом варианте прокладываются в коробах вдоль потолочного или напольного плинтусов. Ответвления к розеткам и выключателям выполняются невысоким кабель-каналом, торец которого закрывается заглушкой.

Электроустановочные изделия монтируются в **металлические подрозетники**. Под них предварительно забуриваются

отверстие коронкой по дереву. Такой вариант, сочетающий открытую прокладку кабелей, розетки и выключатели для скрытой установки, позволяет до бесконечности расширить ассортимент последних и уменьшить глубину выступающих частей.



Полезный совет.

Как вариант, можно поместить магистрали в соседних помещениях, где не так важна эстетика, пробурить оттуда стену, заложить стальную втулку, установить металлический подрозетник и выполнить скрытую установку розеток и выключателей на стенах «парадной» комнаты.

Вариант 2. Скрытые магистрали и ответвления в кабель-каналах. Магистральные линии прокладываются в перекрытиях. Для этого иногда используются металлические трубы. Из-за необходимости выполнять повороты, часто используют медные трубы, цена которых зашкаливает все разумные пределы.



Полезный совет.

Желательно использовать глухие металлические лотки с крышками, специально предназначенные для этой цели.

Промышленность выпускает подобные лотки разных размеров. В широкие можно уложить десятки кабелей. Лотки изготавливаются из оцинкованной стали. Толщина стенок значения не имеет, т. к. для медных кабелей сечением до 2,5 мм² этот параметр не нормирован.



Полезный совет.

Желательно предварительно затянуть кабели в гофру или защитить места поворотов и возможных контактов изоляции кабеля с острыми металлическими кромками гофры или хлорвиниловой трубкой.

Укладка металлических лотков — операция непростая. Необходима частичная подрезка балок перекрытий с после-

дующим их усилением, обход несущих конструкций, зачистка острых кромок, заделывание торцов. Для выполнения всех этих операций требуется разнообразный инструмент и навыки жестяных работ.

Лотки скрепляются между собой клепками или на болтах с гайками. После укладки в них кабелей выполняется **заземление металлических конструкций**. Для этого протягивается заземляющий провод, надежно прикрученный к каждой части лотков винтом с гайкой. К трубкам заземляющий провод крепится с помощью стальных хомутов. Ответвления к розеткам и выключателям выполняются через отверстия со стальными втулками в перекрытиях обычным пластиковым коробом.

На ровных стенах особых проблем нет, а вот на бревне необходимо создать площадку для установки кабель-каналов и электроустановочных изделий. Для того чтобы выпилить такую опору из предварительно выструганной и отшлифованной доски, ее предварительно размечают специальным инструментом, который у старых мастеров назывался **обвалочкой**. В продаже такого инструмента нет — его придется изготовить самим.

Вариант 3. Полностью скрытая проводка в бревенчатом доме. Этот случай самый сложный. Он кажется невозможным неискушенному мастеру. Магистраль, как во втором варианте, выполняются в перекрытиях, в металлических лотках. А вот с подъемами ситуация сложнее. Наиболее простым и очевидным выглядит размещение выключателей. Т. к. они обычно располагаются рядом с дверью, подъем можно скрыть дверной коробкой.



Будьте осторожны!

Однако недостаточно просто скрыть провод под наличник. Необходимо в торце бревен, выпилить торцом бензопилы или электропилы паз, в котором размещается металлическая трубка.

В этом случае, по удобству использования, вне конкуренции медь. Т. к. медная трубка используется весьма ограниченно, то на общую цену это сильно не влияет. В трубку закладывается провод, после чего она изгибается «по месту» с помощью трубогиба.

В стене бурится коронкой отверстие под металлический подрозетник. Паз в торце бревен соединяется отверстием большого диаметра с подрозетником. Все изгибы должны быть плавными, иначе медная трубка передавит провод.



Это интересно знать.

Самое кропотливое — выполнение ровной площадки под рамку электроустановочного изделия. Иначе выключатель встанет с перекосом.

С розетками ситуация сложнее. Их размещают там, где удобно пользователю, поэтому нелогично размещение большинства розеток рядом с дверными проемами. Вот один из способов: для подвода к розетке в нижележащих бревнах пропиливается паз. В него закладывается трубка с проводом. Затем из доски нужной ширины изготавливается заглушка. Ее плотно загоняют в паз, опиливают и зашлифовывают. Желательно, перед установкой заглушку смазать столярным клеем. Все сколы и неровности зашпаклевывают шпаклевкой по дереву в цвет древесины. После высыхания шпаклевки, шлифовку повторяют.

На торце доски можно подрисовать рисунок волокон бревна — тогда после покрытия стен лаком или пропиткой место подводки кабеля будет практически незаметным. Подобная работа требует высокой квалификации, разнообразных навыков и инструмента. На подготовку места под одну точку уходит у мастера не менее половины рабочего дня, поэтому работа высоко расценивается. Но красота, как известно, требует жертв и немалых затрат.

**Это интересно знать.**

Следует избегать расположения в перекрытиях и стенах распаечных коробок, т. к. вероятно, что в процессе эксплуатации потребуются их обслуживание. Значит, места распаек должны быть доступны.

Можно, конечно, провести отдельный кабель от щита до каждой розетки, но такое приведет к неоправданному увеличению расхода материала. Розетки можно разбить на группы по помещениям и объединить шлейфом в разумных пределах, можно углубить подрозетники, установить в глубине еще один и произвести распайку за механизмом розетки.

**Будьте осторожны!**

Нежелательно только распаивать и шлейфовать розетки, выделенные под мощные, постоянные нагрузки: кондиционеры, обогреватели, стиральную и посудомоечную машины, электроплитки, бойлеры и т. п. В этих случаях следует тянуть провода непосредственно от щита и защищать линии отдельными автоматами.

Места соединений

«Слабое» звено любой электропроводки — места соединений, пресловутые контакты. Допускается пайка, сварка, винтовое соединение, соединение специальными сжимами, пружинные клеммники.

**Будьте осторожны!**

Скрутки (обычно встречающиеся в наших домах), КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩЕНЫ!

Выполнить качественно пайку и сварку под силу только профессионалу, да и то не всегда, т. к. бывает просто неудобно паять, стоя под потолком, да и еще в ограниченном пространстве. Для сварки, к тому же, требуется специальное оборудование.

Винтовые соединения требуют периодического контроля и подтяжки. Сейчас большое распространение получили пружинные клеммники (фирмы WAGO и им подобные). Их использование требует незначительных дополнительных затрат, но качество контакта при правильном выборе высокое и не требует последующего обслуживания. Удобство применения многократно уменьшает вероятность ошибки в процессе выполнения работ.

Самостоятельный монтаж проводки

Следует обратить внимание еще на несколько обстоятельств. По сгораемым конструкциям преимущественно ведется наружная проводка. Для эстетики и дополнительной защиты от механических повреждений, кабели необходимо поместить в негорючие электротехнические короба или негорючую пластиковую гофрированную трубку («гофру»).

В помещениях, не являющихся жилыми, допускается монтаж с помощью крепежных скоб. Естественно, провод должен быть в двойной (ВВГ) или тройной (NYM, ВВГнгLS) изоляции. Скрытая проводка возможна, но обходится значительно дороже. Для внутренней разводки лучше применять однопроволочные жилы. Т. е. кабель должен быть жестким. Указанные выше кабели таковыми являются.



Будьте осторожны!

Особое внимание нужно уделять контактам. Традиционные скрутки Правилами запрещены. Соединять провода нужно сваркой, опрессовкой или пайкой.

Однако выполнить подобные соединения сложно неподготовленному человеку, не располагающему, к тому же, специальным инструментом. Для быстрого монтажа выпускаются специальные соединители — клеммы. Они бывают пружинные, когда вы просто вставляете провод, и он там зажимается специальными подпружиненными контактами или «под винт».

**Это интересно знать.**

Надо только помнить, что винтовые зажимы со временем ослабевают и их необходимо периодически подтягивать.

Это касается также выключателей, розеток, автоматов защиты, т. е. всех приборов, где применяется винтовое соединение. Правильно действовать так: закручиваете винт в несколько приемов. Медная жила постепенно сминается. Однако тянуть до «дури» тоже нежелательно — резьба будет повреждена, контакт со временем начнет ослабляться.

Раз в год желательно **проконтролировать затяжку контактов** в местах, где протекают относительно большие токи:

- ◆ все соединения во вводном щитке;
- ◆ розетки, в которые вы включаете мощные электроприборы;
- ◆ распаечные коробки, если вы применяли винтовые клеммы.

Для сложных электроустановок такого контроля недостаточно. Периодически (раз в несколько лет) следует вызывать электролабораторию для инструментального контроля. Перечень необходимых замеров опубликован на сайтах фирм, оказывающих подобные услуги.

Особенности электроснабжения деревянной бани

Способы подачи электроэнергии. В баню, если это отдельная постройка, желательно тянуть свою линию непосредственно от щитка, который, обычно, расположен в доме. В щитке (назовем его ГРЩ — главный распределительный щит) установим автомат защиты 2П или 1П+N).

Вариант 1. Воздушная линия. Для ответвления на баню проще сделать так называемую «воздушку», т. е. бросить провод по воздуху. При большом расстоянии (более 25 метров) придется ставить промежуточные опоры. Если следовать букве правил по устройству электроустановок (ПУЭ), то для воздушки можно применять всего два типа провода:

- ♦ или «голый», то бишь без изоляции, алюминиевый;
- ♦ или самонесущий изолированный провод, сокращенно СИП.

Первый вариант рассматривать и применять не имеет смысла. Он неудобен и небезопасен в этих условиях по целому ряду причин. А вот СИП — вариант правильный. Этот провод специально разработан для воздушных линий:

- ♦ прочный;
- ♦ не требует несущего троса;
- ♦ изоляция изготовлена из сшитого, светостабилизированного полиэтилена, который не боится ультрафиолетового излучения.

Гарантийный срок службы СИПов — более 25 лет. В реальности — намного дольше.

Но есть и ряд неудобств, связанных с монтажом этого провода. **Во-первых**, минимальное сечение жилы — 16 мм². Жила трудно изгибается, вводить ее непосредственно в приборы (например, автоматы защиты) сложно. **Во-вторых**, алюминиевый провод (жила СИП из алюминия) нельзя вести по чердачным помещениям, сделанным из горючих материалов. Поэтому приходится при вводе в постройки переходить на другой тип провода, например, ВВГ или NYM.



Это интересно знать.

В книге намеренно называются только наиболее подходящие, качественные кабели. На безопасности не экономят.

Для перехода необходимо использовать специальные соединители. СИП крепят на анкерные зажимы — натяжители. По старинке, на изолятор, его не повесишь. Вся эта арматура стоит недешево, да и сам СИП удовольствие не для бедных. Возникает вопрос. А стоит ли игра свеч? Тем более, зачем такое большое сечение провода для бани.

Вы же не собираетесь туда подавать ток в десятки ампер. Если вы строите на века, и собираетесь еще какие-то мощные приборы питать от этой линии — тогда затраты оправданы.

Также «воздушка» СИПом, вместе со всей арматурой получается дешевле при больших расстояниях между постройками. Если нет, то есть еще один компромиссный вариант. Он не соответствует ПУЭ, но многие так делают. Понимаю, что это не оправдание, многие делают еще хуже, но «страна у нас такая»... Берете стальной трос в пластиковой оплетке и натягиваете его между постройками. К нему подвешиваете кабель ВВГ сечением не менее 2,5 мм².

**Это интересно знать.**

Вообще-то, сечение подбирается по нагрузке, но об этом чуть позже.

Подвешивать кабель можно с помощью проволочек, но они должны быть в изоляции. «Голый» металл будет нагреваться на солнце и быстро испортит изолирующий пластик магистрального провода в месте контакта. Тут и до короткого замыкания (КЗ) недалеко. ВВГ прослужит лет восемь-десять. В тени, возможно, дольше. Надо лишь помнить, что, по истечении определенного срока его придется менять.

**Это интересно знать.**

Можно, конечно, вести кабель в специальной пластиковой оболочке — «гофре», но в период обильных снегопадов резко возрастает опасность обрыва из-за налипания снега.

Вариант 2. Кабель под землей. Однако далеко не всем нравятся висящие над участком провода. Если средства и возможности позволяют, можно проложить **кабель под землей**. Для этого обязательно надо взять кабель, специально предназначенный для прокладки в земле. Такой кабель называют **бронированным**, ведь у него между внутренней и наружной пластиковыми оболочками расположена металлическая оплетка — броня. Ее задача — защитить кабель от повреждения всякой живностью, обитающей под землей.

К тому же, механическая прочность такого кабеля значительно выше — броня защищает и от возможных подвижек грунта.



Это интересно знать.

Абсолютно неправильно поступают те, кто укладывает обычный кабель в трубу. Жесткое расположение в трубе может вызвать недопустимые напряжения. К тому же, в трубе скапливается конденсат. Зимой, превратившись в лед, он также может вызвать повреждение изоляции.

Для укладки кабеля копается траншея на глубину не менее 0,7 м. Это примерно три штыка лопаты. Лучше — глубже. На дно траншеи, слоем не менее 10 см насыпается песок. При этом следует следить, чтобы в песке не было камней. На песчаную подушку кабель укладывается «змейкой». Сверху засыпается слоем песка, потом желательнее выполнить механическую защиту.

В идеале уложить керамический кирпич «туннелем», но подойдут и обломки шифера, обрезки листового железа, антисептированные, не нужные доски и т. п. Ввод в постройки производится через стальные втулки. Они должны быть достаточно большой длины и выходить за пределы отмостки.



Полезный совет.

Устанавливать втулки следует с некоторым наклоном наружу, чтобы в них не скапливалась вода.

Повороты втулок, если они необходимы, выполняются плавными. Однако если есть сомнение в устойчивости построек, то выполнять ввод через фундамент, тем более под ним, не стоит. Лучше вывести кабель рядом с фундаментом в отрезке пластиковой трубы и выполнить ввод через стену.

Расчет нагрузки. Для расчета нагрузки вам придется воспользоваться только одной формулой:

$$\text{Ток (А)} = \text{Мощность (Вт)} / \text{Напряжение, 220 (В)}.$$

Для потребителей-приборов, которые вы будете «втыкать» в розетки, основная характеристика, которая нам нужна, — **мощность** (ватты, киловатты).

Ее обычно указывают в паспорте и (или) на самом приборе. Для розеток, вилок, автоматов защиты важна иная характеристика — **сила тока** (амперы). Ищите маркировку на корпусе изделия.

Теперь попробуем произвести несложные расчеты. «Плясать» надо от тех приборов, которые вы планируете использовать в вашей бане, например:

- ◆ 1 лампа в парилку — 60 Вт;
- ◆ 1 лампа в душ — 60 Вт;
- ◆ 1 лампа в предбанник — 100 Вт;
- ◆ 1 лампа для освещения крылечка — 100 Вт;
- ◆ холодильник — 200 Вт;
- ◆ тепловентилятор (или иной нагревательный прибор) — 2000 Вт;
- ◆ насос — 600 Вт.

ИТОГО: $60+60+100+100+200+2000 = 2520$ Вт.



Это интересно знать.

Мощности отдельных приборов могут несколько отличаться, но для расчетов это не принципиально.

Подставляем полученную сумму в формулу: Ток (А) = 2520 Вт/ 220 В. Получилось: 11,45 А. Немного.

Подбираем провод. Вот некоторые приблизительные цифры соотношения сечения провода и силы тока:

- ◆ 1,5 мм² — 16 А;
- ◆ 2,5 мм² — 25 А;
- ◆ 4 мм² — 32 А;
- ◆ 6 мм² — 40 А.

Все это относится к проводу с медной токоведущей жилой.

**Будьте осторожны!**

Алюминий сейчас в домах для внутренней разводки использовать запрещено. И даже если у вас остались запасы, менять алюминиевый провод по ряду веских причин не стоит.

Таким образом, для того, чтобы пропустить ток примерно в 12 А достаточно будет медного провода сечением $1,5 \text{ мм}^2$ или, как говорят, полтора квадрата. Но провод мы ставим надолго. Неизвестно, как сложатся обстоятельства в будущем. Может быть, нам захочется установить в бане еще какие-нибудь электроприборы.

**Полезный совет.**

Рекомендуется увеличить сечение провода, соответственно до 4 мм^2 — от щитка в доме до распределительной коробки в бане; до $2,5 \text{ мм}^2$ — магистральная разводка, идущая по помещению и на розетки.

Желательно приобрести розетки, рассчитанные на ток не менее 10 А, лучше — 16 А. Тогда можно быть относительно спокойным. В щитке при 16 А розетке ставим выключатель автоматический (ВА) номиналом не более 16 А. Если купили десятиамперные розетки, то придется ставить ВА на 10 А. И не больше.

**Это интересно знать.**

Автомат защиты подбирается по самому слабому звену в электрической цепи.

ВА будет защищать от КЗ и перегрузки в сети. Вдруг кто-то включит в одну розетку сразу калорифер (2 кВт) и такой же мощности электрочайник. Ток, который потечет по цепи, будет 18 А, что превысит номинал АЗ (16 А), и он, через некоторое время, сработает на отключение.

Розетка не начнет нагреваться, как утюг — пожар не случится. Если в бане планируется более разветвленная сеть, то

можно установить дополнительный распределительный щит, где смонтировать несколько автоматов и УЗО, защищающих разные цепи. **Например:**

- ♦ **главный щит** — выключатель автоматический (ВА) 1П+N 25 А, провод ответвления в баню — 4 мм²;
- ♦ **распределительный щит** в бане (РЩ) — УЗО40А 30 мА, ВА 16 А: провод 2,5 мм² — розетки 16 А — 2 конвектора по 1 или 1,5 кВт; ВА 16 А — провод 2,5 мм² — розетки 16 А — водонагреватель 1,2 кВт, насос 0,6 кВт, холодильник) 0,2 кВт, прочая незначительная нагрузка;
- ♦ **ВА10 А** — провод 1,5 мм² — светильники.



Полезный совет.

Для сильно обеспокоенных своей электробезопасностью следует защитить линии в парилке и моечном отделении УЗО 10 А или 16 А 10 мА или подключить нагрузку через распределительный трансформатор.

Светильники. Остановимся на вопросах безопасности. Нет сомнений, что осветительные приборы в парилке и душе должны быть надежно защищены от влаги и высокой температуры. Класс защиты, обычно, указывается производителем на корпусе. Надо брать не ниже IP-44. Цифры обозначают уровень пыле- и влагозащитенности.

Плафон лампы для парилки обязательно должен быть стеклянным, а корпус, желательно, металлическим. Пластмасса может не выдержать высоких температур. Для предбанника выбрать «люстру» проще. Здесь не столь высокие требования по безопасности.



Полезный совет.

Помните, что лампа обязательно должна быть закрыта плафоном, причем снизу.

Бывает, что колба лопается, и упавшая раскаленная спираль может натворить бед. Впрочем, применяя энергосберегающие

лампы, вы избавите себя от этой опасной вероятности и электричество сэкономите.



Будьте осторожны!

Нельзя устанавливать выключатели в моечной и парной. Их следует вынести в предбанник. И никаких разрывов и соединений провода внутри указанных помещений.

Путь провода до светильника должен быть как можно короче. Ни в коем случае, не ведите проводку над печкой. Распаечные коробки, а также розетки — ставьте только в комнате отдыха. Выключатели, розетки, распаечные коробки покупайте в брызгозащищенном исполнении, для наружной проводки.

Корпус должен закрывать «внутренности» изделия со всех сторон. Ввод провода желательно делать снизу или сбоку, оставив маленькую петельку. Тогда конденсат не затечет случайно по нему внутрь.

В сырых помещениях велика вероятность электротравмы, которая, при неблагоприятном стечении обстоятельств, может привести даже к летальному исходу. Для обеспечения электробезопасности в таких помещениях, как парилка и душ, ставят приборы, рассчитанные на более низкое напряжение — 12 или 36 В. Но это сложно, требуется установка понижающих трансформаторов.



Полезный совет.

Рекомендую ограничиться указанными выше мерами безопасности и установкой в распределительном щите устройства защитного отключения (УЗО).

УЗО сравнивает проходящие токи по фазе и нулю. Если их разница (утечка тока) выше значения указанного на УЗО порога, то оно срабатывает и отключает и фазу, и нуль. Разумной достаточностью будет установить УЗО на 30 мА. Оно защищает человека от прямого прикосновения.

Например, возможно стечение обстоятельств, когда, допустим, произошел пробой на корпус того же светильника. Причин этому может быть много. В бане влажно, вода может работать как проводник. Вы случайно коснулись корпуса лампы, при этом стоите босыми ногами на мокром полу. Через тело потечет опасный ток. УЗО зафиксирует утечку, сработает и разорвет цепь. Удар током вы, конечно, почувствуете, но останетесь живы и здоровы.

**Будьте осторожны!**

Еще одна важная «мелочь». УЗО положено раз в месяц проверять, нажимая на кнопку «ТЕСТ». Если сработало, значит исправно.

Заземление и защита в деревянной бане. Вдумчивый читатель, немного знакомый с электричеством, заметит, а как же основная защита от поражения электрическим током — заземление? Тут вопрос опять спорный. Наши сети раньше не рассчитывались на устройство заземления в каждом доме. И его организация на отдельно взятом участке может привести к весьма неприятным последствиям.

Поэтому, к каждому случаю надо подходить индивидуально, собрав предварительно информацию о местной сети. В большинстве случаев, указанных выше мер защиты будет вполне достаточно. Благополучие растет, и сейчас уже не редкость бани, значительно «переросшие» былую мечту дачника: домик 6×6 м на шестисоточном участке. Велико желание воспользоваться и иными благами цивилизации в виде многочисленных приборов и аппаратов, украшающих и облегчающих нашу жизнь.

**Это интересно знать.**

Но есть и обратная сторона: все эти приборы требуют повышенного внимания к электробезопасности.

Одних автоматических выключателей уже недостаточно. Поэтому обязательно следует:

- ♦ грамотно заложить контур повторного заземления;
- ♦ определить, по какой схеме (ТТ или TN-C-S) выполнить подключение (зависит от состояния внешней сети);
- ♦ в щит, помимо ВА, установить общее (противопожарное) УЗО с током уставки 100 или 300 мА;
- ♦ группы «прикрыть» вышеупомянутыми УЗО на 30 мА или дифференциальными автоматическими выключателями.



Будьте осторожны!

При системе ТТ и питании от воздушной линии (а так запитаны большинство дачных домов) обязательной является установка в ГРЩ разрядников.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Электросеть деревянного дома» на прилагаемом DVD:

- ♦ «Как правильно применять прокалывающий зажим для сращивания кабеля СИП».
- ♦ «Осуществляем безопасный воздушный ввод в частный дом».
- ♦ «Монтаж щита учета для частного дома».

ЭЛЕКТРОПРОВОДКА: РАЗНОВИДНОСТИ, СТРУКТУРА, ГЕОМЕТРИЯ, ОСОБЕННОСТИ

Виды электропроводки

Электрическая проводка состоит из проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

Внутренняя электрическая проводка может быть:

- ♦ **открытой**, проложенной по поверхности стен и потолков;
- ♦ **скрытой**, проложенной внутри строительных конструкций зданий и сооружений, а также под слоем штукатурки.

Выбор вида и способа прокладки электрической проводки определяется проектом, учитывающим, в первую очередь, требования электробезопасности. При выборе проводов учитывают условия, для которых предназначены провода.

О запрете на использование алюминиевых проводов в квартирной электропроводке

В настоящее время для монтажа домашней электропроводки используются провода и кабели исключительно с медными жилами. Провода и кабели с алюминиевыми жилами для внутренней электропроводки использовать нельзя.

**Будьте осторожны!**

Согласно требованиям 7-ого издания Правил устройства электроустановок (ПУЭ), алюминиевые провода и кабели сечением менее 16 мм² не допускаются к использованию при монтаже.

Почему алюминиевый кабель нельзя использовать в современной электропроводке в квартире и доме?

Во-первых, алюминий легче меди. Но как проводник, по сравнению с медью, он имеет более высокое удельное электрическое сопротивление — 0,0271 Ом×мм²/м против 0,0175 Ом×мм²/м. Разница почти в два раза!

Для того чтобы обеспечить одну и ту же проводимость, придется взять алюминиевый провод большего диаметра, чем если бы мы использовали медь. Этим сводится к нулю весовое преимущество алюминия!

Во-вторых, алюминий быстро окисляется на воздухе. Это значит, что в месте электрического контакта с пленкой из окисла алюминия может образоваться повышенное переходное сопротивление. А это приводит к нагреву контакта, который, в свою очередь, приводит к еще большему увеличению электрического сопротивления. Итогом становится расплавление контактов, обрыв цепи или ненадежное электроснабжение.

В-третьих, алюминий течет при его затяжке. Поэтому контакты с такими проводами требуют периодической (раз в полгода) подтяжки.

В-четвертых, алюминиевый провод довольно хрупок при изгибах. Изоляция со временем трескается, что открывает доступ воздуха к металлу и ускоряет процесс окисления и коррозии.

В-пятых, с остатками проводки старого алюминиевого провода нельзя напрямую соединять новый медный провод, т.к. из-за разных химических свойств этих двух материалов в месте контакта начинается процесс электролиза. Он разрушает этот контакт. Так же у этих двух металлов разное **линейное расши-**

рение, поэтому при изменении температуры в помещении или величины тока, протекающего через скрутку медь-алюминий, контакт между ними со временем **ослабевает**.

Переходное сопротивление в скрутке итак «тормозило» электрический ток, да еще ослабление контакта еще более увеличивало величину переходного сопротивления.

Это приводит к тому, что скрутка начинает **греться**, изоляция провода разрушается от нагрева и даже может загореться.

С медью подобных неприятных историй не происходит, поэтому последнее издание ПУЭ и рекомендует ее к использованию при монтаже кабельных линий малых сечений.

Что касается мощных проводников, сечением 16 мм² и более, то здесь алюминий пока допущен к использованию только из соображений экономии. Все-таки медь намного дороже, и перейти исключительно на медные провода и кабели пока невозможно.

Ранее применявшиеся провода с алюминиевыми жилами (АПР, АПВ, АПРТО, АППВ) сейчас при строительстве и модернизации домашней электропроводки не используются.

Современные кабели и электроустановочные изделия для квартирной электропроводки

В настоящее время для монтажа домашней электропроводки используются провода и кабели исключительно с медными жилами.



Это интересно знать.

*Самыми популярными для использования в домашней электропроводке являются кабели **ВВГнг** (рис. 4.6) и **NYM** (рис. 4.16), реже из-за дешевизны используют провод **ПУНП** (рис. 5.1). Но использование последнего не рекомендуется!*

Кабель NYM лучше всего использовать:

- ♦ для подключения этажного щитка к квартирному щитку, а далее — к комнатными щиткам;
- ♦ для индивидуального подключения мощных потребителей к квартирному щитку (кондиционера, бойлера, стиральной машины и др.

Таким кабелем не целесообразно делать и всю квартиру разводку, так как он стоит дороже кабеля ВВГнг и провода ПУНП.

Кабель NYM обладает пониженной горючестью и газодымовыделением. Использование в конструкции кабеля промежуточной оболочки позволяет легко разделять кабель при монтаже, повышает его пожароопасность и увеличивает гибкость.

Кабель ВВГнг — небронированный защищенный кабель с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке. Он подробно рассмотрен в **главе 4**.



Это интересно знать.

Обозначение «нг» в названии кабеля (ВВГнг) обозначает, что он не распространяет горение при прокладке в пучках (используется состав на основе огнестойкого пластика).

Кабель может применяться как в сухих, так и во влажных помещениях. Изолированные жилы кабеля ВВГ скручены и имеют отличительную окраску. Внутренняя оболочка не содержит заполнения в межжильном пространстве.

В заключении отмечу, что этот кабель не рассчитан на растяжение.

ПУНП — установочный плоский провод. Это наиболее дешевый провод из всей кабельно-проводниковой продукции, применяемой для монтажа электропроводки в быту. Провод ПУНП выпускается с двумя или тремя медными однопроволочными жилами и поливинилхлоридной изоляцией в обо-

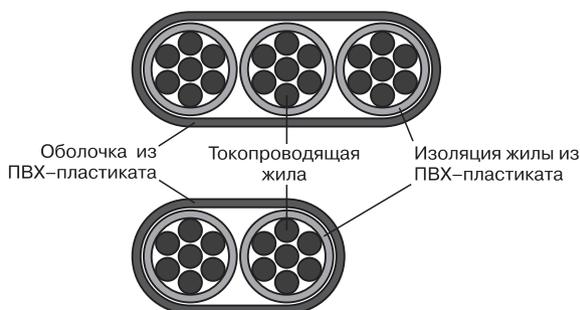


Рис. 5.1. Структура провода ПУНП

лочке из ПВХ-пластиката (рис. 5.1). Жилы могут быть окрашены в разные цвета.

Провод ПУНП расшифровывается, следующим образом:

П — провод;

УН — универсальный;

П — плоский.

Иногда встречаются провода марки АПУНП. Разница их заключается только в материалах жил. В проводе ПУНП применяется медь. А в проводе АПУНП — алюминий.

Оболочка и изоляция жил у такого провода выполняется из ПВХ-пластиката, что позволяет его использовать, по словам завода-изготовителя, в сетях для освещения напряжением до 250 (В). Но статистика пожаров говорит о том, что бытовой провод ПУНП категорически запрещено применять в электропроводках зданий и сооружений.



Будьте осторожны!

Изоляция этого провода выполнена из дешевых материалов и очень быстро теряет свои свойства при нагреве. А это пожароопасно! Поэтому при выборе кабеля для монтажа электропроводки собственной квартиры или дома надежнее будет использовать кабели ВВГнг или NYM.

Иногда в домашней электропроводке бывает целесообразно использовать **провода с резиновой изоляцией:**

- ♦ ПРТО — для прокладки в несгораемых трубах;
- ♦ ПРИ — для прокладки в сухих и сырых помещениях;
- ♦ ПРН — для прокладки на открытом воздухе (защищенный провод);
- ♦ ПРВД — для осветительных сетей сухих помещений (двухжильный скрученный провод).

Для открытой проводки удобно использовать плоские провода с медными жилами:

- ♦ ППВ — в поливинилхлоридной изоляции с разделительным основанием;
- ♦ ППП — в полиэтиленовой изоляции.

Для открытой проводки **неудобно** использовать плоский провод без разделительного основания — ППВС.

В заключение рассмотрим **провода марки ПВ** с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией (рис. 5.2).

Они могут быть как однопроволочными, так и многопроволочными с разными цветами изоляции.



Полезный совет.

Для системы уравнивания потенциалов (ДСУП) в бытовой электропроводке рекомендуется использовать одножильный провод ПВ1 в желто-зеленой расцветке.

А провода ПВ2, ПВ3 и ПВ4 используются для внутреннего монтажа в электрических щитках. Причем провода ПВ3 и ПВ4 имеют наиболее гибкую оболочку, они дороже варианта ПВ2. Поэтому они применяются там, где необходимы изгибы проводов.

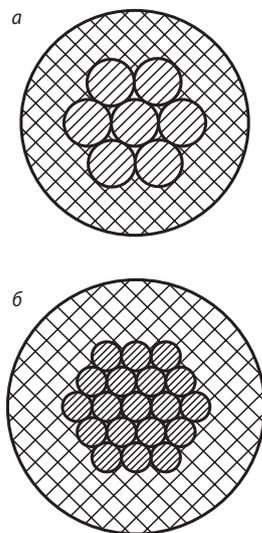


Рис. 5.2. Структура провода марки ПВ:
а — провод ПВ1;
б — провод ПВ3

О цветах изоляции различных групп проводов

Если выбрать, а затем и произвести монтаж электропроводки проводом или кабелем без соблюдения требований к расцветке жил, то в дальнейшем, это приведет к существенным трудностям при обслуживании и ремонте такой электропроводки. При этом и сам процесс монтажа электропроводки и подключения электроустановочных изделий будет существенно осложнен.



Это интересно знать.

*Если для монтажа все же вынуждены использовать **бесцветные провода**, например, марки ППВ плоский трехжильный с одинарной изоляцией, то у электриков правилом хорошего тона принято считать **заземляющим проводником среднюю жилу**.*

Следует помнить, что такое использование проводов и кабелей с изоляцией одного цвета является нарушением ПУЭ. При выборе проводов и кабелей необходимо соблюдать **требования ПУЭ по окраске изоляции**:

- ♦ **нулевого рабочего проводника N** — голубого цвета;
- ♦ **нулевого защитного проводника PE** — желто-зеленого цвета (чередование желтых и зеленых полос).

Цвет изоляции **фазных проводников L** должен отличаться от цвета нулевых. Тут существует много вариантов — красный, коричневый, серый, белый, черный.



Полезный совет.

Удобно использовать для каждого участка электропроводки свой цвет фазных проводников, а также разные цвета изоляции жил для силовой и осветительной электропроводки.

Ошибок в соединении участков электросети можно избежать, если соединять коричневый провод с коричневым, синий провод с синим и так далее. Именно по этой причине в пода-

вляющем большинстве кабелей изоляция всех проводов отличается своим собственным цветом.

Также заметим, что провод, который окрашен в зелено-желтый цвет, будет постоянно использоваться в качестве заземляющего, то есть его нужно подсоединять лишь на клемму заземления.

Типовые сечения кабелей для основных функциональных групп электропроводки

Если в квартире проложено несколько линий питания, то это соответствует современным требованиям. В этом случае от приборов защиты электрических цепей, расположенных в квартирном щитке, идут отдельные кабели к потребителям каждой линии:

- ♦ на освещение (одна или несколько линий);
- ♦ на розеточные группы (одна или несколько линий);
- ♦ несколько линий на силовые потребители (бойлер, кондиционеры, электроплиту, стиральную машину).

Это повышает надежность сети электропитания, делает линии независимыми, облегчает поиск неисправностей. Для современной квартиры (дома), с разветвленной электрической системой электроснабжения, это очень важно.

Сечение провода выбирают по допустимой плотности тока.



Будьте осторожны!

Допустимая плотность тока для медного провода не должна превышать 8 А/мм².

Например, если потребитель потребляет ток 10 А, то сечение провода должно быть не меньше 1,25 мм².

Существует стандартный ряд сечений провода: 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50 мм². Провода нужно выбрать из стандартного ряда с округлением в большую сторону. Провод

сечением до 1,5 мм² не применяется по соображениям механической прочности.

Сечение жил кабелей и проводов должно подбираться по максимальной нагрузке жилы с учетом допустимой нормы максимального длительного тока. Причем норма эта не является величиной постоянной, она зависит от количества жил в кабеле, типа изоляции и способа прокладки кабеля. Рекомендованные предельно допустимые значения тока для наиболее ходовых сечений медных кабелей в поливинилхлоридной или резиновой изоляции приведены в табл. 5.1.

Предельно допустимые значения тока для медных кабелей

Таблица 5.1

Условие прокладки, количество кабелей и жил	Предельный ток, А
Кабель сечением 1,5 мм²	
Проложен скрыто, один двухжильный	15
Проложен скрыто, четыре одножильных	16
Проложен скрыто, три одножильных	17
Проложен скрыто, один двухжильный	18
Проложен скрыто, два одножильных	19
Проложен открыто, вне зависимости от количества жил	23
Кабель сечением 2,5 мм²	
Проложен скрыто, один двухжильный	21
Проложен скрыто, три одножильных	25
Проложен скрыто, четыре одножильных	25
Проложен скрыто, один двухжильный	25
Проложен скрыто, два одножильных	27
Проложен открыто, вне зависимости от количества жил	30
Кабель сечением 4 мм²	
Проложен скрыто, один двухжильный	27
Проложен скрыто, четыре одножильных	30
Проложен скрыто, один двухжильный	32
Проложен скрыто, три одножильных	35
Проложен скрыто, два одножильных	38
Проложен открыто, вне зависимости от количества жил	41
Кабель сечением 6 мм²	
Проложен скрыто, один двухжильный	34
Проложен скрыто, четыре одножильных	40

Таблица 5.1 (продолжение)

Условие прокладки, количество кабелей и жил	Предельный ток, А
Проложен скрыто, один двухжильный	40
Проложен скрыто, три одножильных	42
Проложен скрыто, два одножильных	46
Проложен открыто, вне зависимости от количества жил	50

В итоге сформировались типовые сечения жил проводов и кабелей для различных групп потребителей.

Сечение провода на освещение — не менее $1,5 \text{ мм}^2$. Мощность приборов освещения — не более 3 кВт. Автомат ставиться на ток не более 16 А.

Сечение провода на розеточные группы. Принято, что от одного автомата подключать не более 5 розеток. Суммарная мощность нагрузок этих розеток должна быть не более 5 кВт. Сечение провода для розеток — не менее $2,5 \text{ мм}^2$. При этом автомат ставиться на ток не более 25 А.

Обосную это. Например, при напряжении в сети 220 В, провод сечением $2,5 \text{ мм}^2$ способен выдержать ток до 27 А (мощность 5,9 кВт). Для защиты проводов и потребителей, в данном случае, в качестве защиты устанавливают автомат, максимальный ток срабатывания которого должен быть не более 25 А. Тогда он действительно защитит провод.

Сечение провода на силовые потребители. Если в квартире есть бойлер, кондиционеры, электроплита, стиральная машина, посудомоечная машина, то для каждого из них необходимо использовать трехжильный кабель сечением не менее 4 мм^2 .



Полезный совет.

При проектировании электропроводки, необходимо учитывать и длину магистрали, которая будет питать конечного потребителя.

Расположение элементов скрытой проводки

Любой провод прокладывается либо вертикально, либо горизонтально. **Никаких диагоналей быть не должно!** Ориентирами поворотов и ответвлений служат щитки, коробки, розетки, выключатели, светильники и т. п. Проводка между ними должна идти по прямым линиям, параллельным или перпендикулярным полу.

Вертикально проложенные участки проводки должны быть удалены:

- ♦ от углов помещения, оконных и дверных проемов — не менее, чем на 100 мм;
- ♦ от пола — на 300 мм;
- ♦ от потолка — на 150–400 мм в зависимости от высоты потолка в помещении;
- ♦ от трубопроводов с горючими веществами (газом) — не менее чем 400 мм.

Необходимо проследить, чтобы электропроводка не соприкасалась с металлическими конструкциями здания. Провода запрещается прокладывать пучками, а также с расстоянием между ними менее 3 мм.

Прокладка электропроводки по потолку и под полом подчиняется примерно тем же правилам, только коробки в полу и на потолке стараются без крайней нужды не устанавливать.

Штробы для кабелей интернета, телефона и телевизора должны быть на расстоянии 15–20 см от силовых проводов, допускается их перехлест под углом 90 градусов.

Теперь о **рекомендованной высоте расположения розеток и выключателей**. Раньше было общепринято устанавливать:

- ♦ розетки на высоте 80–90 см от пола;
- ♦ выключатели на высоте 150–160 см от пола.

Теперь выключатели принято устанавливать на высоте опущенной руки — 70–80 см, розетки — на высоте 30 см. Исключение составляют розетки на кухне, там они ставятся на высоте 10 см от уровня столешницы.

Не экономьте на розетках, лучше ставить их на расстоянии не более 3 м друг от друга.



Полезный совет.

Создайте и храните схему прокладки кабелей для исключения повреждения электропроводки в дальнейшем. Для дополнения информации можно сфотографировать все стены после завершения этапа установки скрытой электропроводки до начала малярных работ.

Как правильно проложить скрытую проводку в новостройке

Первый шаг к созданию скрытой проводки новой квартиры в состоянии «после строителей» — обдумывание и размещение на схеме мебели, бытовой аппаратуры. Можно вычертить план квартиры в масштабе 1:10, вырезать из бумаги прямоугольники вашей мебели и поиграть в расстановку. После выбора оптимальной схемы «мебель» приклеить к схеме. Теперь можно будет нанести на схему розетки, светильники, места выхода телевизионных кабелей, витых пар, а также указать их ВЫСОТУ установки.



Полезный совет.

Монтаж электропроводки нужно начинать тогда, когда создан план размещения электропотребителей и закончены все работы по штукатурке стен и потолка, сделана стяжка пола.

На этом этапе можно приглашать установщиков кондиционеров, специалистов спутникового, кабельного, эфирного телевидения, специалистов интернет. Кроме **квартирного электрощитка** рекомендуется создать отдельный **низковольтный щиток**, на который в квартиру будут заведены несколько витых пар (для Интернета, домофона, телефона), несколько антенных кабелей и кабель питания 220 В (для питания возможных устройств в этом щитке (радиотелефона, хаба, домо-

фона, камеры наблюдения, блока сигнализации и много другого, что может вам понадобится).

А от этого низковольтного щитка предстоит сделать разводку в отдельных от электропроводки штробах антенных кабелей, витых пар, других сигнальных кабелей. Их количество будет определяться вашими потребностями, но советую к каждой комнате подвести не менее двух антенных кабелей и трех витых пар. В век Интернета и технического прогресса они пригодятся.

Итоги работы после этого можно переносить на стены без отделки. Предстоит пыльный этап создания штроб.

Проведение разметочных работ для электропроводки начинается с прокладки пути основного пучка проводов, ответвлений от него, указания поворотов и проходов сквозь стены. При этом обязательно учитывается правило, что провода на стене располагаются либо строго горизонтально, либо строго вертикально.

Горизонтальные участки электропроводки желательно положить на 20 см от потолка, параллельно линии стыка потолка и стен (это снижает вероятность механического повреждения электропроводки). При повороте трассы электропроводки угол поворота должен быть 90° .

Размечать места креплений проводников можно с крайних точек крепления. При нанесении разметки скрытой электропроводок можно использовать **разметочный шнур**. Для этого окрашиваем его мелом, углем, синькой. После этого закрепляем один из его концов, а другой конец натягиваем одной рукой параллельно стене или потолку. Второй рукой оттягиваем шнур от разметочной поверхности и резко бросаем его. Ударяясь о поверхность, шнур оставляет на ней четкий прямой след. Таким образом, размечаем места прохождения штроб по стене или потолку. После окончания разметки, советую начертить план трассы на бумаге и сохранить его для возможного ремонта электропроводки в будущем.

Нужно перенести все точки выключателей и розеток на поверхности стен. Разметить, как пойдут штробы для прокладки кабеля исходя из вашей схемы подключения.

А затем переходим к этапу **штробления стен и выбивания углублений для электроустановочных изделий.**

Можете взять специальный штроборез в аренду или болгарку и специальный диск по бетону для нее, работа пойдет быстрее, но будет много пыли. Так же не лишним будет купить защитные очки и хороший респиратор. Если повезет, сожете взять штроборез со специальным пылесосом. Респиратор будет не нужен.

Также пригодиться перфоратор (достаточно мощный), набор специальных буров и специальные коронки для монтажа подрозетников и соединительных коробок.

Вот несколько основных правил при подготовке штроб.

Правило 1. Делая электропроводку квартиры своими руками, вы должны четко понимать весь процесс. Если вы не уверены в своих силах, лучше доверьте это дело профессионалу, ведь вы рискуете своим здоровьем и здоровьем окружающих. Ограничьтесь контрольными функциями.

Правило 2. Если нужно повернуть штробу на 90 градусов, не делайте резкий поворот, сделайте поворот равный шести диаметрам кабеля. Если тянете провод под потолком, обязательно закрепите его или уложите в специальный кабель-канал.

Правило 3. Если нужно провести параллельно несколько проводов (кроме интернета, TV и телефона), можно сделать одну широкую штробу.

Правило 4. Если есть возможность, проложить провод в полу, но быть осторожными, т. к. в полу под стяжкой проходят в современных домах пластиковые трубы отопления.

Правило 5. Если штроборез не достали и используете болгарку, делайте штробу следующим образом. Создайте два параллельных надпила по стене на расстоянии 25 мм, в месте где нужна штроба, а середину выбираете перфоратором с лопаткой.

Укладываем провода в каналы. Прокладку кабеля лучше всего начинать с дальней комнаты. Не создавайте путаницы и делайте все поэтапно.



Полезный совет.

Весь провод, который вы будете использовать, нужно прозвонить.

Помечайте название группы и номер группы черным маркером для дисков прямо на проводе, тогда при монтаже электрического щитка не возникнет трудностей. Можно использовать и малярный скотч для пометки проводов, делая на нем соответствующую пометку.

Важно помнить, что любое кабельное соединение должно быть доступно для ремонта и обслуживания. Поэтому всяческие клеммные колодки в штробе, скрутки и распределительные коробки под штукатуркой исключаются. Скрутки сами по себе допустимы только с применением сертифицированных современных зажимов.

Провода в штробе крепите («примораживайте») точно алабастром через каждые 30–40 см.



Полезный совет.

При прокладке кабеля, оставляйте запас провода в 30 см торчащий из монтажных коробок. Для проводов в квартирном электрощитке оставляйте запас около 1 метра.

Когда закончите прокладку провода, еще раз тщательно все проверьте. После этого можете зашпаклевать штробы и приступить к следующему помещению. Когда все провода проведены, и концы всех групп будут висеть пучком в прихожей, самое время заняться монтажом электрического щитка.

Электрощиток следует поставить внутри квартиры, тогда количество и ценовую категорию, производителя автоматов и УЗО вы можете выбрать сами и легко расширить их количество. Не экономьте на начинке щитка!

Автоматов в электрощитке должно быть столько, сколько у вас отдельных линий с освещением и розетками. Для влажных помещений желательно использовать УЗО или дифференциальные автоматы. Эти устройства защищают людей от электротравм, в случае их касания за оголенные провода и части оборудования, находящегося под напряжением.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Электропроводка» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Как правильно использовать гофротрубу».
- ◆ «Испытания строительно-монтажных клемм».
- ◆ «Способы соединения проводов. Практика».
- ◆ «Использование современных клеммников при монтаже щитка».
- ◆ «Испытание монтажной клеммы с помощью 25 утюгов».
- ◆ «Опрессовка многожильного провода и проверка надежности контакта».
- ◆ «Выбираем и тестируем ПХВ короба».
- ◆ «Испытываем на прочность самоклеющуюся площадку для крепления проводов».
- ◆ «Настройка электронного таймера».

ЗАЩИТА ДОМА ОТ УДАРА МОЛНИИ

Кто изобрел громоотвод. В принципе система молниезащиты на удивление проста. Стоит задача — встретить молнию на подлете к вашей антенне или крыше и сделать так, чтобы она изменила свое первоначальное направление и, скользнув вдоль стены, ушла в землю рядом. Поэтому молниезащита состоит из трех основных частей: молниеприемника; токоотвода; заземлителя.



Это интересно знать.

Молниеприемник получает удар молнии, передает его токоотводу, а тот — заземлителю, который гасит разряд в толще грунта.

Малоизвестно, что изобретателем громоотвода (правильнее — молниеотвода) был гражданин США Бенджамин Франклин. Большинство знают его в лицо только по изображению на купюре в 100 долларов (рис. 6.1)!!! Франклин посвятил изучению электричества семь лет. Главным итогом этого увлечения и стал молниеотвод.

В 1752 г. Франклин доказал, что молния — это электрический разряд. Он запустил воздушного змея с металлической пластиной в грозовую тучу. Когда молния ударила в пластину, из нее посыпались искры.



Рис. 6.1. Известный портрет Б. Франклина

Этот опыт был очень опасным, и ученого, пытавшего его повторить, убило молнией. Но опыт помог Франклину доказать, грозовые тучи имеют статический заряд и что молния — очень мощный разряд. В том же году Франклин установил первый громоотвод в стене дома.

Громоотвод улавливал молнию и безопасно для дома отводил ее разряд в землю. За остальные годы своей многогранной творческой деятельности Франклин сумел создать карту течения Гольфстрим, изобрел экономичную печку, до сих пор распространенную в Америке и Франции, придумал уличные фонари и двойные очки для старческой дальнозоркости, да еще был избран президентом США.

Расчет эффективной молниезащиты небольшого дома не сложный.

Шаг 1. Определение высоты дома. По коньку крыши проводится провод, образующий **центральную линию** токоотвода. Определяем высоту расположения этой линии h . Эта практически высота дома (рис. 6.2). Она является точкой отсчета при планировании всей системы молниезащиты. В нашем случае высота дома составляет 11 м.

Шаг 2. Определение угла защиты α . Диаграмма приведена на рис. 6.3. Высота дома (в нашем случае 11 м) образует горизонтальную ось диаграммы. После этого проводим вертикальную линию от значения высоты h вверх до ее пересечения с кривой соответствующей категории защиты (в нашем случае III). Соответствующая точке пересечения позиция на вертикальной оси диаграммы сообщает нам значение угла защиты α . В нашем случае он составляет 60° .

Шаг 3. Перенесите этот угол на наш дом. Все включенные в данную зону части дома защищены.

Шаг 4. Защита частей дома, находящихся вне угла защиты. Части дома, находящиеся вне зоны защитного угла, должны быть защищены отдельно. В нашем случае незащищенной является, во-первых, труба. Она имеет диаметр 70 см, должна быть

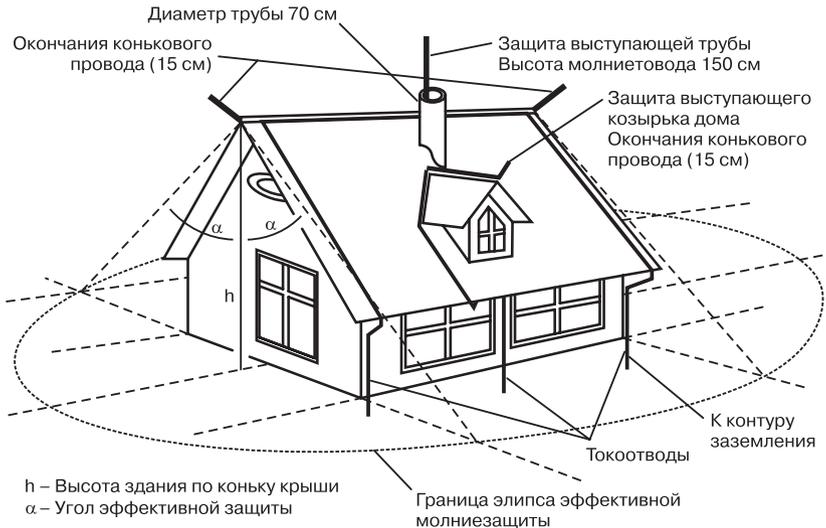


Рис. 6.2. Расчет эффективной зоны молниезащиты частного дома

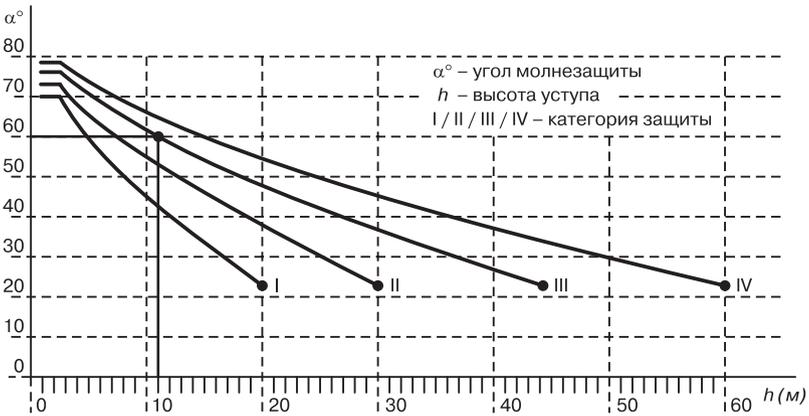


Рис. 6.3. График зависимости радиуса зоны защиты от высоты дома

снабжена молниеотводной мачтой длиной 1,50 м. Во-вторых, чердачные окна на крыше снабжаются отдельными коньковыми проводниками. Окончания конькового провода должны выступать над крышей и быть загнутыми кверху по длине на 0,15 м. Это необходимо для защиты выступающего козырька дома.



Это интересно знать.

Это простейший расчет молниезащиты дома. Он не учитывает многих особенностей дома и участка, состояния почвы. Поэтому расчет в более сложных случаях нужно доверить профессионалам. Это ваша безопасность.

Молниеприемники. В ряде случаев в качестве молниеприемников можно использовать металлические элементы труб, металлическую кровлю, карнизы, соединенные с заземлителем. Но могут быть и специальные конструкции. В общем случае молниеотвод — это устройство из трех основных элементов:

- ♦ молниеприемника, который принимает разряд молнии;
- ♦ токоотвода, который должен направить принятый разряд в землю;
- ♦ заземлителя, который отдает заряд земле.

Задача — встретить молнию на подлете к вашей крыше и сделать так, чтобы она изменила свое первоначальное направление и, скользнув вдоль стены, ушла в землю рядом. Молниеприемник встречает удар молнии, передает его токоотводу, а тот — заземлителю, который гасит разряд в толще грунта.

Для частного дома этого оказывается достаточным. Молниеприемник может иметь вид металлического штыря (стержневой), натянутого вдоль конька крыши металлического троса или металлической сетки из арматуры с шагом ячеек обычно 6–12 м.



Будьте осторожны!

Для защиты от прямого удара молнии следует устанавливать молниеприемник на такую высоту, чтобы в зону

защиты (это все, что вмещается в конус, высота которого определяется высотой молниеприемника, а диаметр основания равен тройному значению высоты) попадали выбранные объекты.

Для таких молниеотводов используют достаточно высокие, стоящие рядом деревья или сооружают мачты. Но мачты с молниезащитой не всем по карману, хотя они признаны надежными (а в ряде случаев и единственно допустимыми), да и пейзаж они не облагораживают. Поэтому чаще всего применяют **тросовые** и **сетчатые** молниеприемники.



Это интересно знать.

Для строений с неметаллической кровлей допустима упрощенная схема молниезащиты.

Классическая конструкция молниеотвода. На самом высоком месте кровли устанавливают при помощи деревянных подпорок стальной стержень круглого сечения диаметром 12 мм.



Полезный совет.

Его можно сделать и из стальной трубы, только обязательно с запаянным или закрытым металлической пробкой торцом.

Это — **молниеприемник**. Он примет на себя удар разряда молнии. Длина его может варьироваться от 20 см до 1,5 м, но в любом случае площадь сечения обращенного в небо штыря должна составлять не менее 1 см^2 (одного квадратного сантиметра).

От молниеприемника пойдет токоотвод — проволока с рекомендованной толщиной не менее 6 мм.



Полезный совет.

Ее нужно к молниеприемнику тщательно и надежно приварить: 200 тысяч ампер будут проходить через это соединение — не шутка, могут и расплавить.

Токоотвод спускают с крыши и, прикрепляя к стене дома скобами, доводят до земли и погружают в нее, где на глубине 1–2 м заложен тщательно приваренный заземлитель. В качестве заземлителя можно использовать кусок металлической трубы или лист стали. А если нет возможности копать, можно устроить заземлитель из забитого в землю стального прута. Его надо забить на глубину примерно 2–3 метра. Подробно о заземлении см. гл. 4.

Особенности защиты дома с металлической кровлей. Для оборудования системой молниезащиты дома с металлической кровлей, рекомендуется подвести к двум противоположным скатам токоотвод и соединить его с заземлителями (например, водопроводной трубой). Токоотвод лучше прокладывать по стене дома, противоположной входу, и закапывать заземлитель подальше от фундамента и различных садовых построек. Токоотвод необходимо заизолировать от внешней среды и стен дома и поместить в трубу.



Это интересно знать.

Удар молнии в крышу дома из металла не опасен при условии, если последняя надежно заземлена.

Для ее заземления по всем углам кровли крепят токоотводы и соединяют их с заземлителями. Воронки водосточных труб проволокой надежно соединяют с кровлей, а концы труб — с землей. В этом случае сечение проволоки токовода должно быть не менее 30–35 мм².

Вообще заземление кровли должно быть не реже чем через 10–15 м ее периметра. Дымовая труба защищается металлическим колпаком, подключаемым к стальной кровле. Если нет колпака, то по периметру верхнего края трубы кладут 6–8-миллиметровую проволоку и также крепят ее к кровле.

Особенности защиты дома с кровлей из шифера. Для таких крыш специалисты советуют иную систему. Вдоль «конька» кровли по всей длине протягивается металлический трос на

двух деревянных подпорках на расстоянии 250 мм от конька, к нему припаивается токоотвод, спускается вдоль крыши, проходит по стене и уходит в землю. Токоотвод необходимо заизолировать от внешней среды и стен дома и поместить в трубу. Токоотвод припаян к заземлителю из стального листа. Система должна располагаться также на расстоянии 3–5 м от входа.

Особенности защиты дома с кровлей из черепицы. Для защиты черепичных крыш специалисты советуют накинуть на кровлю сетку из стальной проволоки с шагом ячейки не более чем 6×6 м, но и не особенно частой (не реже 3–4 м). Диаметр проволоки или троса для такой сетки должен быть приблизительно 6 мм. Все стыки проволоки тщательно пропаиваются.

Затем к этой сетке присоединяется токоотвод, который заканчивается закопанной в землю стальной пластиной заземлителя.

При наличии на расстоянии 3–10 м от строения высоких деревьев (в 2 раза и более превышающих его высоту с учетом всех выступающих над кровлей элементов дымовые трубы, антенны и т. д.), по стволу ближайшего дерева прокладывают токоотвод.

Верхний конец токоотвода должен выступать над кроной дерева не менее чем на 0,2 м. У основания дерева токоотвод присоединяют к заземлителю. Если конек кровли соответствует наибольшей высоте постройки, а крыша неметаллическая, над ним подвешивают тросовый молниеприемник, возвышающийся над коньком не менее чем на 0,25 м.

Опорами для молниеприемника служат закрепленные на стенах строения деревянные планки. Токоотводы прокладывают с двух сторон по торцевым стенам строения и присоединяют к заземлителям. При длине строения менее 10 м токоотвод и заземлитель выполняются только с одной стороны.

При наличии возвышающейся над всеми элементами кровли дымовой трубы над ней устанавливают стержневой молниеприемник высотой не менее 0,2 м, кладут по кровле и стене строения токоотвод, присоединяют его к заземлителю.

При наличии металлической кровли ее хотя бы в одной точке присоединяют к заземлителю, при этом токоотводами служат наружные металлические лестницы, водостоки и т. д. К кровле присоединяют все выступающие над ней металлические предметы, например, дефлекторы.

Во всех случаях применяют молниеприемники и токоотводы диаметром от 6 мм, а в качестве заземлителя — один вертикальный или горизонтальный электрод длиной 2–3 м, диаметром от 10 мм, уложенный на глубине не менее 0,5 м. Допускают сварные и болтовые соединения элементов молниеотводов.

Физические молниеприемники. Помимо «механических» молниеприемников существуют «физические». Возможность искусственно создавать столб ионизированного воздуха давно подсказала использование встречного «лидера» молнии в качестве своеобразного молниеприемника. Первые устройства для ионизации были основаны на применении радиоактивного изотопа.

При подаче напряжения к такому устройству появлялся столб ионизированного воздуха, на который и замыкался «лидер» от грозовой тучи. Позже эти устройства трансформировались в безопасные молниеприемники, работающие уже не от радиоактивных изотопов, а с помощью электроники.

Часто молнии разряжаются вблизи высоких объектов, не всегда попадая именно в них. Причем вблизи высоких объектов молнии наблюдаются несколько чаще, чем в других местах. Эта закономерность объясняется тем, что «встречный лидер» с высоких объектов как бы притягивает к себе «лидеров» из облака не только строго над своей вершиной, но и с периферийных частей тучи.

Эти удаленные «лидеры» иногда «не в силах» замкнуться на встречный «лидер» от высокого объекта. В итоге они все равно замыкаются на землю, но уже на встречные «лидеры» с других, менее высоких объектов.

**Это интересно знать.**

Получается, что любая мачта (например, сотовой связи) объективно притягивает в зону своего расположения большее число молний. Этот факт заставляет серьезно задумываться о безопасности и гарантированной молниезащите своего дома.

Заземление молниеотвода. В любом случае — как для «внешней», так и для «внутренней» молниезащиты — очень важна роль заземления.

**Будьте осторожны!**

Электроды должны заглубляться так, чтобы достигать влажных слоев почвы, иначе не будет заземления как такового.

Сила тока, протекающего по молниеотводу, в своем максимуме может достигать 200 000 А. Сопротивление же заземления молниеотвода не должно превышать 10 Ом. В итоге напряжение, возникающее в молниеотводе, может достигнуть значительно большей величины, чем напряжение пробоя.

**Будьте осторожны!**

В случае не совсем правильного заземления (при котором ток «не успевает» уходить в землю) или при опасном сближении самого молниеотвода с защищаемым объектом, произойдет пробой — ток будет «стараться» замкнуться на внутренние коммуникации дома (на электропроводку, трубы отопления и т. п.).

Особенности конструкции заземлителей. Заземлители (электроды) служат для отвода молнии в грунт. Они должны обладать малым удельным сопротивлением, которое в основном зависит от состава почвы, ее влажности, температуры и других факторов.

Вертикальные заземлители применяют при сухих грунтах и низком уровне грунтовых вод в виде 2–3 метровых метал-

лических стержней, вбитых на расстоянии около 3 м друг от друга и соединенных между собой на глубине не менее 0,5 м перемычкой, в середине которой присоединен токоотвод.

Горизонтальные заземлители — это уложенные на глубине не менее 80 см длинные (3–5 м) металлические профили (прокат): стальная арматурная проволока диаметром 15–20 мм, полосовая сталь сечением не менее 160 мм² (40×4 мм), уголки с шириной полок 40–50 мм. Применяются они при влажных почвах, высоком уровне грунтовых вод (менее 1,5 м), на торфяниках.



Полезный совет.

Заземлители рекомендуется укладывать подальше (не менее 5 м) от проходов (крыльца) и пешеходных дорожек.

Использование деревьев для молниезащиты. Если рядом с домом или хозяйственными постройками (в пределах 3–10 м) имеются высокие деревья (15–20 м), их можно использовать для оборудования одновременной молниезащиты всех строений, находящихся в этой зоне.

Другой вариант конструкции молниеприемника, который чаще всего встречается в практике для защиты дома от ударов молнии, представляет собой мачту, выполненную из твердых пород дерева. Ее длина в зависимости от расположения на доме может быть от 3 до 6 м. Желательно, чтобы верхняя точка молниеприемника возвышалась над коньком дома на 2–3 м.

К верхней части мачты крепится металлический стержень. Это может быть уголок, проволока диаметром 5–8 мм или отрезок трубы диаметром от 10 до 15 мм, которые принимают на себя удар молнии, а затем по токопроводящему проводу отводят его к заземлителю, находящемуся в грунте.

Диаметр токоотводящего провода — не менее 5 мм, заключен в надежную изоляцию и должен обладать хорошей проводимостью. Лучше всего для этих целей подходит медный провод.



Полезный совет.

Все системы молниезащиты необходимо регулярно осматривать и при необходимости делать ремонт или заменять отдельные элементы. В случае необходимости замены электродов вертикального заземлителя, целесообразно не удалять поврежденные детали, а вкопать рядом новый заземлитель, присоединив его к общему токоотводу.

Элементная база внешней молниезащиты. Задача внешней системы молниезащиты — на долю секунды раньше непосред-

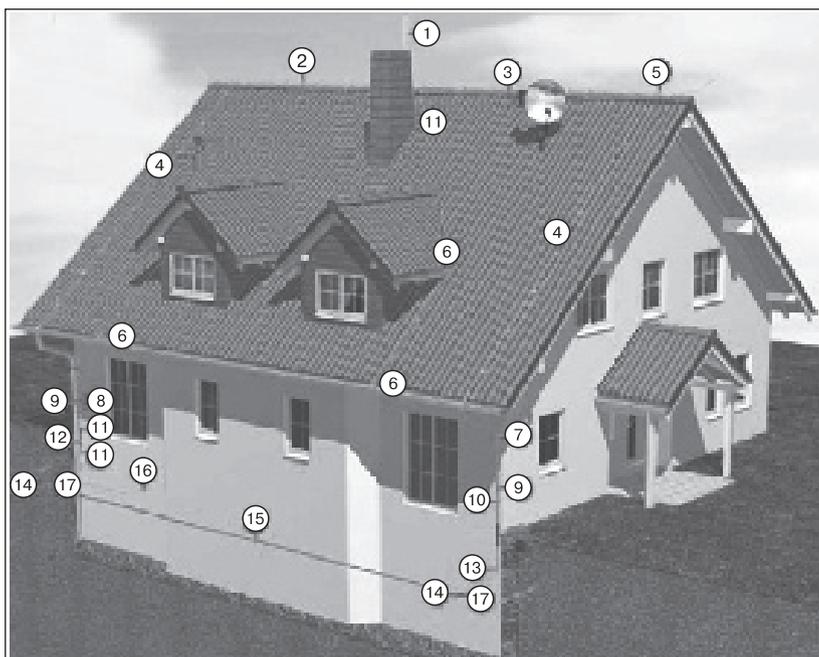


Рис. 6.4. Элементы внешней молниезащиты:

1 — громоотвод; 2 — держатель проволоки на коньке; 3 — крышные держатели для кабеля; 4 — держатели проволоки; 5 — держатели стержня; 6 — клеммы водосточного желоба; 7 — клеммы для быстрого соединения Vario; 8 — крестовой соединитель; 9 — клеммы; 10 — фальц-клеммы; 11 — хомуты для водосточного желоба; 12 — соединительные и перемыкающие элементы; 13 — вводные штыри заземления; 14 — контрольные соединения; 15 — контур заземления; 16 — контрольные дверцы; 17 — хомуты для водосточной трубы

ственного контакта уловить разряд молнии и отправить его по токоотводам на заземление. Система внешней молниезащиты, организованная по принципу молниеприемной сетки, проектируется индивидуально под каждый конкретный дом. Материал кровельного покрытия, угол наклона кровли, размеры слуховых окон, размеры мансардных окон, наличие антенн, материал водосточных систем, способ их монтажа, количество труб и их размеры — все это и многое другое имеет значение при проектировании подобной системы (рис. 6.4).

В зависимости от материала кровли молниеприемная часть может быть выполнена из следующих материалов:

- ◆ оцинкованная сталь;
- ◆ алюминий;
- ◆ медь;
- ◆ нержавеющая сталь.

На кровле все закрепляется с помощью специального крепежа, разного для каждого типа кровельного покрытия, как по материалу изготовления, так и по способу его монтажа. Это позволяет создать современную комплексную систему, отвечающую самым жестким требованиям по безопасности и эстетике внешнего вида, учитывая все особенности вашего дома.

К элементам внешней молниезащиты относятся:

- ◆ громоотводы;
- ◆ кабельный ввод через крышу;
- ◆ крышные держатели для кабеля;
- ◆ кабельные кронштейны;
- ◆ держатели стержня;
- ◆ клеммы;
- ◆ клеммы для быстрого соединения Vario;
- ◆ крестовой соединитель;
- ◆ клеммы;
- ◆ фальц-клеммы;
- ◆ хомуты для водосточного желоба;
- ◆ соединительные и перемыкающие элементы;

- ◆ вводные штыри заземления;
- ◆ контрольные соединения;
- ◆ контрольные дверцы;
- ◆ хомуты для водосточной трубы.

Некоторые из этих элементов показаны на рис. 6.5.

Элементная база системы внутренней молниезащиты. Рассмотрим частный дом (рис. 6.6). Внутренняя система состоит из шины выравнивания потенциалов, которая объединяет все протяженные металлоконструкции дома, и разрядников. Задача разрядников заключается в нейтрализации импульса перена-

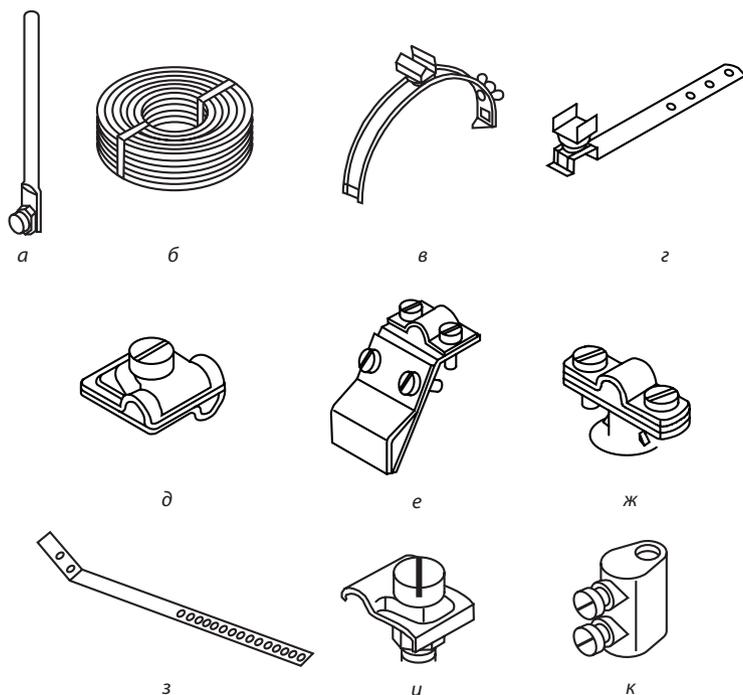


Рис. 6.5. Отдельные элементы внешней молниезащиты:

а — молниеприемный стержень; б — круглый проводник; в — кровельный держатель проводника; г — кровельный держатель проводника; д — универсальный соединитель быстрого монтажа; е — клемма-держатель на желобе водостока; ж — держатель проводника; з — хомут-держатель на трубе водостока; и — клеммный соединитель; к — промежуточный соединитель

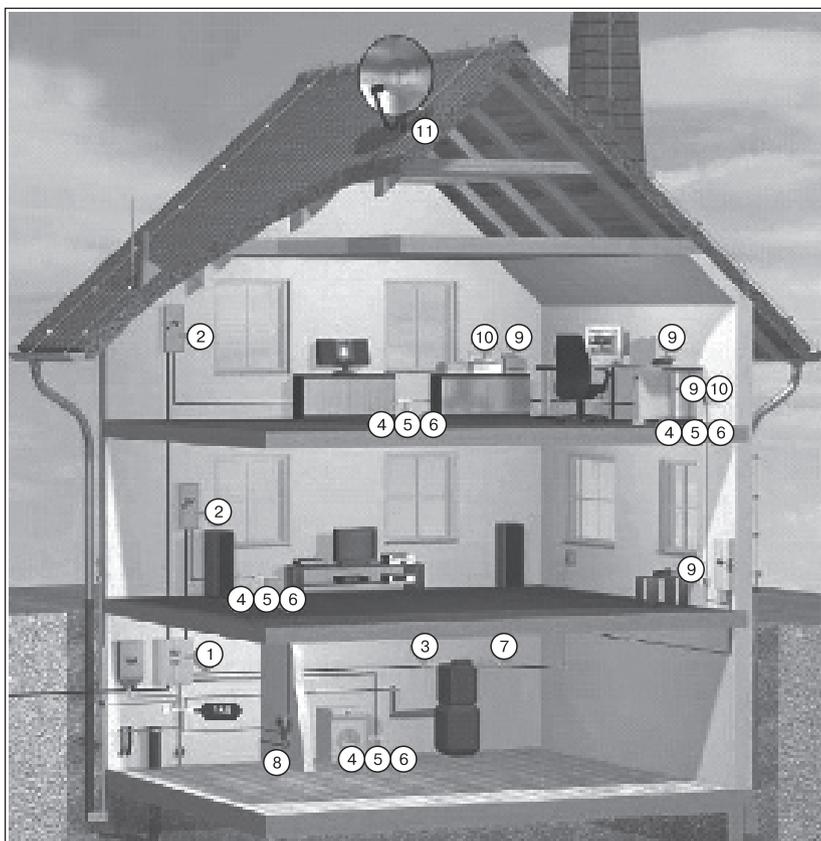


Рис. 6.6. Внутренняя система молниезащиты частного дома:
 1–2 — устройства молниезащиты Lightning-Controllers и грозоразрядники;
 3–6 — системы защиты электросетей;
 7–10 — системы защиты информационных и связных сетей

пряжения, попадающего в ваш дом по линиям электропередач или системам коммуникаций. Таким образом, осуществляется защита всех электроприборов в доме и всей электропроводки от любого вида импульсного перенапряжения.

К системам защиты от перенапряжения относятся:

- ♦ устройства молниезащиты Lightning-Controllers;
- ♦ грозоразрядники (В);

- ◆ системы слежения за работой;
- ◆ катушки (индуктивности);
- ◆ системные решения;
- ◆ ограничители напряжения (С);
- ◆ фотореле;
- ◆ устройство контроля изоляции и ограничителей ISOLAB;
- ◆ устройство регистрации тока пробоя Peak Current System;
- ◆ ограничители напряжения (D);
- ◆ устройства защиты линий передачи данных;
- ◆ устройства грозозащиты;
- ◆ защитные клеммы;
- ◆ устройства отвода с искровым промежутком Parax;
- ◆ защитные искровые грозоразрядники.

К системам выравнивания потенциалов относятся:

- ◆ шины для выравнивания потенциалов;
- ◆ заземляющие полосы;
- ◆ зажимы заземления (хомуты);
- ◆ клеммы;
- ◆ зажимы заземляющих клемм;
- ◆ держатель плоского проводника.

Некоторые из этих элементов показаны на рис. 6.7.



Рис. 6.7. ОПВ разных уровней В, С, D,

Как защитить телеантенну от удара молнии. Искра «пробивает» на том участке, где расстояние между «плюсом» и «минусом» короче. Поэтому молния, как правило, ударяет в отдельно стоящие объекты, которые поближе к небу, вроде высокого дерева или антенны вашего дома. Замечу также, что есть у электричества природная любовь к металлу. Если небесной искре предоставить выбор между стальным или деревянным столбом, при прочих равных условиях ее потянет «на железненькое».

Рассмотрим случай, если **рядом с антенной нет молниеотвода**. Комнатные телевизионные антенны в грозозащите не нуждаются. Что касается наружных антенн, то необходимость в защите определяется местом их установки.



Будьте осторожны!

В грозозащите нуждаются все внешние телеантенны, которые не расположены в зоне действия молниеотвода.

Т. е. если наружная антенна находится вблизи высоких зданий и сооружений, оборудованных молниеотводом (например, возле фабричной трубы, высокого дома, мачты передающей радиостанции и т. п.), устройство защиты от молнии устанавливать не обязательно. Если антенна установлена на крыше отдельно стоящего (даже одноэтажного) дома или на здании, которое выше окружающих домов, молниезащита необходима.



Будьте осторожны!

Металлические мачты, на которых устанавливаются антенны, обязательно должны заземляться.

Лучшая молниезащита — металлический заостренный штырь, установленный на вершине мачты (острие штыря должно хотя бы на 1,5 м быть выше антенны). Штанга телевизионной антенны, подключенная к контуру молниезащиты, изображена на **рис. 6.8**.



Будьте осторожны!

Все соединения в системе грозо-защиты необходимо выполнять максимально надежно: с помощью сварки, пайки или, в крайнем случае, с помощью резьбовых соединений.

Система молниезащиты не должна нарушать нормальную работу телевизионной антенны.

Случай 1. Антенна располагается на заземленной металлической крыше. Ее заземление обеспечивается соединением нижней части металлической мачты с кровлей.

Случай 2. В антенне применяется в качестве УСС петлевой вибратор. Он в своей средней точке соединен с металлической стрелой, а стрела с металлической мачтой, поэтому необходимо заземлить мачту.

Провод токоотвода должен подключается к точке нулевого потенциала антенны, которой могут быть:

- ◆ середина неразрезанной трубки петлевого вибратора;
- ◆ середина шунта диапазонного шунтового вибратора;
- ◆ короткозамыкающая перемычка четвертьволнового мостика разрезного линейного вибратора;
- ◆ металлическая стрела и т. д.

При отсутствии точки нулевого потенциала в схему антенны нужно включать дроссель большой индуктивности, который подсоединяется к специальным клеммам антенны. В этом случае середина отвода дросселя будет точкой нулевого потенциала.

Случай 3. Мачта антенны деревянная, стоит на земле. По ней необходимо проложить толстый медный (можно стальной) провод токоотвода или металлическую шину диаметром



Рис. 6.8. Штанга телевизионной антенны, подключенная к контуру молниезащиты

не менее 5 мм. Экран кабеля снижения также должен быть соединен с точкой нулевого потенциала антенны. Второй конец провода заземления должен быть соединен с заземлителем, в качестве которого может быть использован как сам провод или шина, так и специально закопанные в землю металлические детали.

Случай 4. Антенна устанавливается на неметаллическую крышу. В этом случае металлическую мачту нужно соединить в ее верхней части с экранами кабелей и с точкой нулевого потенциала антенны. К нижней части мачты нужно подключить провод токоотвода, проложив его вдоль стены дома, и заземлить, уложив по дну траншеи на глубине 1 м. При этом длина горизонтального заземляющего отвода должна быть:

- ◆ для глинистой почвы — не менее 2 м;
- ◆ для суглинка — 4 м;
- ◆ для чернозема — не менее 6 м;
- ◆ для каменистой почвы — 10 м;
- ◆ для песчаной почвы — 12 м.

Следует отметить, что заземлять необходимо только металлические части антенны. Нельзя заземлять электроприборы и электроизделия, у которых шасси соединено с одним из проводов питающей сети переменного тока.



Будьте осторожны!

Если такое изделие окажется соединенным с незаземленным проводом сети, то присоединение внешнего заземления приведет к короткому замыканию.

Простейшими заземлителями могут быть металлические листы, предметы, использовавшийся в хозяйстве (тазы, ведра и т. д.), трубы, толстый металлический провод и др.

Для устройства заземления вблизи дома или места, где установлена антенна, вырывается яма глубиной до 2 м, в нее помещается заземлитель, к которому предварительно уже приварен стальной проводник диаметром не менее 5 мм.

Если в качестве заземлителя используется стальной провод, то необходимо закопать его в виде мотка диаметром 1 м на глубину 2 м. Длина провода в мотке должна быть не менее 20–25 м.

Заземлителем можно считать отрезок толстостенной трубы длиной 1,5–2 м, закопанный на глубину 2–3 м. Во всех случаях конец проводника от заземлителя, закопанного в землю, можно укрепить на стене дома с помощью скоб, к нему в дальнейшем присоединяется провод заземления от антенны.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Защита дома от удара молнии» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Как противостоять мощным высоковольтным импульсным помехам».
- ◆ «Подключение и диагностика ограничителя варисторного серии ОПВ».

ОСВЕЩЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ КВАРТИРЫ И ДОМА

Выбор светильника в зависимости от поставленной задачи

Светильники прямого света предназначены для помещений с невысокими потолками. Как правило, это обычные потолочные или встроенные в потолок приборы. Они отличаются экономичностью при создании местного освещения для чтения и работы или при подсветке картин, скульптур и т. д.

Светильники рассеянного света имеют наиболее высокий коэффициент полезного действия (КПД) и подходят для общего освещения. Оно отличается равномерным распределением яркости света, отраженного от поверхностей стен, потолка и пола, мягкими тенеобразующими свойствами и повышенной насыщенностью светом, что важно для создания зрительного комфорта. Но если в цветовой гамме интерьера преобладают темные тона (особенно потолка и стен), то для таких светильников придется ставить более мощные лампы.

При покупке светильника необходимо проверить его работоспособность, надежность крепления деталей, насколько легко устанавливается лампа в патроне и есть ли простой доступ к лампе и внутренним поверхностям, требующим регулярной очистки. Следует помнить, что более твердые материалы, имеющие гладкую поверхность, меньше загрязняются и проще моются.

Светильники отраженного света создают наиболее комфортное и равномерное освещение, полностью соответствующее нормам по ограничению показателей слепящего эффекта и дискомфорта, хорошую насыщенность светом, сочетание с верхним или боковым дневным светом. Для повышения экономичности освещения необходима отделка потолка с максимальным коэффициентом отражения.

Правила подбора светильника

При выборе светильника учитывают:

- ◆ условия окружающей среды;
- ◆ требования к характеру светораспределения;
- ◆ электробезопасность;
- ◆ экономическую целесообразность.

В квартирах и комнатах с **низкими потолками** рекомендуется применять:

- ◆ светильники, люстры с короткими и регулирующимися штангами, шнурами;
- ◆ подвесы с плоскими рассеивателями, подобранными по декоративной расцветке, соответствующей цвету стен жилого помещения;
- ◆ потолочные светильники и плафоны с декоративной отделкой.

Для просторных комнат и квартир с **высокими потолками** подойдут:

- ◆ многорожковые люстры;
- ◆ декоративные подвесные светильники с большим количеством (3–5) рассеивателей.

Для создания уюта и обстановки, способствующей отдыху человека после трудового дня, учебы, чтению художественной литературы, применяют **светильники для местного освещения**. Вариантов исполнения светильников местного освещения очень много.

Полезные советы по организации правильного освещения

Комфортность современного жилья неотделима от качественного освещения. При этом глаза не должны перенапрягаться и уставать. Оказывается, чтобы достичь зрительного комфорта, надо выдержать на определенном уровне много светотехнических параметров:

- ♦ оптимальную освещенность;
- ♦ минимальное слепящее действие;
- ♦ грамотное распределение яркости света по основным поверхностям;
- ♦ правильную цветопередачу и тенеобразование. А обеспечить все это помогут правильно выбранные и размещенные светильники.

С изменением яркости света, отраженного от пола, стен и потолка, меняется зрительное восприятие пропорций помещения, поэтому, варьируя яркость, можно «корректировать» объем помещения. А то, как мы воспринимаем форму предмета, оказывается, зависит от яркости отдельных его поверхностей и от распределения образующихся на нем теней. Значит, свет может «управлять» формой объектов, увеличивать или, к сожалению, уменьшать их выразительность.

Главное здесь — правильно выбрать **направление падающего светового потока**. Если объемный предмет равномерно осветить со всех сторон, он может казаться плоским, так как при рассеянном освещении объемность теряется. Известно, что цвет эмоционально воздействует на человека. Поэтому следует учитывать, что восприятие одного и того же цвета может сильно зависеть от климата местности, а также от привычек и вкусов человека. Так, в журнале *«Идеи Вашего дома»* (№7/2000) Марина Табакова дает ряд полезных и интересных советов по правильной организации освещения в доме.

Совет 1. Темный потолок кажется более низким, а светлый — высоким. Слишком светлый пол «снижает» высоту

помещения. Более светлая стена в конце узкого коридора зрительно делает его шире.

Совет 2. Цвета теплых тонов «приближают» предметы (например, желтая стена кажется ближе), а холодных — «удаляют».

Совет 3. В маленьких помещениях для визуального расширения пространства и увеличения насыщенности светом нужно повышать освещенность стен и применять отделочные материалы с хорошими отражающими свойствами (то есть с большим коэффициентом отражения), а в больших — применять тот же прием, но для пола и потолка.

Совет 4. Окна, картины и зеркала способствуют «расширению» пространства.

Совет 5. При освещении больших помещений лучше использовать светильники прямого света.

Совет 6. Следует помнить, что черный цвет «сужает» помещение, а белый — «расширяет».

Совет 7. Если в узком помещении светильники расположены вдоль средней линии потолка, то комната будет казаться еще более узкой. Чтобы ее зрительно расширить, необходимо расположить светильники по линии, смещенной к одной из стен.

Совет 8. В помещении можно выделить функциональные зоны не только перегородками, но и с помощью светильников местного освещения, например, бра.

Совет 9. Наименее устойчивы к воздействию света рукописи, документы, фотографии, произведения живописи (акварель, темпера, пастель), гобелен, кружева, одежда. По нормам уровень освещенности таких предметов не должен превышать 50 лк.

Совет 10. Наилучший результат дает сочетание рассеянного или отраженного освещения с прямым направленным светом, но при работе с объектом (таким как, например, лицо человека), имеющим глубокий, ярко выраженный рельеф, важнее роль мягкого рассеянного или отраженного света.

Совет 11. Применяя светильники направленного света, необходимо избегать образования нежелательных теней, способных изменить форму и освещаемого, и близлежащего объекта, а также интерьера в целом.

Совет 12. Если поверхность освещена неравномерно, то ее отдельные участки воспринимаются как лежащие на разных уровнях.

Совет 13. Экспериментируя с тенями, можно создавать самую разнообразную световую динамику в помещении.

Совет 14. Если в комнате создана равномерная освещенность, то теплый цвет воспринимается ярче, чем холодный.

Совет 15. Если поверхность предметов, стен и т. д. окрашена в темный цвет, то их фактура и обработка не будут хорошо видны.

Совет 16. На ярком фоне объект выглядит темнее, а на темном — светлее.

Совет 17. Цвета теплой тональности выигрывают при освещении лампами накаливания и разрядными лампами тепло-белого света.

Совет 18. Если в отделке использовать насыщенные и разнообразные по тону цвета, то зрительное утомление увеличивается.

Поддержание постоянного уровня освещенности

Системы освещения с регулировкой светового потока обеспечивают больший комфорт и экономию электроэнергии. Наряду с индивидуальным использованием дистанционного управления или клавишного выключателя начинают применяться контуры регулирования с датчиками дневного света.

В светильниках с использованием **низковольтных галогенных ламп**, работающих с магнитным трансформатором, управление осуществляется через **регулировку светового потока с отсечкой фазы по заднему фронту**. При работе с электронными трансформаторами управление осуществляется через

регулировку светового потока с отсечкой фазы по переднему фронту.

В светильниках с электронными ПРА, управляющими компактными люминесцентными лампами, а также с люминесцентными лампами диапазон регулирования светового потока составляет 0–100% и 1–100%, соответственно. Регулировка светового потока при этом осуществляется через **интерфейс 1–10 В**.

Поддержание постоянного уровня освещенности осуществляется системами освещения с регулировкой светового потока. Это позволяет снизить расходы на электроэнергию, повысить световой комфорт и адаптировать освещение индивидуальным требованиям.

Подключение осуществляется через ЭПРА с возможностью регулирования светового потока через **интерфейс 1–10 В** или **DALI в комбинации** с соответствующими датчиками. При этом различают автоматическое управление, ручное и комплексное управление. Подбор подходящих 1–10 В компонентов управления зависит от каждого конкретного случая применения. При использовании световых датчиков уровень освещенности регулируется в зависимости от уровня естественного дневного света. Таким образом, для освещения используется и бесплатный дневной свет, что позволяет экономить до 60% расходов на электроэнергию. До 70% расходов на энергию можно экономить, используя специальные датчики для выключения света, датчики движения и таймеры.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Освещение современного дома» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Устройство, подключение, использование датчика движения».
- ◆ «Подтопление лампы накаливания — источник пожара (не повторять!)».
- ◆ «Лампы накаливания могут стать причиной пожара».
- ◆ «Современные светильники со встроенными датчиками».

АВТОМАТЫ ЗАЩИТЫ ПО ТОКУ ИЛИ ПРОСТО АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Об энергии короткого замыкания

С момента изобретения мощных источников тока началась и история развития автоматического выключателя. В чем, собственно, заключается проблема — щелк и все, цепь разомкнута. Но на самом деле все гораздо сложнее. По электрическому проводу может течь огромная, по своей разрушающей возможности, энергия. И именно автоматический выключатель должен сделать разрыв в цепи и при этом остаться неповрежденным.

Если говорить о простом размыкании, сделанным при выключенных потребителях электроэнергии, то все довольно просто. Никаких подводных камней нет. Самый сложный случай — была какая-то авария, и автоматический выключатель сам отключился. Что в таких ситуациях происходит чаще всего? Вы правильно ответили — открывается электрощиток, и рычажок автомата переводится в верхнее положение.

Если причина аварии не была устранена или хотя бы не «отгорела», то происходит еще одна авария, только проходит она не где-нибудь, а прямо перед вами — внутри корпуса автоматического выключателя.

Энергию короткого замыкания можно примерно оценить, имея точные данные по проекту электроснабжения помещения. Но это будет просто приблизительная оценка. Реальное

короткое замыкание в проводке квартиры — это всегда искры, хлопок и обгорание материалов в зоне действия дуги. Именно в таких условиях контакты автоматического выключателя работают и остаются целыми. Это достигается разными способами и путями.

Материалы для автоматических выключателей

Бытует мнение, что наилучшим материалом для контактов автоматических выключателей, является **серебро**. Для контактов — несомненно, но именно для простых контактов. Серебро имеет много положительных качеств и востребовано в электротехнике.

Два отрицательных момента портит его идеальную картинку — это довольно высокая цена и низкая температура плавления. При 960 градусах по Цельсию изделия из этого благородного металла превратятся в лужицу расплава.

Если вернуться к возможной температуре в зоне действия дуги короткого замыкания, то это — около 6000 °С. Это очень высокая температура и серебро в чистом виде расплавиться за очень короткое время.

Чтобы этого избежать, для изготовления контактов применяются различные сплавы и покрытия. Идеального материала для контакта еще не придумали. К этим материалам, или композициям из них, предъявляются требования, противоречивые по своей природе. Но эти **требования** вполне логичны:

- ◆ устойчивость к механическому износу;
- ◆ коррозия и электрический износ также должны быть минимальными;
- ◆ максимально возможная электропроводность и теплопроводность;
- ◆ максимальная устойчивость к свариванию.

Все контактные материалы могут не полностью удовлетворяют всем предъявляемым к ним требованиям. Например,

многие материалы, обладают хорошей электропроводностью и теплопроводностью, но не имеют достаточной твердости или подвержены окислению.

При разработке и изготовлении электрических контактов выбирают тот материал или группу материалов, который наиболее полно удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к работе данной контактной пары. Для электрических контактов и деталей автоматических выключателей наиболее часто используются традиционные для электротехники материалы: твердая и мягкая медь, латунь для изготовления токоведущих деталей аппаратуры, сталь и, естественно, благородные и редкие металлы. Без них качественный контакт получить не удастся. Это типовой перечень проводниковых материалов, которые находят самое широкое применение при изготовлении электрических контактов.

Форма контактов

Современная теория электрических контактов еще разрабатывается. Даже не все физические явления, происходящие между контактами, до конца исследованы и объяснены. Но на многие вопросы уже получены ответы, и наработанный опыт позволяет сформировать **общая теория электрических контактов**.

Поверхность можно определить, как границу между реально существующими телами и окружающей их средой. Простейшей формой поверхности принято считать плоскость, но ее практически невозможно получить.

Всякую плоскость можно представить как часть некоторой криволинейной поверхности с очень большим радиусом кривизны. И поэтому такие поверхности обладают некоторой **стрелой прогиба**. Величина этого прогиба зависит как от метода изготовления поверхности, так и от условий ее работы. Стрела прогиба характеризует величину отклонения реальной плоскости от идеальной. Поверхности реальных плоскостей имеют

волнистости. С помощью микроскопа можно увидеть и более сложные построения отдельных элементов поверхности.

Поверхности можно разделить на три группы:

- ◆ ровные;
- ◆ шероховатые;
- ◆ гладкие;
- ◆ не ровные.

Немногие поверхности оптических приборов, с некоторой натяжкой, можно отнести к гладким. Поверхности электрических контактов наиболее часто являются шероховатыми. Долговечность электрических контактов, в значительной мере, определяется качеством обработки их поверхности, которое зависит от чистоты и свойств применяемого металла.

Форма неровностей поверхности значительно влияет на следующие эксплуатационные свойства электрических контактов:

- ◆ износостойчивость трущихся поверхностей;
- ◆ усталостную прочность;
- ◆ сопротивляемость эрозии;
- ◆ коррозионную устойчивость.

Гладкие и совершенно параллельные поверхности получить, в принципе, невозможно. Поэтому поверхности двух соединенных электрических контактов соприкасаются между собой лишь в некоторых точках. В случае повышения сжатия контактных поверхностей происходит раздавливание и деформация металла в местах выступов и превращение их в маленькие поверхности с отличным пропусканием тока. **Зона полной проводимости** находится в месте наибольшего давления между контактами.

Зона неполной проводимости состоит из совокупности частей поверхности, покрытых пленками окислов. Электроны могут переходить через такие пленки, благодаря туннельному эффекту. От одной контактной поверхности к другой.

Зона полной непроводимости начинается там, где туннельный эффект уже невозможен. В этих зонах пленки окисления имеют значительную толщину.

При сравнительно небольших силах сжатия выступающие участки поверхностей входят в механическое соприкосновение. Это **упругие деформации**. Есть и пластические деформации, возникающие в случае, когда давление на контактирующие поверхности возрастает настолько, что достигается предел упругости. А в результате появляется **остаточная деформация**.

Одни металлы хорошо сопротивляются оказываемому на них давлению, так как они достаточно тверды, другие — плохо, так как они пластичны. Пластичные металлы, и серебро в этом списке в самом начале, предпочтительнее для использования в качестве электрических контактов. Но есть еще требования износостойкости, и тут мягкие материалы уже завершают список.

Борьба с окислением

На поверхностях практически всех электрических контактов образуются пленки. Эти пленки имеют сложный химический состав. Компонентами пленки является металл контакта, кислород, сера и прочие химические элементы. Например, атомы кислорода сначала создают на поверхности металлов тонкую одноатомную пленку сцепления, которая со временем и при повышении температуры утолщается.

Толщина возникающих пленок зависит от таких факторов:

- ◆ химической активности металлов;
- ◆ степени их очистки и полировки;
- ◆ химического состава среды, в которой находятся контакты;
- ◆ температуры и многих других факторов.

Так, в чистом воздухе окисная пленка алюминия имеет толщину 10—15 нм, а цинка — 0,5—0,6 нм. Эти цифры дают представление о скорости проникновения в глубину металлов атмосферной коррозии. Она составляет:

- ◆ для свинца — 4 мкм/год;

- ◆ для алюминия — 8 мкм/год;
- ◆ для меди и олова — 12 мкм/год;
- ◆ для цинка — 50 мкм/год;
- ◆ для железа — 200 мкм/год.

Если толщина пленки превышает 2,5—3 нм, туннельный эффект прекращается. При этом электроны уже не могут преодолеть достаточно большой потенциальный барьер, и пленка становится диэлектриком.

Пленки потускнения

Эти пленки плохо проводят электрический ток и относятся к диэлектрическим пленкам. Они появляются на поверхности чистых металлов и легко определяются — по потере металлического блеска поверхности. **Окисные пленки** могут возникать из-за соединения металла с кислородом воздуха, а **сульфидные пленки** — и из-за соединения металла с серой.

На поверхностях некоторых металлов окисные пленки создаются чрезвычайно быстро, буквально за доли секунд или секунды, на других они формируются в течение минут.

На поверхности **никеля** окисная пленка формируется достаточно медленно, но при повышении температуры толщина ее может быстро увеличиваться. В конце концов, постепенное утолщение пленки приводит к разрыву электрической цепи.

Бронза при нормальной температуре заметно не окисляется.

Поверхность контакта из вольфрама практически не покрывается пленками окисления.

Золото, даже при высокой температуре, заметному окислению не подвержено. **Платина** не окисляется. Правда, при соединении с некоторыми газами может создавать на своей поверхности пленки, которые несколько ухудшают проводимость в месте контакта.

Серебро окисляется, но совсем мало. Окисные пленки на серебре легко снимаются. Значительно более опасными и

прочными являются пленки, образуемые серебром с серой и ее соединениями, особенно в присутствии влаги. Серебро при этом тускнеет, и на его поверхности появляются пятна темного цвета. Но при достаточных механических сдавливающих усилиях эта пленка потускнения может разрушиться, и появятся очаги проводимости.

Существует ряд способов снятия пленок потускнения с поверхности металлов в целях улучшения электрического контакта. Например, разрушение пленок с помощью ударного воздействия или сильного сдавливания. Это называется искусственным старением. Пленки и сами по себе с течением времени могут растрескиваться и отваливаться. Это приводит к значительному улучшению электрического контакта. Процесс некоторого улучшения контакта при его эксплуатации, называется естественным старением.

Зависимость электрической проводимости контактов от механического сжатия

Размеры контактной поверхности, а, следовательно, и электрическая проводимость, существенно зависят от силы сжатия. Характер изменения проводимости при малых, средних и больших контактных усилиях несколько различается, но во всех случаях сдавливание контактов ведет сначала к упругой, а затем — к пластической деформации.

Проводимость контактов, находящихся под большим сжатием, более стабильна во времени, чем проводимость контактов, к которым приложены средние и, тем более, малые сдавливающие усилия.

Но возникает другая проблема — прилипание контактных поверхностей друг к другу. Пластичные металлы могут прилипнуть друг к другу и без повышения температуры. А при нагреве эти процессы значительно усиливаются. Прилипание контактов возможно лишь в случае применения чистых металлов,

на поверхности которых отсутствует слой окисной или иной пленки. При наличии пленок эффект прилипания ослабляется или полностью прекращается. При прохождении электрического тока через области контакта с окисными пленками, они могут полностью разрушиться, и тогда область контакта будет состоять из чистого металла. Возникают условия для прилипания и даже сваривания контактов.

Перейдем к чистой практике

Теория и практика на примере рассмотрения автоматического выключателя идут рука об руку. Выбор автомата затруднен богатством представленного ассортимента. Если у вас уже сложились определенные предпочтения, и производитель уже определен, то осталось выбрать номинал и тип. Это уже проще. Но сначала про сам автоматический выключатель (рис. 8.1), что в нем есть и для чего.

Независимо от номиналов самого выключателя, хоть он рассчитан для работы в линии 10 ампер, хоть 63 ампера, его устройство практически одинаково.

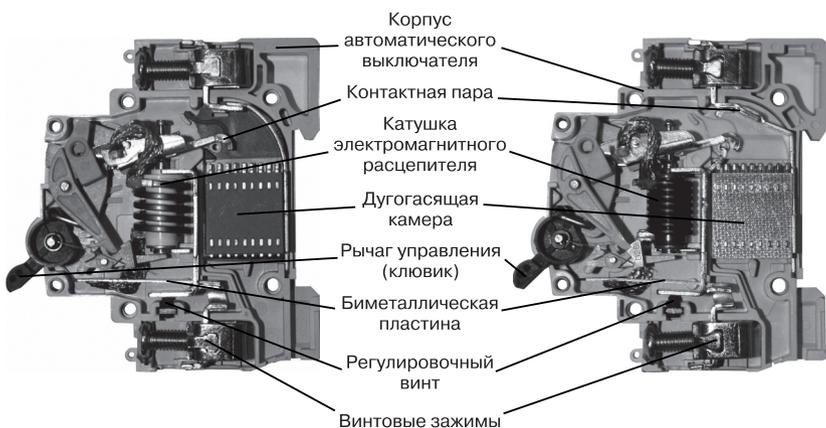


Рис. 8.1. Устройство автоматических выключателей

Корпус автоматического выключателя выполнен из пластика, не поддерживающего горение. Под воздействием высокой температуры, это материал может оплавиться, может потерять свою форму, но он не горит и даже при сильном нагреве не может стать источником возгорания.

Контактная пара состоит из неподвижного и подвижного контакта. Форма и материал его тщательно подбираются, исходя из требуемого режима работы. Катушка электромагнитного расцепителя имеет необходимое сечение провода и требуемое количество витков для расчетного тока срабатывания в режиме короткого замыкания.

Рычаг управления позволяет включать и отключать автоматический выключатель. **Дугогасящая камера** вступает в работу только в экстремальных ситуациях, когда при разрыве контактов возникла мощная электрическая дуга, и ее энергию необходимо погасить.

Биметаллическая пластина служит, своего рода измерительным инструментом, и определяет силу тока, текущего в линии. **Регулировочный винт** предназначен ТОЛЬКО для заводских настроек. Именно при его помощи возможна точная подстройка автоматического выключателя на заданные номиналы срабатывания. Для подсоединения линии к автоматическому выключателю предназначены **винтовые зажимы**.



Будьте осторожны!

При замене автоматического выключателя никогда не увеличивать номинал тока, который был указан на предыдущем автомате, или прописан в проекте или схеме.

Это очень важно, так как автоматический выключатель должен сработать при аварийной ситуации, а не стать самим источником ее. В книге намеренно не расписываются свойства автоматических выключателей разных серий, все эти данные есть в любом каталоге. Тип, марка, номинал — все это всегда указывается в проектах. И что-то изменять здесь не стоит.

Чтобы автоматический выключатель прослужил долго — его надо правильно установить. Обычно все проблемы возникают только от плохо затянутых контактов. Периодическая инспекция электрического щита, выявление мест локального нагрева и протяжка контактов позволит избежать проблем с электроснабжением.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Автоматы защиты по току» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Как проверяется автоматический выключатель».
- ◆ «Обзор автоматических выключателей и их устройство».

УЗО — УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Немного истории

Убивает не напряжение, а ток. С этой фразы начинается глава, посвященная устройствам, которые обуздали опасные свойства электрического тока и позволяют использовать любые электроприборы в любых условиях без риска для жизни. Рассмотрим Устройство Защитного Отключения — УЗО.

Об опасности воздействия электрического тока на человека стало известно, как только начались опыты с высоким напряжением и лейденской банкой. В разной литературе по разному описаны случаи демонстрации «ударного» действия электричества на человека и даже на группу людей. Возможно, сам термин — ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ зародился во время таких опытов.

Аббат Жан-Антуан Нолле в 1736 году собрал цепь из ста восьмидесяти королевских мушкетеров в Версале. Первый из них держал саму банку, а последний коснулся центрального электрода. Результат такого эксперимента — массовое поражение людей электрическим током. Естественно, столь масштабные эксперименты проводились не просто так, а для забавы короля и знати. Ни один из элементов той электрической цепи серьезно не пострадал, хотя удар, конечно, почувствовали все.

Проводились опыты и на животных, и на птицах. В результате довольно длительных исследований были получены данные по самому механизму воздействия электричества на отдельные органы, ткани человека и в целом на весь организм.

Существует много справочных изданий с таблицами: какой ток какое воздействие оказывает. Необходимо учитывать, что эти данные весьма усреднены и для реальной жизни мало в чем вам помогут.

Если коснуться фазного провода...

Если вы коснетесь оголенного фазного провода, существует всего два сценария развития событий. **Первый сценарий** — линия защищена с использованием УЗО, и вы получите чувствительный укол, похожий на тот, когда приходится сдавать кровь на анализ, и все. Как такового вреда или опасности для жизни не будет.

Второй сценарий часто эксплуатируется в кино. В щитке стоят автоматические выключатели, реагирующие на ток короткого замыкания или сверхток при значительной перегрузке. Сам щит никто не показывает, но от неисправной проводки летят искры, и от этого места надо быть как можно дальше. Жизнь человека, или, как минимум, его здоровье под серьезной угрозой. Можно получить смертельный удар током или термические ожоги. Возникает вопрос, на который у автора пока нет ответа — а почему все линии не защищены с использованием УЗО?..

Для чего применяют УЗО

Основное назначение УЗО — защита человека от поражения электрическим током и предупреждение пожаров, вызванных неисправностями электропроводки. Несмотря на то, что УЗО относятся к дополнительным средствам защиты, иногда только они и способны предотвратить несчастный случай.



Это интересно знать.

В главах этой книги уже неоднократно прописана формула абсолютной безопасности при работе с электро-

оборудованием — не надо лезть туда, куда не надо, а если надо — соблюдайте правила. И даже если бы все было по правилам — установка УЗО все равно необходима.

Особый случай — дети. Они исследователи по сути, вот только правил никаких не соблюдают и (или) их не знают. В этом случае взрослые несут полную ответственность за неправильную или неисправную проводку в квартире, и за отсутствие УЗО тоже. Рассмотрим подробнее принцип работы УЗО. Он хоть и прост, но правильное понятие и понимание снимают все вопросы по дальнейшей эксплуатации этого нашего защитника.

Как работает УЗО

При подключении любого электроприбора или электроинструмента в розетку, по проводам начинает течь электрический ток. Так как он у нас переменный, то направление роли не играет. Главное, что бы величина протекающего тока в одном проводнике соответствовала величине в другом, естественно с противоположенным направлением. При этом сумма токов равна нулю, а это происходит только при исправных элементах схемы.

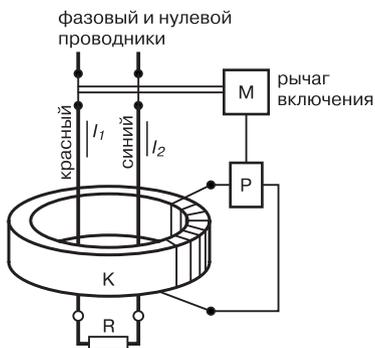


Рис. 9.1. Как работает УЗО: случай полной исправности электрооборудования и подводящих линий

Рычаг включения позволяет механически управлять контактами устройства. Проводники от линии к нагрузке проходят через кольцо дифференциального трансформатора тока. Когда ток I_1 равен I_2 на обмотке трансформатора не возникает никакого напряжения. Этот случай полной исправности электрооборудования и подводящих линий

представлен на рис. 9.1. В случае повреждения изоляции или касания токоведущих частей оборудования человеком, часть тока уже не идет по пути I_2 . В этой ситуации только своевременно установленное УЗО способно предотвратить трагедию.

Как только возникает ток утечки (рис. 9.2), изменяется режим работы дифференциального трансформатора тока. При этом на обмотке возникает напряжение, пропорциональное разнице токов, проходящих через кольцо трансформатора.

При достижении заданного порога, устройство измерения и принятия решения Р подает команду на расцепитель, и УЗО отключает питающую линию от нагрузки. Условие срабатывания — $I_{\text{утечки}}$ превышает заданный порог.

Если где-то в проводе, или в самом электроприборе, происходит повреждение изоляции, а электрический ток находит другой путь для себя, то возникает третья составляющая — ток утечки. При появлении такого тока утечки сумма токов в точке контроля (УЗО) уже не равна нулю. В УЗО установлен пороговый элемент, который прерывает линию в случае превышении тока утечки этого порогового значения. Это классическое разъяснение принципов работы устройства защитного отключения.

Для простоты восприятия можно привести совсем простое объяснение. Для наглядности процесса можно использовать трубы системы отопления. Как ни странно, но принцип работы отопительной системы понятен всем. Итак, горячая вода циркулирует по трубам и совершает работу по обогреву жилья.

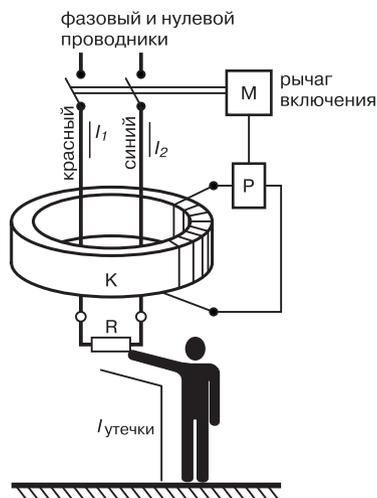


Рис. 9.2. Действие УЗО при возникновении тока утечки

Система потенциально опасна (в случае прорыва батареи отопления — потоп принесет массу проблем), но при нормальной эксплуатации никаких проблем не возникает. Если в трубе возникнет повреждение, то вода начнет из нее вытекать.

По аналогии с электричеством — это повреждение изоляции провода. Причем, если повреждение маленькое, то и воды может вытекать совсем чуть-чуть. Эта ситуация не несет опасность и можно дожидаться плановых профилактических работ.

Другое дело, если ручеек уже грозит испортить отделку в квартире. В этом случае пороговым элементом служит сантехник, перекрывающий кран. По сути эти две системы работают АБСОЛЮТНО одинаково — до аварии никаких действий, при протекании тока (воды) мимо провода (трубы) оценивает величину утечки и при превышении определенного уровня — перекрытие системы, отключение.

Разновидности УЗО

Существуют УЗО на токи 10, 30, 100, 300 и 500 мА. Почему именно такая градация. Абсолютных диэлектриков в нашем окружении нет. Изоляция проводов обладает конечным сопротивлением, и минимальный ток утечки присутствует всегда во всех электроприборах и устройствах.

Для человека считается опасным протекающий через него ток 10–20 мА. Кратковременное воздействие, иногда и значительно большего тока, человек может пережить, но начиная с десяти миллиампер, у человека начинаются судорожные сокращения мышц, и он сам зачастую просто не в силах отпустить проводник, который против его воли сжимает его рука. Отсюда и идут рекомендации по применению УЗО.

Рассмотрим, какие УЗО в каких случаях следует выбирать.

10 мА — для установки во влажных помещениях. Например, стиральная машина или душевая кабинка должны подключаться через защитное устройство, рассчитанное на ток

утечки 0,01 А. Просто розетка, предназначенная для фена или электробритвы, устанавливаемая в ванной комнате, также должна иметь такую защиту.

30 мА — самый широкий спектр применения. Практически все линии можно защищать УЗО, рассчитанными на срабатывание при токе утечки 0,03 А. Розеточные группы, кухонное оборудование, электроинструмент — везде, где стоит задача обеспечения максимальной электробезопасности для человека, только установка защитного устройства с током срабатывания 30 мА может гарантированно справиться с такой сложной задачей.

100 мА, 300 мА и 500 мА — это противопожарные УЗО. Их устанавливают для защиты групп потребителей, и как таковые эти устройства жизнь человека уже могут не защитить. 0,1 А — это очень большой ток для человеческого организма, и он может привести к смертельному поражению. Но для перегрева поврежденной изоляции, а также ее возгорания нужен достаточно большой ток, и именно для такой защиты и предназначены подобные УЗО.

Простой пример из жизни. Утро, никого в помещении нет, и не было с вечера, все электроприборы выключены. Вдруг происходит возгорание... Как такое может быть? Все началось с вечера. Провод удлинителя под столами имел небольшое повреждение изоляции. Уборщица, во время влажной уборки, намочила его, и в месте повреждения возник ток (грязная вода — это совсем не изолятор). У швабры была пластмассовая ручка и саму уборщицу током не ударило. Через некоторое время место повреждения нагрелось и воспламенилось.

При наличии противопожарного УЗО — такой сценарий НЕВОЗМОЖЕН.

Реальный ток срабатывания

Очень важный параметр УЗО, который нигде на нем не прописан — РЕАЛЬНЫЙ ТОК СРАБАТЫВАНИЯ. Если прове-

сти эксперимент по измерению тока утечки, при котором происходит выключение защитного устройства, то обнаружится явное расхождение с заявленным током, значение которого написано на самом устройстве. Причем разница со значением в паспорте будет значительная. Речь идет о половинном токе срабатывания, и надо всегда учитывать, что если на УЗО написано 30 мА, то он должен гарантированно среагировать на ток утечки, начиная с 16 мА до 30 мА. То же самое относится и к остальным номиналам.



Это интересно знать.

УЗО являются довольно узкопрофильными устройствами. Они не защищают линию ни от токов перегрузки, ни даже от токов короткого замыкания. Ввиду этого эти устройства нельзя использовать без автоматического выключателя.

Автоматический Выключатель Дифференциального Тока — АДТ

Естественно прогресс не стоит на месте, и давно появились комплексные аппараты защиты, сочетающие в себе и УЗО, и автоматический выключатель. Автоматический Выключатель Дифференциального Тока — АДТ. Это устройство вытесняет УЗО, так как полностью обладая его свойствами, оно также выполняет все функции по ограничению сверхтоков. Внутреннее устройство АДТ-63 приведено на **рис. 9.3**.

Спор профессионалов и самоучек о том, что лучше — связка из автоматического выключателя и устройства защитного отключения или АДТ (где в одном корпусе совмещены функции обоих устройств) еще не окончены.



Это интересно знать.

Но рассматривая схемы защиты нельзя не признать, что чем меньше в них мест соединений проводников, тем выше общая надежность.

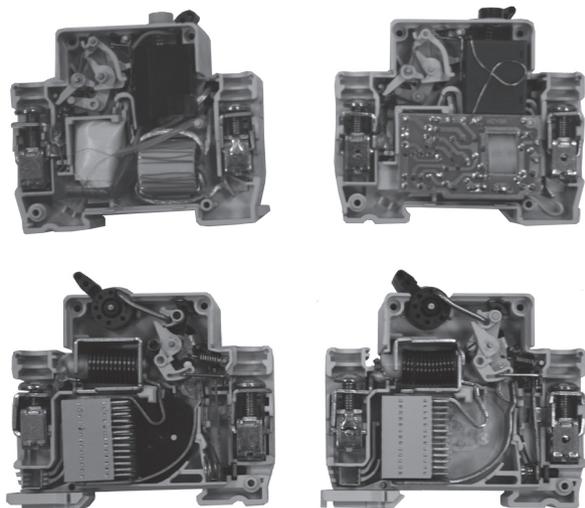


Рис. 9.3. Внутреннее устройство АВДТ-63 (левый — электромеханический, правый — электронный). С одной стороны — это УЗО, а если перевернуть, то с другой стороны — это уже автоматический выключатель. В комплексе же это АВДТ

Также существенен процесс подбора номиналов для связи ВА+УЗО. Некоторые используют проектную документацию, а другие берут то, что есть под рукой. АВДТ собирается в заводских условиях, с применением контактной сварки и устройство проверяется на стенде уже целиком. Со всех сторон АВДТ выигрывает при сравнении, к сожалению, и при сравнении цены — тоже. Особенно если в распределительном щитке реализована схема, когда после одного УЗО установлено сразу несколько автоматических выключателей на расходящиеся линии.

Это не всегда удобно для обслуживания, но значительно снижает затраты на электромонтажные работы.



Это интересно знать.

О плюсах и минусах будет подробно рассказано в главе, посвященной электрощитам.

АВДТ — многофункциональное защитное устройство. В качестве примера можно подробно рассмотреть весь функционал выполняемый устройством АВДТ-63 компании ЕКФ.

Защита от токов перегрузки. Биметаллическая пластина реагирует на ток, превышающий номинальный, нагревается и отключает линию.

Защита от токов короткого замыкания. Катушка магнитного расцепителя мгновенно срабатывает при сверхтоках и отключает линию.

Защита от токов утечки. Встроенный блок УЗО анализирует протекающие токи и при превышении порогового значения утекающих «на сторону» токов — происходит отключение линии.

Защита от повышенного напряжения. В случае превышении входного напряжения выше 270 В — срабатывает **расцепитель максимального напряжения**, интегрированный в корпус АВДТ. Эта защита необходима для защиты электронной начинки аппарата. Высокое напряжение может вывести из строя элементы электронного УЗО. Происходит отключение линии и вместе с защитой начинки АВДТ происходит защита и всего оборудования, которое питалось по ней.

Защита от высоковольтных импульсных помех. Для нормальной работы блока защиты в нем установлен ВАРИСТОР. Его назначение — улучшение качества питающего напряжения. Варистор поглощает высоковольтные импульсные помехи, техногенного или природного характера. При этом отключение линии не происходит. В фильтрах сетевого напряжения, например, как предназначенных для подключения персональных компьютеров — установлены точно такие же варисторы. Как итог — качество питающего напряжения по защищаемой линии значительно улучшается.

Отличия электронного и электромеханического УЗО

Более подробно следует рассмотреть отличия электронного УЗО от электромеханического. Основное отличие уже определено в названии. **Электронное УЗО** для принятия решения об уровне тока утечки и необходимости отключения поврежденной линии использует схему, собранную на электронных компонентах.



Это интересно знать.

*Естественно, все эти элементы **требуют собственного питания** и именно это является **слабым местом** в электронных УЗО или дифференциальных автоматических выключателей, укомплектованных ими же.*

Очень редко, а при правильной эксплуатации и своевременном обслуживании, вообще никогда, но, тем не менее, ситуация может возникнуть — нулевой проводник поврежден, и через защитное устройство проходит только фазовый провод. И именно в этот момент кто-то случайно касается оголенного провода. Человек создает новый путь для электрического тока, и его уровень может быть любым — защитное устройство все равно не может оценить уровень угрозы, так как нарушена схема подачи питания на само устройство.

Это похоже на электрический фонарик с вытащенными батарейками — пока нет питания, не будет и света. Многие страны Европы запретили электронные УЗО к применению. У нас тоже к этому, несомненно, придут, но сначала необходимо пройти путь насыщения **ЛЮБЫХ** защитных устройств.

У электронных УЗО есть не только минусы, но и плюсы. И не самый последний из них — низкая цена. Электронные компоненты постоянно дешевеют и защитное устройство тоже. Также, немалым плюсом, является многофункциональность. Электронное устройство очень просто наделять дополнительными функциями. О защите от повышенного напряжения или высоковольтных импульсных помехах писалось выше.

Ну и самое главное — отказ в работе возможен только при отсоединении питающего провода, а это очень легко диагностируемый случай и быстро устранимый. **Электромеханические устройства защитного отключения** не имеют и не требуют собственного питания. В качестве исполнительного элемента используется обычный постоянный магнит. В случае появления тока утечки на этот магнит оказывается воздействие по его размагничиванию, и как только он оказывается не в силах удерживать металлическую защелку, — происходит отключение.

Описание принципа работы простое, но в реализации данные устройства довольно сложны и высокотехнологичны. Этим объясняется достаточно высокая стоимость подобных устройств. Споры о целесообразности применения электронных и электромеханических устройствах шли ранее и будут идти. Статистика поражения человека электрическим током, как таковая, не ведется.

Но с точки зрения здравого смысла, преимущества электромеханических защитных устройств не столь очевидны. Если не нарушать элементарных правил электробезопасности при работе в электрошите, то разницы нет, электроника или механика входят в состав УЗО.

Новые задачи УЗО

УЗО разрабатывалось для защиты человека, и в поставленной задаче было четкое условие — **защита от поражения в сетях переменного тока**. Именно поэтому все первые разработки защитных устройств реагировали только на переменный ток утечки. На сегодняшний момент ситуация кардинально изменилась. Кроме защиты от привычного для нас переменного напряжения в бытовой сети, появилась необходимость в **защите и от импульсного постоянного напряжения**.

Это связано с изменением применяемой в быту техники. Практически все современные бытовые электроприборы содер-

жат в себе импульсные блоки питания. Повреждения этих блоков, зачастую, приводят к появлению высокого напряжения на корпусах неисправных приборов. Импульсы выпрямленного напряжения представляют большую опасность для находящихся рядом людей. Именно поэтому в ассортименте защитных отключающих устройств появились устройства типа «А».

УЗО типа «АС» — реагируют на переменный ток утечки, типа «А» — на переменный и пульсирующий постоянный ток.



Вывод.

Для применения более предпочтительны устройства защиты с УЗО типа «А», так как заранее предсказать характер неисправностей в подключенном оборудовании практически невозможно — в розетку может быть включен любой прибор или электроинструмент.

Общие рекомендации по применению

Электронные УЗО — в промышленных и административных помещениях, торговых павильонах и любых других местах, находящихся под обслуживанием квалифицированного персонала.

Электромеханические УЗО — нет ограничений по применению.

УЗО типа АС — устанавливается для защиты при неисправной или ветхой электропроводке.

УЗО типа А — обязательная установка для защиты в случае применения медицинского оборудования, сварочных аппаратов, вычислительных устройств.

При монтаже и эксплуатации УЗО или АВДТ иногда возникают вопросы и сложности. Это связано, в основном, с невысокой квалификацией работников и ветхостью старой электропроводки. Если со старой, в основном алюминиевой проводкой, — все просто — менять без вариантов, то в остальных случаях все сложнее.

Обзор рынка УЗО: как сделать правильный выбор

Электромеханические УЗО представлены на рис. 9.4. Это классический вариант одного из самых надежных устройств для защиты человека. Данный выбор является всегда правильным.

Автоматические выключатели дифференциального тока с электронным УЗО в комплекте представлены на рис. 9.5. Можно применять практически в любых проектах. Преимуществом данного выбора является дополнительная защита подключенного оборудования от повышенного напряжения и высоковольтных импульсных помех. При авариях в сети и повышении напряжения до 270 В — происходит отключение линии. Кнопки ВОЗВРАТ позволяют диагностировать причину отключения.



Рис. 9.4. Так выглядят электромеханические УЗО



Рис. 9.5. Так выглядят автоматические выключатели дифференциального тока с электронным УЗО в комплекте

Если АД-32 или АД-2 отключился, а кнопка осталась вровень с корпусом — причина отключения появление сверхтока короткого замыкания, или линия была перегружена чересчур большой нагрузкой. Если же кнопка выдвинулась наружу — то причина в появлении тока утечки или напряжение в линии превысило 270 В. Правильная диагностика и точное понимание причины отключения питания значительно ускоряет время, необходимое для устранения аварии.

Дифавтомат АДТ-63М (рис. 9.6) — иногда единственный вариант для установки. Самый главный кри-

терий — размер данного защитного устройства соответствует обычному автоматическому выключателю.

В случае дефицита места в электрическом щите этот компактный автоматический выключатель дифференциального тока позволяет полностью решить все вопросы по защите оборудования и человеческой жизни. Наличие полного комплекса защит — от токов короткого замыкания и перегрузки, тока утечки и высокого напряжения.

Дифавтомат АВДТ-63 (рис. 9.7) — самый современный автоматический выключатель дифференциального тока. Главные критерии для выбора именно этого устройства — его тип «А» и возможность выбора электронного или электромеханического УЗО входящего в комплект. Применение АВДТ-63 обязательно для защиты в случаях использования мощных преобразователей напряжения, сварочного оборудования, медицинской техники.



Рис. 9.6. Так выглядит дифавтомат АВДТ-63М



Рис. 9.7. Так выглядит дифавтомат АВДТ-63

Что нужно знать при покупке УЗО и дифавтоматов

Приобретая данное оборудование в специализированных магазинах, можно ожидать исчерпывающе грамотной консультации от продавцов. К сожалению, этого иногда не наблюдается и собственные знания иногда просто необходимы.

Например, как по внешнему виду отличить УЗО от АВДТ? Или как идентифицировать электронный АВДТ и электромеханический?

В случае приобретения продукции отечественных производителей на часть вопросов вы получите ответ при рассмотрении передней панели устройств. Если это УЗО — то на нем так и написано — УЗО. АВДТ-63 имеет надпись о том, какие УЗО входят в его комплект: электронные или электромеханические.

Если возникают сомнения, например, при приобретении импортных элементов, то необходимо смотреть на маркировку. Устройство защитного отключения маркируется с указанием номинального тока. У него нет в схеме защиты от сверхтоков, и поэтому перед значением номинального тока нет никаких букв. Говоря проще, если вы видите буквы В, С или D перед цифрой номинального тока, то перед вами АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТОКА.

Например, С25 на 30 мА — это дифференциальный автоматический выключатель, а 25/30 мА — это УЗО.

Вопрос цены иногда является самым-самым главным. Электромеханические устройства стоят значительно дороже своих электронных собратьев. Как их отличить друг от друга? В паспортных данных эта информация, конечно, указана, но если перед вами нет паспорта на изделие, это тоже не беда. Проверить исправность и то, что это действительно «механика» можно при помощи любой батарейки и двух проводков.



Рис. 9.8. Проверка электромеханического АВДТ-63

На рис. 9.8 показана схема для проверки электромеханических устройств защитного отключения. Полярность подключаемой батарейки, или используемые выводы — фазные или нулевые — роли не играют. Так как функции этих защитных устройств не зависят от питания, то есть, нет необходимости подключать к ним напряжение сети, а протекающий из батарейки ток имитирует ток утечки — сраба-

тывание, отключение АВДТ — является определяющим признаком механической начинки.

Схемы включения УЗО и АВДТ представлены на рис. 9.9 и рис. 9.10.

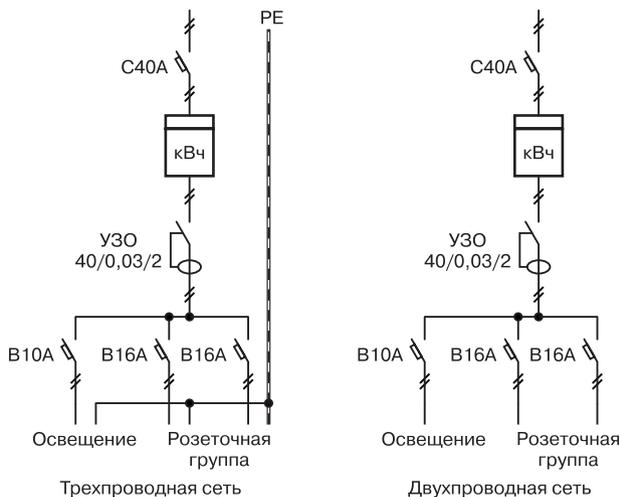


Рис. 9.9. Схемы включения УЗО

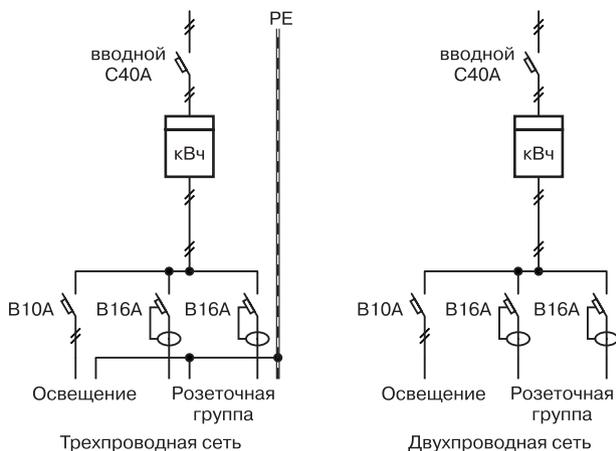


Рис. 9.10. Схемы подключения АВДТ

Примеры неправильного подключения защитного устройства

Рассмотрим типичные примеры неправильного подключения защитного устройства. Эти ошибки вызваны классическим заблуждением, что достаточно вместо обычного автоматического выключателя установить дифференциальный выключатель, и все! Нет, совсем все не так просто.

Дифференциальные устройства не просто требуют правильного подключения, они, в принципе, не позволят подать напряжение в линию, в которой нарушены правила подключения УЗО или АВДТ.

В видеоуроке на прилагаемом диске «УЗО, ошибки при подключении» показаны типичные проблемы, возникающие при установке защитных устройств отключения. Чтобы вопросов оставалось меньше, или совсем не возникало, необходимо помнить, что нормальная работа УЗО возможна только при правильном его выборе и подключении.



Это интересно знать.

И если защита срабатывает, значит, надо разбираться. В вопросах электробезопасности мелочей не бывает.

В щитке все выглядит правильно (рис. 9.11). К защитному устройству подходят проводники и уходят в канал. А дальше, все сложнее. Что происходит с проводами в толще стены, можно только догадываться. Классический вариант — где-то соединяются нулевые проводники, проходящие через различные АВДТ.

Достаточно перепутать один провод в щите, и нормальная работа, и вообще работа электрооборудования, НЕВОЗМОЖНА (рис. 9.12).

Если используется автоматический выключатель, то соединение нулевого проводника с заземляющим не влияет на работоспособность схемы электроснабжения. При замене ВА на дифференциальный автоматический выключатель — каждый «лишний» контакт должен быть устранен (рис. 9.13).



Рис. 9.11. Первая ошибка: соединение нулевых проводников, идущих через разные защитные устройства

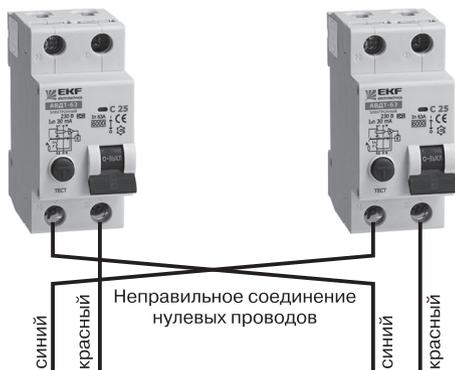
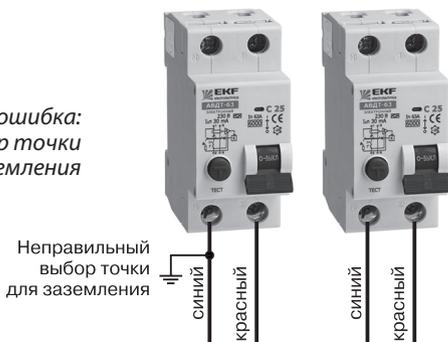


Рис. 9.12. Вторая ошибка: неправильное подключение проводников

Рис. 9.13. Третья ошибка: неправильный выбор точки для заземления



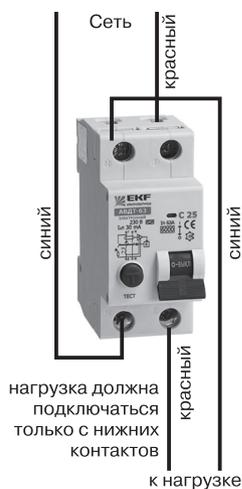


Рис. 9.14. Четвертая ошибка: нагрузка должна подключаться только с нижних контактов

Большое значение имеет правильность подключения самого защитного устройства (рис. 9.14). Заводить питание необходимо на верхние контакты, а нагрузку подключать к нижним.

Все остальные варианты ошибок можно рассматривать как смешивание рассмотренных.

Диагностика и устранение неисправностей

Диагностика и устранение неисправностей требует высокой квалификации мастера, но иногда достаточно понять причину, и дальше все становится просто.

В одной главе сложно подробно рассказать про устройство защитного отключения или АВДТ. **Видеоуроки к главе УЗО** позволяют наглядно разобраться и с принципами работы, и с маркировкой устройств, и способами диагностирования неправильного подключения. Видео приложения снимались с целью упрощения подачи материала. Не все ролики по данной тематике вошли в диск.

**Это интересно знать.**

*Более полную и постоянно обновляющуюся видеoinформацию можно посмотреть на канале **planerist916** в **YouTube**. Там же можно задать конкретные вопросы и получить техническую консультацию.*

Главная цель данной главы — показать, что, несмотря на сложности и рост стоимости, — заменять старые автоматические выключатели автоматическими выключателями дифференциального тока НЕОБХОДИМО.

На сегодня это единственный вариант комплексной защиты человека, оборудования и помещения сразу. Абсолютно без разницы: старая у вас двухпроводная система электроснабжения на алюминиевых проводах или современная — трехпроводная, медная с заземляющим проводом. И самое главное — только такой вариант (с применением УЗО или АВДТ) электроснабжения детской комнаты, позволяет не подвергать жизни детей лишней опасности.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Устройства защитного отключения» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Сравнение различных дифференциальных автоматических выключателей
- ◆ «Как отличить по внешнему виду: УЗО или дифавтомат перед вами?
- ◆ «Что лучше применять: УЗО и автомат в связке или сразу дифавтомат?
- ◆ «Определяем, перед вами электронный или электромеханический АВДТ
- ◆ «Типовые ошибки в подключении УЗО».

СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКИ

Электрический счетчик: первое знакомство

Электросчетчик есть во всех квартирах и домах. Он является настолько обыденным прибором, что его привыкли не замечать, не говоря уже о техническом устройстве и принципе работы! Попробуем разобраться, что же такое электросчетчик.

Электрический счетчик — электроизмерительный прибор, предназначенный для учета расхода электрической энергии переменного или постоянного тока, которая измеряется в кВт/ч или А/ч.

Электросчетчики применяются там, где осуществляется легальное потребление электроэнергии и есть возможность экономить деньги, отслеживая ее потребление за определенный промежуток времени. Электросчетчики выпускаются **однофазные и трехфазные, однотарифные и многотарифные, прямого включения и через трансформаторы тока.** Электросчетчики прямого включения применяются на ток от 5 А (по новым требованиям от 30 А) до 100 А.

Первый **электронный счетчик** был выпущен на Западе в 1980 году, а в России — в 1996 г. Тогда же вступил в силу ГОСТ 6570-96, сделавший в России счетчики с классом точности 2,5 и током менее 30 А вне закона. Ведь в наших квартирах появилось множество техники с большим током потребления (кондиционеры, стиральные и посудомоечные машины, тепловентильаторы, водонагреватели и т. д.).

На Западе столкнулись с проблемой замены старого парка счетчиков раньше нас. Сначала они тоже с энтузиазмом бросились заменять индукционные счетчики электронными, которых стало 95%, но столкнувшись с проблемой более низкой надежности, необходимостью быстрого сервиса, несколько изменили свои взгляды. Теперь соотношение индукционных и электронных счетчиков, например, в Англии составляет примерно 40/60 (<http://electrik.info>).

У нас в магазинах тоже присутствуют оба типа счетчиков. Как организации, так и частные лица покупают и те, и другие. По поводу надежности можно сказать следующее: в паспорте на электронный счетчик нередко дается ресурс в 15 лет непрерывной работы, но не один реально столько еще не отработал. Пятнадцать лет назад их еще не выпускали. Ресурс индукционного счетчика таков, что даже через 50 лет многие образцы укладываются в заданный класс точности!

Разновидности электросчетчиков

Конструктивно, все электросчетчики можно разделить на такие группы:

- ◆ индукционные (механические);
- ◆ электронные (цифровые);
- ◆ гибридные электросчетчики.

Свои прямые обязанности, т. е. учет потребления электроэнергии, все они выполняют совершенно одинаково, однако электронные счетчики стоят значительно дороже.

В индукционных счетчиках (рис. 10.1) имеются две катушки: катушка тока и катушка напряжения. Магнитное поле этих катушек заставляет вращаться диск, приводящий в движение механизм счета потребляемой энергии. Чем больше ток и выше напряжение в электросети, тем быстрее вращается диск, и растут показания счетчика.



Рис. 10.1. Так выглядит современный индукционный счетчик



Рис. 10.2. Так выглядит электронный однофазный счетчик

Проблема такого типа счетчиков в том, что очень трудно и дорого обеспечить с их помощью класс точности выше 2,0. Их основное достоинство — высочайшая надежность и срок службы более 15 лет. На сегодняшний день только в РФ работает около 50 миллионов индукционных счетчиков.

Электронные счетчики (рис. 10.2) работают за счет прямого измерения тока и напряжения и передачи данных в цифровом виде на индикатор и в память счетчика.

Электронные счетчики имеют множество достоинств:

- ◆ компактные размеры;
- ◆ возможность многотарифного учета;
- ◆ способность встраивания в автоматизированные системы коммерческого учета за счет наличия стандартных интерфейсов;
- ◆ легкий переход на более высокий класс точности за счет применения специализированных микросхем;
- ◆ простота считывания за счет применения цифрового индикатора;
- ◆ повышенная устойчивость к попыткам воровства электроэнергии за счет коррекции показаний счетчика и т.д.

Основные недостатки электронных счетчиков — это более высокая цена и более низкая надежность.

Электронные счетчики могут похвастать тем, что они могут работать при температуре ниже нуля градусов, в отличие от индукционных счетчиков, которые не могут работать в условиях пониженной температуры. Поэтому для квартиры вполне

подойдет индукционный электросчетчик, ведь температура в ней вряд ли понизится ниже нуля градусов, а стоит он, как уже отмечалось, дешевле.

Гибридные электросчетчики, объединяющие в себе элементы двух указанных выше групп, используются достаточно редко.

Все электросчетчики различаются **по количеству фаз**: однофазные и трехфазные. Для выбора нужно исходить от характера сети в конкретном помещении. Чаще всего трехфазные счетчики рекомендуют устанавливать в коттеджах, больших загородных домах и в больших квартирах. В небольших же квартирах вполне подойдет и однофазный электросчетчик.

Чаще всего из-за простоты и дешевизны выбираются **индукционные (механические) счетчики**. Кроме того, за счет своей простоты они отличаются высоким качеством и надежностью. Это опробованная десятилетиями схема, которая отлично работает. Однако есть и минусы. Механические (индукционные) счетчики не обладают системой дистанционного автоматического снятия показаний, то есть они являются только однотарифными. Кроме того, у них высока вероятность возникновения существенной погрешности учета, именно поэтому они подлежат частой поверке.

Характеристики электросчетчиков

Основными техническими характеристиками электросчетчиков являются:

- ◆ класс точности;
- ◆ величина номинального напряжения;
- ◆ величина номинального тока;
- ◆ чувствительность электросчетчика;
- ◆ интервал рабочих температур как правило от -40 до $+55$ °С;
- ◆ средний срок службы современных электросчетчиков составляет: 15 лет у электронных и 30 лет у индукционных;

- ♦ средняя наработка на отказ: у индукционных — 71000 часов, у электронных — 90000 часов;
- ♦ межповерочный интервал: у индукционных — 6 лет, у электронных — 10 лет;
- ♦ габаритные размеры;
- ♦ вес.

Одним из основных параметров электросчетчика является его **класс точности** — это процентное выражение наибольшей допустимой относительной погрешности: 0,5; 1,0 и 2,0%.

Класс точности определен для нормальных условий работы:

- ♦ правильное подключение;
- ♦ равномерное распределение нагрузок по фазам;
- ♦ синусоидальная характеристика напряжения и тока (величина коэффициента линейных искажений не должна превышать 5%);
- ♦ номинальная величина промышленной частоты (50 Гц±0,5%);
- ♦ величина отклонения значения номинального напряжения не более 1%;
- ♦ величина нагрузки в номинальных пределах;
- ♦ отсутствие влияния внешних магнитных полей;
- ♦ вертикальное положение электросчетчика.

Величина номинального напряжения счетчиков прямого и с использованием трансформаторов тока должна соответствовать номинальному напряжению сети, а счетчиков, включенных с применением трансформаторов напряжения — вторичному номинальному напряжению трансформаторов напряжения. Номинальное напряжение — у трехфазных счетчиков указывается в виде произведения числа фаз на номинальные значения напряжения, у четырехпроводных счетчиков указываются линейные и фазные напряжения: $3 \times 380/220$ В.

Величина номинального тока так же указывается в виде произведения числа фаз на номинальные значения тока — $3/5$ А.

Величина номинального тока счетчика косвенного или полукосвенного включения должен соответствовать вторичному номинальному току трансформатора тока (5 или 1 А). Токовые обмотки электросчетчика, как правило, допускают длительную перегрузку по току без нарушения правильности учета:

- ♦ безтрансформаторные и трансформаторные универсальные — 120%;
- ♦ счетчики прямого включения — 200% и более (в зависимости от типа).

Значение чувствительности счетчика выражается в процентах, а определяется как наименьшее значение тока (в нормальных условиях), который определяет нормальный отсчет. Величина порога чувствительности не должна быть больше:

- ♦ 0,4% — для счетчиков класса точности 0,5;
- ♦ 0,5% — для счетчиков классов точности 1,0; 1,5; 2,0.

Передаточное число указывается на лицевой панели электросчетчика:

- ♦ для индукционного — это число оборотов диска;
- ♦ для цифрового — количество импульсов, соответствующее единице измеряемой энергии.

Например, 450 оборотов диска определяют расход в 1 кВт·ч или 500 импульсов так же определяют расход в 1 кВт·ч.

Применение электронных счетчиков дает возможность применения **многотарифного учета** — это выгодно потребителям и удобно для энергосистемы.

Габаритные размеры и вес отражены в паспорте на изделие и имеют значение в момент определения места расположения, способа крепления изделия. Как правило, под каждый типоразмер предлагаются уже готовые контейнеры, где все продумано и предусмотрено.

Сравнение электронных и индукционных счетчиков электроэнергии

Достоинства индукционных счетчиков:

- ♦ индукционные счетчики более надежны в эксплуатации;
- ♦ они более приспособлены к плохому качеству наших электросетей;
- ♦ срок «жизни» индукционного счетчика более долгий, чем у электронного;
- ♦ более низкая цена.

Недостатки индукционных счетчиков:

- ♦ низкий класс точности (2,0);
- ♦ рост погрешности при снижении нагрузки;
- ♦ нарушение метрологических характеристик при быстропеременной нагрузке;
- ♦ слабая защита от хищения электроэнергии;
- ♦ повышенное собственное потребление по цепям тока и напряжения;
- ♦ необходимость использования в точке учета нескольких счетчиков по различным видам энергии.

Достоинства электронных счетчиков:

- ♦ высокий класс точности (до 0,2);
- ♦ высокий класс точности сохраняется в условиях низких и быстропеременных нагрузок;
- ♦ возможность работать по различным тарифам;
- ♦ возможность учета разных видов энергии одним прибором;
- ♦ возможность измерений показателей количества и качества энергии и мощности;
- ♦ возможность длительного хранения данных учета и доступа к ним;
- ♦ возможность фиксации несанкционированного доступа и случаев хищения электроэнергии;
- ♦ возможность дистанционного съема показателей по различным цифровым интерфейсам;
- ♦ возможность расчета потерь;

- ♦ возможность создания современных АСКУЭ (автоматических систем учета электроэнергии);
- ♦ возможность учета одним прибором разных видов энергии в двух направлениях.

Недостатки электронных счетчиков:

- ♦ электронные счетчики практически беззащитны от коммутационных и грозовых перепадов напряжения;
- ♦ электронные счетчики имеют более высокую цену;
- ♦ электронные счетчики менее ремонтоспособны.

Какой электросчетчик выбрать

Альтернатива индукционных и электронных счетчиков должна решаться покупателем исходя из необходимых потребительских свойств счетчика. Прежде чем выбирать электросчетчик нужно определить, есть ли возможность и необходимость воспользоваться всеми преимуществами электронных счетчиков и не обращать внимания на их недостатки. Совершенно ясно, что не везде преимущества электронных счетчиков так важны и часто недостатки индукционных абсолютно не критичны.



Полезный совет.

*Для квартиры и частного дома покупайте **индукционный электросчетчик** с классом точности 2,0 и рабочим током не менее 50 А известного производителя. Он даст лучшее соотношение качество/цена. И у вас все будет в порядке.*

Попробую это обосновать. **Стоимость счетчиков** с классом точности 1–0,5 существенно выше, чем счетчиков с классом 2,0. Для квартирного счетчика класса 2,0 вполне достаточно. **Многотарифность**, реализованная в электронных счетчиках, — это хорошее дополнение к функциям обычного счетчика. Но далеко не во всех городах и даже областях такая

услуга реализована. Плановая замена счетчика в 90% случаев проводится на однотарифные.

Возможность автоматизированного учета, также реализованная в электронных счетчиках, это очень хорошая функция, но помогает она энергокомпаниям, а переплачивать за счетчик будете вы.

Нельзя покупать **электронный счетчик неизвестного производителя**. Для снижения себестоимости и обеспечения конкурентного преимущества, некоторые производители ставят в электронные счетчики самые дешевые комплектующие, поэтому срок годности таких счетчиков не определен. Как такой счетчик может работать 15 лет? При выходе из строя такой счетчик придется снимать и искать для него сервис-центр, квартира при этом будет обесточена.

И еще несколько практических советов для грамотной покупке счетчика от Школы электрика А. Повного (<http://electricalschool.info/>) и лучшего сайта об электросчетчиках <http://elektroschetchiki.ru/>.

Совет 1. Узнать, какой электрический счетчик вам нужен, можно из технических условий на электроснабжение вашей квартиры или дома. В них непосредственно указаны параметры электросчетчика, по которым вам его и следует приобрести. Если технические условия на электроснабжение у вас отсутствуют, то для начала вы должны знать, на какое напряжение будет использоваться ваш электросчетчик — 380 либо 220 В. Узнать это можно на табло прежнего счетчика. Если на табло указана только цифра 220, значит, вам нужен однофазный электросчетчик. Если стоит 220/380, значит трехфазный.



Это интересно знать.

При желании заменить однофазный счетчик на трехфазный можно, но для этого необходимо оформить технические условия в местной энергоснабжающей организации.

Совет 2. Если вы собираетесь установить электросчетчик в помещении, где температура воздуха может опускаться ниже нуля градусов, то при покупке следует прочитать в паспорте электросчетчика условия его эксплуатации. Лучше приобрести электросчетчик с температурой эксплуатации до -40 градусов или даже более. Таким условиям обычно соответствуют электронные счетчики.

Совет 3. Согласно требованиям правил устройств электроустановок: «на вновь устанавливаемых однофазных счетчиках должны быть *пломбы государственной поверки* с давностью не более 2 лет, а на трехфазных счетчиках — с давностью не более 12 месяцев».

Это, прежде всего, говорит о том, что на приобретаемом вами электросчетчике уже должны стоять две пломбы (на электронном счетчике может устанавливаться одна пломба). Наличие этих пломб вы и должны проверить. Ставятся они чаще на винтах, крепящих кожух электросчетчика, и бывают двух видов:

- ♦ наружные (выполняются из свинца, реже из пластика, зажаты на проволоке, продетой через винт либо проушину);
- ♦ внутренние (представляют собой залитую в винтовое углубление мастику черного или красного цвета, иногда покрытую серебрянкой).



Будьте осторожны!

Все пломбы должны иметь четкий оттиск и не иметь механических повреждений, на что следует обратить особое внимание при покупке. Дубликат оттиска госповерителя в виде печати обычно проставляется на последних страницах паспорта электросчетчика.

На оттиске пломб указаны две последние цифры года и атрибуты госповерителя в мелком масштабе между цифрами. На пломбах наружного исполнения, ко всему этому, с обратной стороны добавляется квартал года поверки, напечатанный

римскими цифрами. Поэтому, посмотрев год проверки счетчика на пломбах, вам нужно убедиться, что он не просрочен, то есть прошло не более двух лет для однофазного счетчика и не более 12 месяцев для трехфазного.

Также часто бывает, что на счетчике установлены две пломбы, но одна имеет оттиск госповерителя, а другая оттиск ОТК завода-изготовителя, что считается вполне допустимым.



Будьте осторожны!

Если же обе пломбы имеют оттиск ОТК, либо вообще не понятно какой, то такой электросчетчик покупать не следует, так как прежде чем его установить, вам придется сносить его в центр стандартизации и метрологии для проверки и соответственно заплатить дополнительные деньги. То же самое вам придется сделать, если вы купите счетчик с просроченными пломбами госповерителя. Это все, что касается пломб.

Совет 4. Следует обратить внимание на межповерочный интервал (МПИ) электрического счетчика, указанный в его паспорте. То есть нужно узнать, через сколько лет вам придется снимать счетчик и нести его на очередную госповерку. Как правило, срок проверки однофазного индукционного счетчика составляет 16 лет, а электронного от 8 до 16 лет. Меньший срок госповерки говорит о соответствующем низком качестве прибора. Сроки проверки трехфазных счетчиков обычно меньше чем у однофазных и составляют 6–8 лет. Хотя новые электронные модели трехфазных счетчиков уже имеют срок межповерочного интервала 16 лет.



Это интересно знать.

Отсчет времени производится от года проверки указанного на пломбах электросчетчика.

Совет 5. Рекомендуется посмотреть *класс точности* электрического счетчика. Указывается он на табло прибора. Цифровое обозначение класса точности заключается в кружок.

Это число показывает максимально возможную погрешность прибора, выраженную в процентах от наибольшего значения величины, измеряемой в данном диапазоне работы электрического счетчика.



Это интересно знать.

До 1996 года однофазные электрические счетчики выпускались с классом точности до 2,5. Но после выхода ГОСТа 6570-96 счетчики стали выпускать с более высоким классом точности — 2,0.

Сегодня счетчики с классом точности 2,5 на очередную госповерку уже не принимают, даже если у них не истек срок эксплуатации, который составляет не менее 32 лет. В ближайшее время планируется перевести расчетные электросчетчики еще на более высокий класс точности — 1,0. Это говорит о том, что если вы приобрели счетчик с классом точности 2,0, то на очередную госповерку через 16 лет его возможно не возьмут. Хотя и 16 лет все-таки не малый срок.

Совет 6. Обратите внимание на способ крепления электросчетчика. Счетчики изготавливают с возможностью крепления либо на 3-х винтах (для обычных электрощитов), либо на DIN-рейке. С возможностью крепления на DIN-рейке выпускают только электронные счетчики. Если выбираете последний способ крепления, то необходимо еще купить отдельно DIN-рейку или специальный бокс под электросчетчик. Хотя, DIN-рейка может идти в комплектации со счетчиком.

Совет 7. Рекомендуется покупать электросчетчики с зажимной крышкой закрывающей клеммный ряд еще и под счетчиком, во избежание лишних вопросов со стороны энергосбыта.

Совет 8. Проверьте, чтобы в клеммном ряду не было отсутствующих винтов, а также наличие пломбировочных винтов (винт с отверстием) для крепления зажимной крышки.

Совет 9. При покупке индукционного счетчика (электросчетчик с вращающимся диском) слегка поверните его в руках,

диск должен задвигаться. Если движений диска не наблюдается, возможно, счетчик стряхнули при транспортировке и он неисправен.

Совет 10. Обращать внимание на величину тока однофазных счетчиков при отсутствии у вас технических условий практически не имеет смысла, поскольку все современные электросчетчики выпускаются достаточно мощными.

А теперь рассмотрим устройство и принцип действия основных видов счетчиков, которые используются сегодня.

Устройство и принцип действия однофазного индукционного счетчика

Однофазный индукционный счетчик представляет собой измерительную ваттметровую систему. Он является интегрирующим (суммирующим) электроизмерительным прибором. Принцип действия индукционных приборов основан на взаимодействии переменных магнитных потоков с токами, индуктированными ими в подвижной части прибора (в диске). Блок-схема однофазного индукционного счетчика приведена на рис. 10.3.

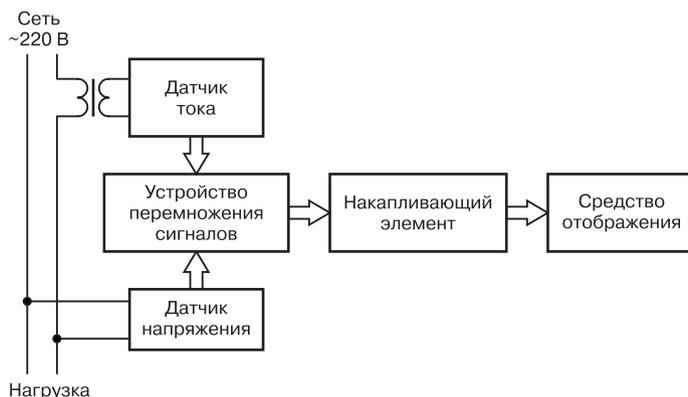


Рис. 10.3. Блок-схема однофазного индукционного счетчика

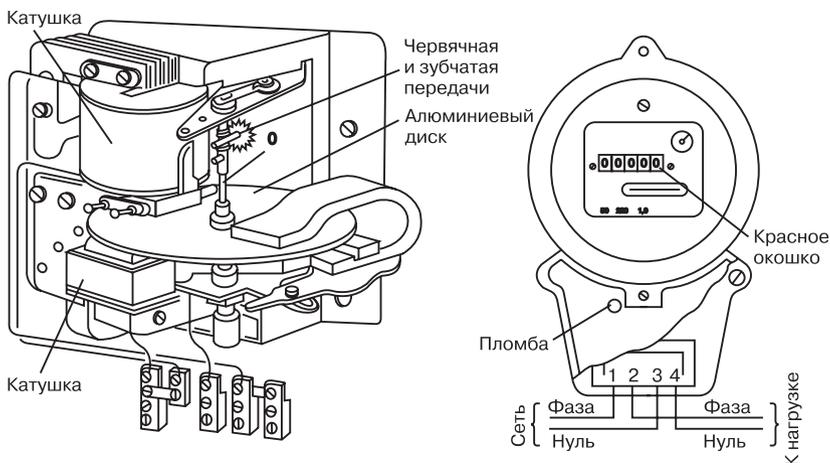


Рис. 10.4. Однофазный индукционный счетчик

Электромеханические силы взаимодействия вызывают движение подвижной части. Алюминиевый диск может вращаться на оси O , с которой через червячную и зубчатую передачи связан счетный механизм с цифрами, указывающими расход электроэнергии (рис. 10.4).

Так как счетчик должен учитывать расход электроэнергии, а он пропорционален произведению тока нагрузки I напряжения U , подведенного к нагрузке, и времени t , в течение которого нагрузка включена, то конструкция счетчика должна иметь элементы, автоматически перемножающие I , U и t . В общих чертах это достигается следующим образом. Диск счетчика в конечном итоге вращается за счет электромагнитных сил, которые создаются катушками.

Первая катушка включается в сеть последовательно и создает силу, пропорциональную току I . **Вторая** включается параллельно и создает силу, пропорциональную напряжению U . Поэтому частота вращения алюминиевого диска, расположенного между катушками, пропорциональна произведению $U \times I$.

Если нагрузка равна нулю, диск неподвижен и показания счетчика не изменяются. При нагрузке диск вращается, причем тем быстрее, чем больше нагрузка. Время t автоматически учитывается, потому что чем дольше вращается диск, тем больший путь совершается обоймами счетного механизма, а на них написаны цифры, которые видны в окошечке на крышке счетчика.

На обоймах написаны цифры 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Обоймы закрыты щитком, и мы в его окошечках видим только по одной цифре на каждой из них. Допустим, что алюминиевый диск счетчика начинает вращаться по стрелке, когда во всех окошечках видны нули. Наблюдая за счетчиком, мы увидим, как самый правый нуль поднимется и исчезнет, уступая место единице. Ее сменит двойка и т. д. А когда вместо девятки в окошечке снова появится нуль, то в соседнем окошечке слева окажется единица. Таким образом, полному обороту первого диска, считая справа, соответствует $1/10$ оборота второго диска, полному обороту второго — $1/10$ оборота третьего и т. д.

Число зубьев червячной и зубчатой передач подобрано таким образом, что счетчик отсчитывает, как правило, киловатт·часы (цифры в черных окошечках) и их доли (цифры в красном окошечке).

Принцип работы индукционного трехфазного электросчетчика

Индукционный трех фазный электросчетчик работает по тому же принципу, что и однофазный. В индукционной системе подвижная часть (диск) вращается во время потребления электроэнергии. Диск вращается за счет вихревых токов, наводимых в нем магнитным полем катушек счетчика. Магнитное поле вихревых токов взаимодействует с магнитными полями катушек счетчика.

Один из трех элементов счетчика содержит два электромагнита:

- ♦ **токовая обмотка** включена в сеть последовательно;
- ♦ **обмотка напряжения** включена в сеть параллельно.

Между этими электромагнитами расположен вращающийся алюминиевый диск. Его ось соединена:

- ♦ со счетным механизмом счетчика;
- ♦ со вторым диском, на котором установлено еще два (на две фазы) элемента.

Третий диск отсутствует, ради экономии. Протекающие по обмоткам электромагнитов токи создают магнитные потоки, под действием которых у диска появляется вращающий момент. Чем больше расходуется электроэнергия, тем больший ток в контролируемой цепи и в токовой обмотке счетчика и тем больше момент и скорость вращения диска. Трехфазные электросчетчики на напряжение 380 В применяются в основном для учета электроэнергии как на подстанциях, предприятиях, так и в индивидуальных домах и больших квартирах.

Принцип действия гибридного электронно-механического счетчика

Гибридные электронно-механические счетчики являются «помесью» механических и электрических счетчиков: цифровой интерфейс, измерительная часть электронного или индукционного типа. Они включают в себя несколько узлов:

- ♦ схема счетчика;
- ♦ блок питания;
- ♦ корректирующие цепи и т. д.

Блок питания преобразует переменное входное напряжение в низкое постоянное и обеспечивает питание электронных цепей счетчика. **Схема счетчика** измеряет ток, который потребляется нагрузкой, с помощью трансформатора тока (датчика),

через который и протекает измеряемый ток. Другие блоки счетчика электроэнергии выполняют ряд различных функций: вывод показаний и управление через Ethernet, WiMax, Wi-Fi, ZigBee сети, управление дисплеем, термокомпенсация счетчика, коррекция точности и т. п.

Счетчик состоит из микросхемы обработки, трех трансформаторов тока, цепи питания, электромеханического счетного устройства и дополнительных цепей.

В качестве регистра электроэнергии используется простое электромеханическое отсчетное устройство, в котором применен двухфазный шаговый двигатель. Электропитание счетчика обеспечивает источник, построенный на токовом трансформаторе и двухполупериодном выпрямителе.

Структура и принцип действия электронных электросчетчиков

В простейшем случае электросчетчик может быть построен на базе простейшего микроконтроллера. От простейшего электронного счетчика требуется лишь измерение импульсов, вывод информации на дисплей и защита при аварийных сбоях.



Это интересно знать.

Получается, фактически, цифровой аналог индукционных (механический) счетчиков, рассмотренных выше.

Блок-схема простого электронного счетчика электроэнергии представлена на **рис. 10.5**.

Сигналы поступают через соответствующие трансформаторные датчики на входы микросхемы-преобразователя. С ее выхода снимается частотный сигнал, поступающий на вход микроконтроллера. Микроконтроллер складывает количество пришедших импульсов, преобразовывая его для получения количества энергии в Вт·ч.

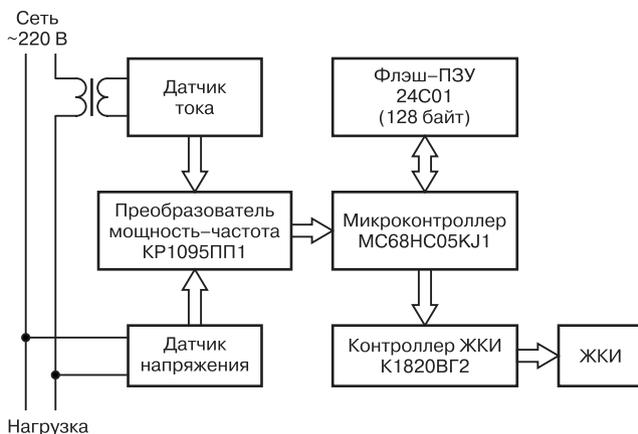


Рис. 10.5. Блок-схема простого электронного однофазного счетчика электроэнергии

По мере накопления каждой единицы, значение накопленной энергии выводится на монитор и записывается во FLASH-память. Если происходит сбой, исчезновение напряжения сети, информация о накопленной энергии сохраняется в памяти.

После восстановления напряжения эта информация считывается микроконтроллером и выводится на индикатор, счет продолжается с этой величины. Этот алгоритм потребовал менее 1 Кб памяти микроконтроллера. В качестве дисплея может использоваться простейший 6-...8-разрядный 7-сегментный ЖКИ, управляемый контроллером.

В случае реализации **многотарифного электросчетчика**, устройство должно обеспечивать обмен информацией с внешним миром по последовательному интерфейсу. Интерфейс может использоваться для задания тарифов, включения и установки таймера времени, получения информации о накопленных значениях электроэнергии и так далее. Блок-схема **многотарифного электронного электросчетчика**, реализованного на микроконтроллере фирмы Motorola, представлена на **рис. 10.6**.

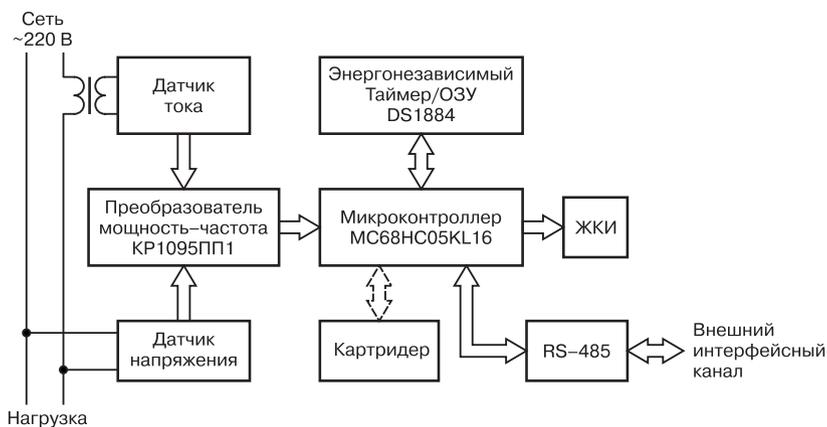


Рис. 10.6. Блок-схема многотарифного электронного однофазного электросчетчика

Рассмотрим алгоритм работы многотарифного электросчетчика. Память энергонезависимого ОЗУ разбита на 13 банков, в каждом хранится информация о накопленной электроэнергии по четырем тарифам: общему, льготному, пиковому, штрафному.

В первом банке учет производится с момента начала эксплуатации электросчетчика, следующие 12 банков соответствуют накоплениям за 11 предыдущих и за текущий месяцы. Учет за текущий месяц записывается в соответствующий банк, таким образом, имеется возможность узнать, сколько было накоплено энергии за любой из 11 последних месяцев. Перед началом работы счетчика на заводе-изготовителе обнуляют содержимое банков памяти, и накопление начинается с нулевых значений.

Смена тарифов осуществляется по временным условиям: для каждого дня недели свое тарифное расписание, то есть времена начала основного и льготного тарифов — для пикового тарифа. Шестнадцать произвольных дней в году могут быть определены как праздничные, в эти дни работает тарифное расписание как для воскресенья.

В электросчетчике может быть установлен режим ограничения по количеству израсходованной за месяц энергии и по мощности. В тех режимах счетчик фиксирует количество электроэнергии, израсходованной выше лимита. При превышении установленного лимита электроэнергии производится или переход на накопление по штрафному тарифу, или отключение пользователя от энергосети. Штрафной тариф может быть установлен принудительно (по интерфейсу связи) в случае, например, задолженности.

При включении счетчика в сеть (например, после очередного пропадания напряжения в сети) фиксируется время и дата момента для возможности контроля. Также предусмотрена запись даты несанкционированного снятия крышки счетчика.

Через особый разъем к счетчику можно подключить **ридер** для считывания информации с индивидуальной электронной карточки об объеме энергии, оплаченном потребителем. При исчерпании лимита счетчик может отключить потребителя от электросети.

Электросчетчик трехфазный электронный многотарифный имеет встроенный цифровой интерфейс, встроенный тарификатор.

Обеспечивает — учет активной и реактивной электроэнергии в одно или многотарифном режимах суммарно по всем фазам или может осуществлять учет активной энергии по каждой фазе отдельно. На жидко-кристаллическом дисплее индицируются:

- ◆ значения активной и реактивной электрической энергии;
- ◆ измерение мгновенных значений активной, реактивной и полной мощности по каждой фазе и по сумме фаз;
- ◆ измерение по каждой фазе — тока, напряжения, частоты, $\cos \phi$, углов между фазными напряжениями.

Такой электросчетчик поддерживает передачу данных измерений по силовой сети, по интерфейсам — CAN, RS-485. Может передаваться вся доступная информация. Имеется воз-

возможность программировать счетчик в режим суммирования фаз «по модулю» для предотвращения хищения электроэнергии при нарушении фазировки подключения, имеется возможность корректировать внутренние часы электросчетчика.

Такой счетчик предназначен для эксплуатации в электроустановках административных, жилых и общественных зданий, производственных помещений, коттеджей, дач, магазинов, гаражных кооперативов и т.п. при снабжении потребителей электроэнергии от трехфазной электросети.

Установка счетчика

По способу установки счетчики можно разделить на классические, крепящиеся с помощью трех винтов, и счетчики, предназначенные для крепления на DIN-рейку (рис. 10.7). Такое крепление сейчас получает большее признание из-за удобства монтажа счетчиков и меньших габаритов.

Место для размещения электросчетчика следует выбирать с особой тщательностью, ведь условия окружающей среды могут повлиять на точность показаний. В самом общем виде требова-

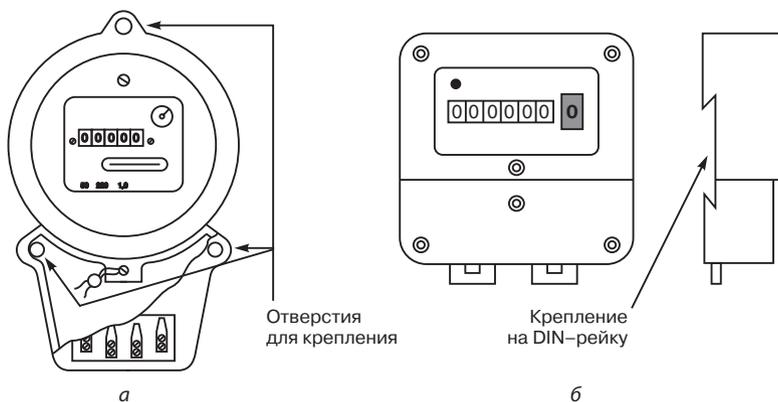


Рис. 10.7. Варианты крепления электросчетчиков:
а — традиционное крепление на три шурупа; б — крепление на DIN-рейку

ния к месту для размещения электросчетчика таковы: помещение должно быть отапливаемое, но температура не выше $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, сухое, без агрессивных примесей в воздухе. Электросчетчик может быть установлен и в неотапливаемом помещении. Допускается размещение в шкафах наружной установки. Но в этом случае придется побеспокоиться об утеплении счетчика.

Крепление электросчетчика должно быть выполнено таким образом, чтобы его возможно было демонтировать с лицевой стороны панели (помним принцип максимального удобства для проведения различных работ).

В некоторых случаях необходима установка **трансформаторов тока**: если сила тока, проходящего через счетчик, выше максимально допустимого значения для данного прибора. Если производится установка трансформаторов тока, то показания счетчика должны умножаться на коэффициент трансформации (к примеру, установка трансформатора тока 100/5 А означает, что коэффициент трансформации равен 20 и показания счетчика нужно будет умножать на 20).

Трансформатор тока ТОП, представленный на **рис. 10.8**, предназначен для понижения изначального тока до величины, используемой в цепях измерения, охраны, управления и сигнализации. Такое номинальное значение тока вторичной обмотки 2 А , 5А. Изначальные обмотки трансформатора тока и напряжения включаются в цепь с измеряемым переменным и постоянным током, а во вторичную цепь включаются не измерительные приборы.



Рис. 10.8. Так выглядят трансформаторы тока

Ток, протекающий сообразно вторичной обмотке трансформатора тока, равен определенному току первичной обмотки, деленному на другой коэффициент модификации. Вторичная такая обмотка токового трансформатора должна быть солидно замкнута на низкоомную нагрузку измерительного устройства либо накоротко. При случайном либо умышленном разрыве цепи появляется прыжок напряжения, страшный для изоляции, находящихся вокруг электроприборов и жизни персонала!

Электромонтаж при установке трансформаторов тока осуществляется медным проводом или кабелем с минимальным сечением (не более 10 мм²). Марки могут быть различными. Следует только соблюдать условия, касающиеся механической прочности провода или кабеля.

При электромонтажных работах не допускается использовать такие соединения проводов и кабелей, которые невозможно осмотреть (к примеру, болтовое соединение, скрутка).

После того как проведены все электромонтажные работы счетчик, клеммную и испытательную колодки, трансформаторы тока и напряжения (если они имеются) следует опломбировать.

Особенности включения счетчиков и измерительных трансформаторов



Это интересно знать.

Схемы включения индукционных и электронных электросчетчиков (рис. 10.9) абсолютно идентичны. Посадочные отверстия для крепления обоих видов электросчетчиков тоже должны быть абсолютно одинаковы.

Однако некоторые производители не всегда придерживаются этого требования, поэтому иногда могут возникнуть проблемы с установкой электронного электросчетчика вместо индукционного именно в плане крепления на панели.

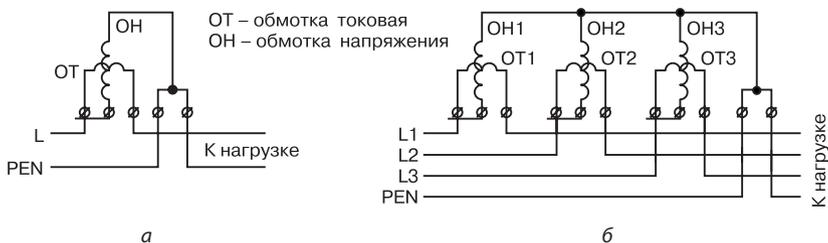


Рис. 10.9. Принципиальные схемы включения счетчиков:
 а — однофазного; б — трехфазного

Зажимы токовых обмоток электросчетчиков обозначаются буквами Г (генератор) и Н (нагрузка). При этом генераторный зажим соответствует началу обмотки, а нагрузочный — ее концу.

При подключении счетчика необходимо следить за тем, чтобы ток через токовые обмотки проходил от их начал к концам. Для этого провода со стороны источника питания должны подключаться к **генераторным зажимам** (зажимам Г) обмоток, а провода, отходящие от счетчика в сторону нагрузки, должны быть подключены к **нагрузочным зажимам** (зажимам Н).

Для счетчиков, включаемых с **измерительными трансформаторами**, должна учитываться полярность как **трансформаторов тока (ТТ)**, так и **трансформаторов напряжения (ТН)**. Это особенно важно для трехфазных счетчиков, имеющих сложные схемы включения, когда неправильная полярность измерительных трансформаторов не всегда сразу обнаруживается на работающем счетчике.

Если счетчик включается через **трансформатор тока**, то к началу токовой обмотки подключается провод от того зажима вторичной обмотки трансформаторов тока, который однополярен с выводом первичной обмотки, подключенным со стороны источника питания. При этом включении направление тока в токовой обмотке будет таким же, как и при непосредственном включении.

Для трехфазных счетчиков входные зажимы цепей напряжения, однополярные с генераторными зажимами токовых обмоток, обозначаются цифрами 1, 2, 3. Тем самым определяется заданный порядок следования фаз 1-2-3 при подключении счетчиков.

Прямая схема подключения однофазного электросчетчика

Данная схема подключения электросчетчика (однофазного и трехфазного) называется **прямой**. Эта схема является наиболее простой и довольно распространенной в своем использовании на практике в быту (источник: www.electrohobby.ru). Схемы представлены на **рис. 10.10** и **рис. 10.11**.



Это интересно знать.

Если ток счетчика лежит в нормальных пределах реально потребляемого тока, то подключают в этом случае счетчики прямым способом (без дополнительных трансформаторов тока).

Несмотря на огромное разнообразие выпускаемых электросчетчиков, расположение клемм подключения у них у всех одинаковое. На самой крышке закрытия клемм (с внутренней стороны) имеется нарисованная схема подключения (на всякий случай, если забыли, как подключать электросчетчик).

После одобрения правильности и соответствия всем нормам, на электросчетчике производится опломбировка. Она исключает возможность самопроизвольной доделки или переделки как самого подключения, так и изменения общей работы устройства учета.



Это интересно знать.

Те электросчетчики, что устанавливаются самими хозяевами для своих нужд и определенных целей (к примеру, в

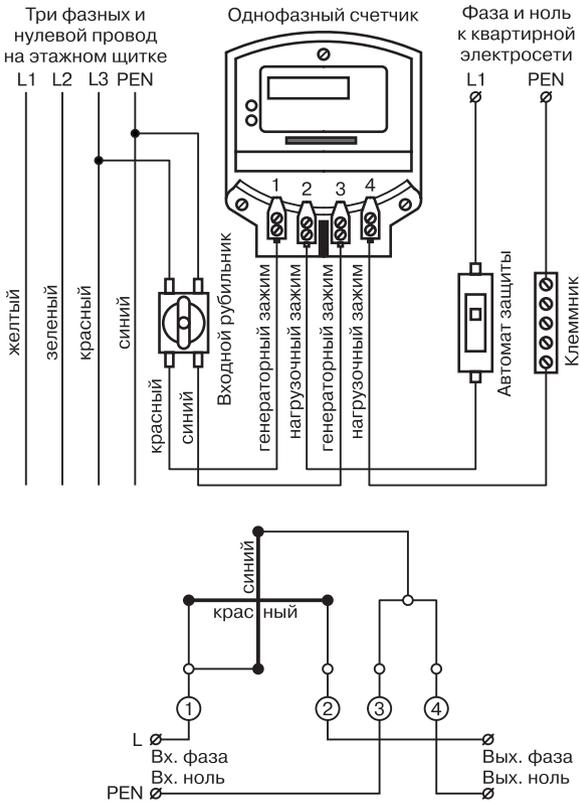


Рис. 10.10. Демонстрационная схема подключения однофазного электросчетчика

одной квартире живут несколько семей и есть необходимость учитывать потребленную электроэнергию каждой из них) не подвергаются контролю организаций.

Они расцениваются как обычные электротехнические устройства, которые установлены в электрический щиток и работают на стороне самого потребителя.

В многоквартирных жилых домах через кабель (провод) соответствующего сечения идет подсоединение фазы (фаз) к входным клеммам электросчетчика. Между основной магистралей

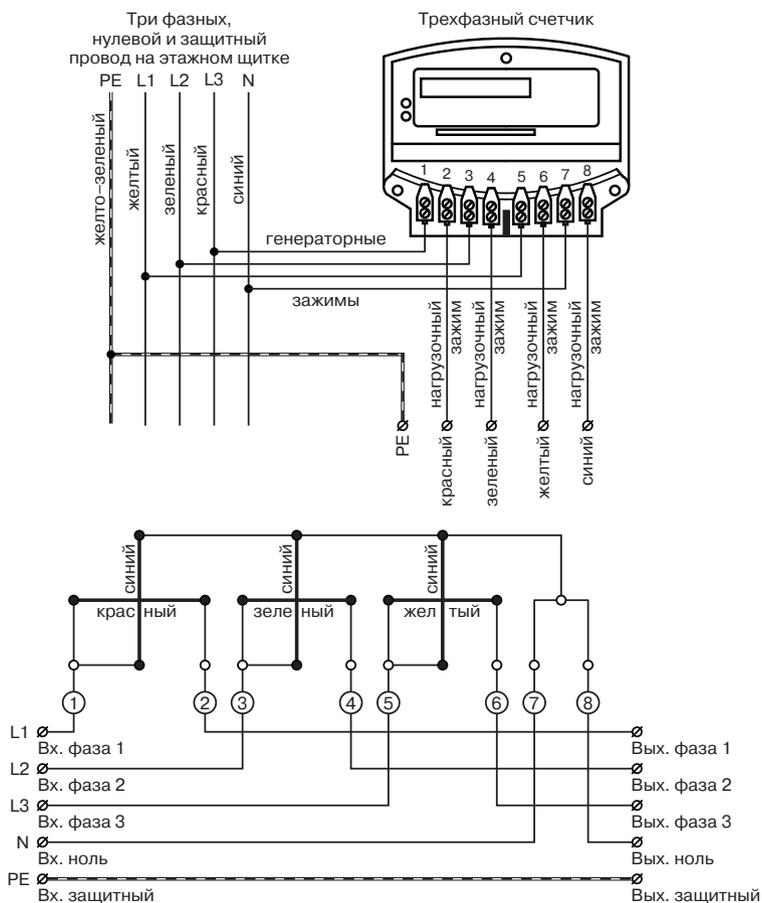


Рис. 10.11. Демонстрационная схема подключения трехфазного электросчетчика

лю и счетчиком устанавливается рубильник или автомат. Он позволяет производить замену устаревших либо не исправных электросчетчиков без напряжения на вводе.

С выходных клемм электросчетчика электропитание ввода подается на защитные и распределительные устройства. Фаза идет на УЗО, автоматы, предохранители, а ноль обычно садится на общий клеммник.

Однофазный счетчик устроен таким образом, что все потребители электроэнергии в доме питаются от одного провода (фазы). В трехфазных схемах потребители электричества разведены на группы, что более безопасно. Для примера разберемся, как подключить электросчетчик однофазный и трехфазный.

Переходим сначала к **подключению электрического однофазного счетчика**. Под защитной крышкой, в нижней части прибора расположены четыре клеммы (рис. 10.12). К крайней левой клемме, присоединяется приходящий фазный провод, к клемме следующей по порядку слева на право, присоедн-

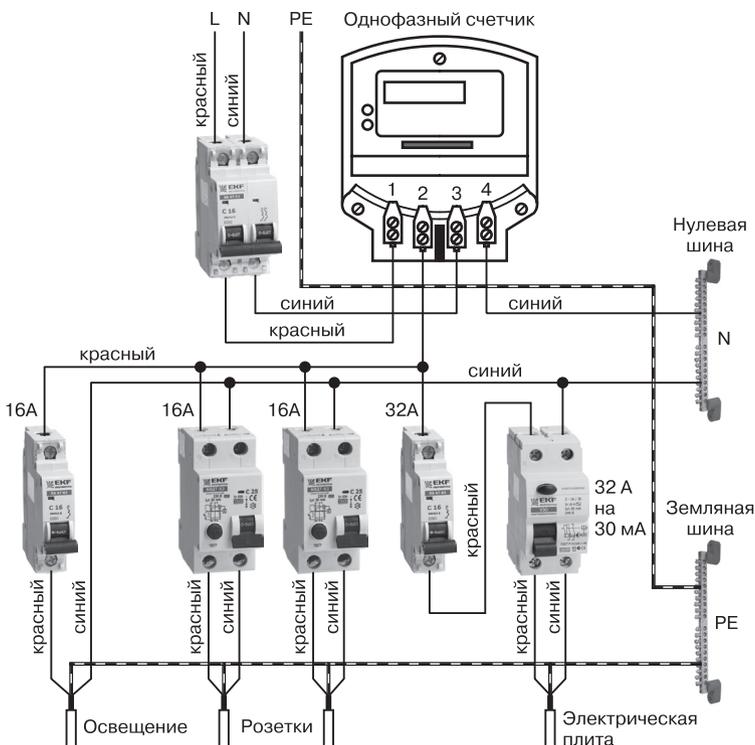


Рис. 10.12. Подключение однофазного счетчика

ется отходящий фазный провод. Далее, к третьей слева клемме присоединяется приходящий нулевой провод, а к последней, оставшейся — отходящий нулевой.

На однофазном аппарате имеются четыре клеммы (на рис. 10.12 отмечены номерами). Через эти четыре клеммы осуществляется подача электроэнергии в дом и связь общей электросети. Для замены прибора обесточьте квартиру и снимите старый счетчик. Закрепите в подготовленное место новый прибор. К клемме №1 присоедините фазный провод (чаще всего он красного цвета, однако если есть сомнения, проверьте его индикаторной отверткой — индикатор должен загореться на фазном проводе). К клемме №2 подключите фазный провод от сети помещения, первая цепь готова.

Аналогично подключаем к клеммам №3, 4 нулевой провод от общей и квартирной сети. Чтобы не ошибиться в монтаже сверяйтесь со схемой подключения электросчетчика (рис. 10.12).

Переходим теперь к подключению электрического трехфазного счетчика.



Это интересно знать.

Для питания квартир и индивидуальных домов с потреблением электроэнергии свыше 12 кВт, целесообразней использовать трехфазную сеть вместо однофазной.

Для учета электроэнергии, в трехфазной цепи используются, соответственно, трехфазные счетчики.

Под защитной крышкой снизу у трехфазного счетчика находятся четыре пары клемм. В каждой паре левая клемма является входной, а правая — выходной. Три фазных провода и рабочий нулевой подключаются к входным клеммам счетчика. С выходных клемм, фазные и нулевой провода отводятся на распределительный щит.

Трехфазный электросчетчик подключить немного сложнее, хотя принцип тот же. Действуя по аналогии с подключением однофазного счетчика, подключаем провода. К клеммам №№1,

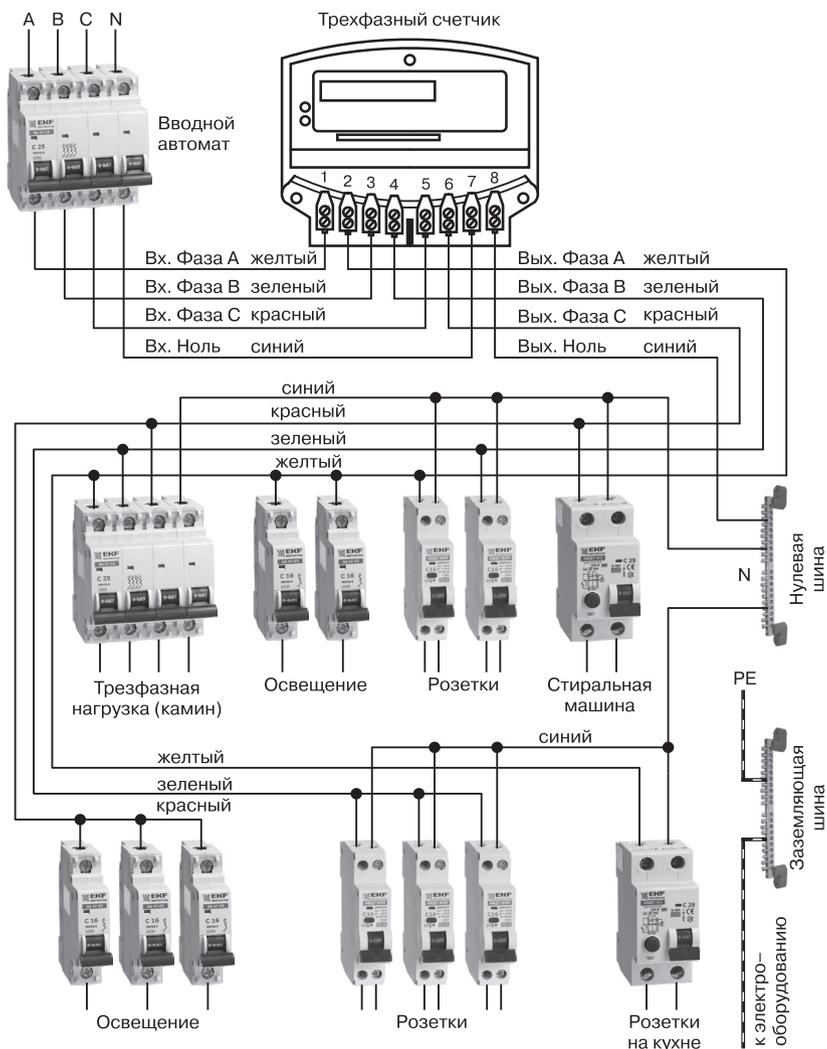


Рис. 10.13. Подключение трехфазного счетчика

3, 5, 7 присоединяем провода одного цвета из внешней сети, а к следующим клеммам, т. е. к №№2, 4, 6, 8 провода одного цвета из домашней сети (рис. 10.13).

Таким образом, получится, что если к контакту №1 подсоединен красный провод (фаза) из внешней цепи, то к контакту №2 нужно будет подключить фазный провод из домашних коммуникаций.

**Полезный совет.**

Для безопасности входные провода лучше подключить через четырехполюсный вводной автомат, а также поставить однополюсные автоматы для каждой группы потребителей.

Организационные вопросы замены счетчика

Надеюсь, что вы приобрели отечественный, сертифицированный электросчетчик, сделанный на заводе. Это облегчит решение возможных проблем, связанных с ремонтом и заменой счетчика по гарантии. Счетчик можно самостоятельно приобрести, но его заменой обязательно должен заниматься квалифицированный специалист из энергоснабжающей организации — штатный электрик.

Для замены счетчика электрической энергии требуется 3 группа по электробезопасности, которая присваивается электрику только после обучения и проверки знаний в центрах аттестации.

При монтаже электрик запрограммирует тарифы, если выбран электронный многотарифный вариант.

**Это интересно знать.**

При замене старого счетчика нельзя трогать его верхних пломб (крепящие кожух электросчетчика пломбы с клеймом госповерителя — заводские или с метрологии). Можно снимать только нижнюю — на зажимной крышке распределительной клеммной коробки (пломба энергоснабжающей организации).

**Полезный совет.**

Не выбрасывайте сразу и не разбирайте старый прибор (в ближайшие месяцы он может понадобиться для сверки показаний).

Не нужна поверка в Метрологии для устанавливаемого **нового прибора**, если с момента его изготовления прошло менее двух лет — для однофазных электросчетчиков. На трехфазных электросчетчиках должны быть пломбы государственной поверки с давностью не более 12 месяцев.

После замены счетчика нужно вызвать «Пломбировщика» из Энергосбыта, который опломбирует новый счетчик, снимет и запишет текущие показания и начальные (из паспорта прибора), поставит электросчетчик на учет. Данные, которые он запишет, послужат для расчета расхода электроэнергии по старому и новому счетчику в текущем месяце.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Современные электросчетчики» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Как программировать многотарифный счетчик?».
- ◆ «Современный счетчик устанавливается в современный щиток».

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОСЕТИ

Что такое диагностика

Диагностика состояния электросети включает в себя очень большой спектр необходимых к проведению мероприятий. В первую очередь, это **измерение сопротивления изоляции электропроводки**. В обязательном порядке измеряется сопротивление заземления и проверяется общее состояние всех цепей и замеряются переходные сопротивления. Проводится **проверка работы всех видов защитных устройств с обязательным тестированием автоматических выключателей...**

Естественно, весь этот перечень работ можно выполнить только с применением специального оборудования и силами специально подготовленных людей. Этим занимаются **электролаборатории**. Такие мероприятия выездными бригадами должны проводиться по установленным планам и графикам. Осталось только вспомнить — когда электролаборатория приезжала к вам последний раз?

И, тем не менее, диагностика необходима. Иногда вовремя замеченные отклонения от нормы, даже совсем не значительные, помогают избежать больших проблем. Именно о такой диагностике и пойдет речь.

Живя в квартире или собственном доме необходимо понимать, что все коммуникации, и электропроводка в том числе, требуют наблюдения за исправностью. В данном случае измерительной лабораторией являетесь вы сами. Самым значимым по последствиям отклонением от нормы является нагрев. Нагреваться могут автоматические выключатели или розетки,

просто проводка в стене, но всегда это повод для тщательного разбирательства в причинах этого нагрева.

Нагрев проводов

При прохождении электрического тока происходит нагрев проводов. Это нормальное явление. Именно с учетом нормального нагрева и происходит подбор минимального сечения проводов для прокладки сети в помещении. Перегрев провода сразу сигнализирует о ненормальности ситуации.

В первую очередь, необходимо понять причину — виновата проводка или вы? Если как раз в это время был дополнительно подключен мощный нагреватель, то, скорее всего, именно он и виноват в сложившейся ситуации. Если нагрузка подключена обычная, то разбираться нужно с самого начала.



Это интересно знать.

Признаками перегрева проводки обычно служит неприятный запах горелой изоляции.

Возможно, проводка и раньше грелась, но это происходило менее заметно. При появлении ощутимого запаха горелого пластика необходимо немедленно обесточить помещение. Сам по себе провод вряд ли повредился. Причина, хоть какая то, должна быть. Но чаще всего, это все-таки банальная перегрузка.

Такие случаи наиболее характерны для квартир с алюминиевой проводкой. Изначально в них не планировалось сама возможность установки бытовой техники и вообще ничего, кроме холодильника, нескольких лампочек и телевизора.



Полезный совет.

Выход есть, и он прост — для мощных стационарных потребителей необходимо провести отдельные линии, которые разгрузят стационарную проводку, и опасность возгорания проводки будет устранена.

Другой, не менее часто встречающейся причиной появления неприятного запаха горелой изоляции являются места с **неправильными соединениями проводов**. Скрутка проводов давно запрещена всевозможными директивами, но, тем не менее, встречается повсеместно и часто становится причиной перебоев в электроснабжении.



Это интересно знать.

*И если **скрутка медных проводов** иногда может обеспечить надежный контакт, то алюминиевые провода почти всегда в местах соединения окисляются и сильно перегреваются, с дальнейшим ухудшением контакта.*

Провода соединять между собой приходится часто, и для этого существует много вполне хорошо зарекомендовавших себя способов. Наиболее быстрый и эффективный способ — применение **строительно-монтажных клемм**. Главным достоинством такого способа соединений проводов можно считать отсутствие необходимости какого-либо дальнейшего обслуживания. Контактная группа содержит не болтовые соединения, а подпружиненные. Благодаря этому обеспечивается постоянное и устойчивое сжатие места контакта, а паста, находящаяся в каждом посадочном отверстии, значительно сокращает возможность появления окисной пленки. Это особенно важно для алюминиевых проводов, окисная пленка которых практически всегда мешает нормальному соединению проводов.

Все остальные способы — применение клеммных винтовых соединений, сварка или пайка — более трудоемкие и зачастую менее надежные. Важно помнить, что любое соединение проводов, рано или поздно — станет проблемой.



Полезный совет.

По возможности необходимо избавляться от слабых мест в электропроводке, и однозначно не стоит их плодить. Никакой экономией материалов нельзя объяснить исполь-

зование кусочков сложенных проводов там, где можно и нужно проложить целый кусок.

Физические свойства алюминия и меди предполагают ухудшение контакта в местах болтовых соединений. Процесс прост — провод зажат надежно, при включенной нагрузке он слегка нагревается и пытается расшириться (все металлы при нагревании расширяются), винтовое соединение ограничивает область возможного расширения, поэтому провод обычно просто слегка расплющивается. После отключения нагрузки провод охлаждается и уменьшается в размерах. Но так как он слегка расплющился, то и контакт ослабился. При следующем включении нагрузки все повторяется, за исключением того, что за счет постоянного ухудшения контакта, нагрев и все последующие процессы наращивают интенсивность.

Через довольно длительное время контакт потребует обслуживания. Обычно это простое протягивание винтов. Если этого не сделать — место локального перегрева становится очагом пожара. Подобные соединения в домашней сети довольно многочисленны — это розетки и выключатели, а также все соединения в электрощите.



Будьте осторожны!

Периодичность обслуживания щитовых определена. Это два раза в год.

В собственной квартире периодичность определяется из обстоятельств, но при нагреве розеток иногда достаточно отключить вводной автоматический выключатель, проверить индикаторной отверткой отсутствие напряжения и подтянуть контакты. Как правило, этого хватает для устранения проблемы. Чтобы не доводить дело до предаварийной ситуации надо просто иногда, желательно в моменты использования максимального количества электроприборов, провести осмотр электрического щитка и розеток. Любые посторонние звуки запахи должны послужить поводом для более глубокого

изучения проблемы. Естественно, все это необходимо делать с соблюдением правил электробезопасности.

Отсутствие света в квартире

Ситуация, знакомая каждому — в квартире погас свет. Что делать? Первый этап — выяснить, проблема коснулась вас одних, вашего дома или всей улицы. Это делается просто — если все это происходит вечером, то достаточно просто выглянуть в окно. Отсутствие света в соседних окнах это очень хороший признак. Значит лично у вас все хорошо, а плохо у всех.

В такой ситуации предпринимать какие-либо действия, кроме звонка по телефону в местную энергоснабжающую компанию, не стоит.



Будьте осторожны!

Опасно сразу лезть в электрощиток, так как подача электроэнергии может быть возобновлена в любой момент.

При отсутствии электричества персонально в вашей квартире все и проще, и сложнее одновременно. Проще, потому что, скорее всего, в ваших силах устранить проблемы, ну и сложнее — по той же причине. Что могло произойти?

Обычно, просто отключился автоматический выключатель. Если отключился вводной, то сразу включать его не стоит. Необходимо все рычажки перевести в отключенное положение, и только потом взвести первый (вводной обычно установлен первым). См. главу «Домашние и квартирные щитки».

Только после этого начинать включать по очереди все остальные автоматы. Делать это необходимо с максимальными мерами предосторожности. Все рычажки включились — проблема была в перегрузке сети. Ведь не все приборы работают во всей квартире одновременно, но может и совпасть. Тогда и происходит отключение. Это самый простой вариант.

Какой-либо из автоматических выключателей не взводится — с хлопком сразу выключается. Следует его пропустить, и включить оставшиеся. Этим действием происходит локализация неисправности и определение области дальнейших действий. Не включающийся автомат не подал напряжение на какую-то группу розеток или приборов освещения.

У себя дома это довольно легко выявить и вытащить из обесточенных розеток все вилки от бытовых приборов или техники. Повторная попытка включения расставляет все по местам — автомат взвелся, значит, сторело что-то из бытовой техники, а все равно не взвелся — вышел из строя сам автоматический выключатель или дело в проводке.

В этом случае лучше обратится к профессионалам, так как работа по замене автоматических выключателей или поиски дефектов в проводке все-таки довольно сложная и ответственная.

Отдельная ситуация возникает при наличии в щите устройств защитного отключения или автоматических выключателей дифференциальных токов. Они могут отключаться при любом повреждении изоляции в проводке или при любой неисправности подключенного оборудования. Способы диагностики остаются прежними, но много времени занимают отключения всех электрошнуров из розеток.



Будьте осторожны!

Следует помнить — работать даже в обесточенном электрощите можно только с соблюдением всех правил электробезопасности.

Замена розетки

При любых признаках неисправности или даже просто подозрения на них — розетки необходимо просто заменять. Эти изделия одноразовые и ремонтировать их конечно можно, но не стоит этого делать. Только замена. Сама по себе работа

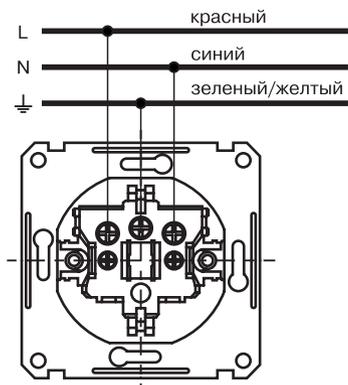


Рис. 11.1. Схема подключения розеток

В идеале, они должны быть отмечены цветом изоляции еще при прокладке:

- ◆ синий — всегда нулевой проводник;
- ◆ желто-зеленый — может быть только заземлением;
- ◆ все остальные цвета — фазные.

В принципе, если в цепях защиты стоят автоматические выключатели, то проблем с подключением розетки вообще не возникает. Фазный провод легко определить при помощи отвертки с индикатором. Пример с тремя проводами относится только к розеткам, не являющимися проходными.

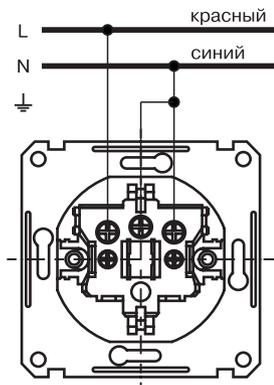


Рис. 11.2. Неправильное подключение заземляющего провода

по замене розетки очень не сложная. Максимум три провода и два крепления в стене (рис. 11.1). Но заблудиться можно и в трех соснах, скорее всего, эта поговорка и родилась во время замены электроустановочных изделий, когда из стены остались торчать три, **одинаковых по цвету и длине**, провода. Чтобы не оказаться в подобной ситуации, необходимо не забывать маркировать провода.

Более частый случай — **розетка проходная**, и провода не только подходят, но и уходят. Наиболее частая ошибка в такой ситуации, это перепутывание нулевого и заземляющего проводника (рис. 11.2). Эту ошибку многие не замечают, и автоматический выключатель — тоже ее не заметит. И электроприборы будут нормально работать.

Но все это благополучное игнорирование неправильного монтажа может обернуться большими неприятностями, когда вроде бы заземленный прибор «вдруг» окажется под напряжением.



Полезный совет.

Чтобы такого никогда не случилось, необходимо внимательно относиться к маркированию отсоединяемых проводов, а еще лучше, применять автоматические выключатели дифференциального тока.

Они просто не позволят эксплуатировать домашнюю электрическую сеть, смонтированную с ошибками.

Сейчас в продаже есть наборы термоусаживаемых трубок. При их помощи очень легко маркировать провода, и вообще эти трубки существенно облегчают жизнь во время ремонта. Кроме маркировки они еще служат и изоляцией оголенных концов проводов.

Технология проста. Отрезать кусок термоусаживаемой трубки выбранного цвета. Длина должна с избытком превышать оголенную часть провода. Аккуратно надеть трубку на провод и нагреть. Греть желательно термофеном. Но понятно, что он есть не просто не у всех, а почти ни у кого.

Поэтому в практике часто применяется обычная зажималка. Работать с открытым, даже таким маленьким, но все-таки огнем, надо с осторожностью. Трубка плотно обхватывает провод и изолирует его, а также маркирует. Запаса цветов в наборе должно хватить даже для «серьезного» ремонта. Раньше для этой цели применяли изоленту, но трубка не только ускоряет и упрощает работу, самое главное — работа делается более качественно.

От изоленты на освобожденных от изоляции кончиках проводов ВСЕГДА оставались частички клеящего состава, которые мало какой мастер считал нужным зачищать. И место соединения проводников получалось некачественным, и соответственно в процессе эксплуатации «теплым» или даже «горячим».

Трубку необходимо выбирать без клеевого состава, и этой проблемы удастся избежать. Описанный метод является не единственным, можно использовать и самозажимные клеммы.

Замена выключателя

Выключатель переключается в любое положение, но свет не включается. Прежде чем идти в магазин за новым выключателем, необходимо диагностировать, а что, собственно, вышло из строя. Можно начать с проверки ламп, или целостности проводки, но правильной будет экспресс проверка самого выключателя.

Они все легко разбираются — снимаются декоративные панельки, и появляется доступ к клеммам с закрепленными в них проводами. **Первым этапом** визуально проверяется целостность проводов и то, что они подключены. **Второй этап**, это уже прозвонка проводов, для которой нужна **индикаторная отвертка**:

- ♦ прикоснитесь нижнего провода — индикатор должен указать наличие «фазы»;
- ♦ прикоснитесь к верхнему проводу и «пощелкайте» выключателем — если на нем не появляется «фаза» — все, выключатель подлежит замене.

Во всех остальных случаях, при иных результатах прозвонки, очевидность необходимости его замены под большим вопросом. Сама замена выключателя вызывает больше вопросов, чем замена розетки. Задавая практическое задание для студентов первого курса технического СУЗа — собрать схему из пяти ламп и двухклавишного выключателя, чтобы можно было включить три, две, или все пять ламп — в результате получал все, кроме правильной схемы. Задача сама по себе очень простая, на схеме, но если провода спрятаны в стенке, то вопросы возникают.

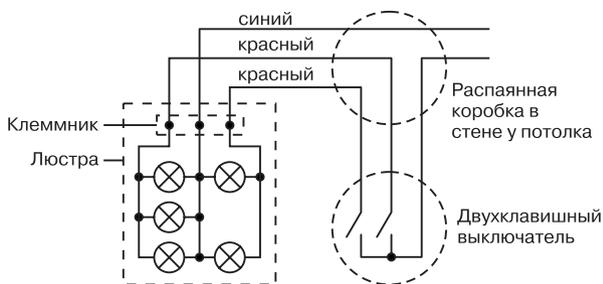


Рис. 11.3. Схема включения люстры с двухклавишным выключателем

Схема включения люстры с двухклавишным выключателем представлена на **рис. 11.3**. Нулевой провод проходит мимо выключателя и через распаечную коробку выведен к месту крепления люстры. С ним вопросов нет. Фазовый провод должен подключаться снизу, он один и место для крепления в выключателе для него тоже одно. Два остальных провода подключаются сверху. Какой из них левый, а какой правый — роли не играет.

Если не понравится алгоритм включения — две лампочки плюс три — поменяйте места эти провода, и получится три плюс две.

Если вы меняете двухклавишный выключатель на одноклавишный — то два этих проводка необходимо соединить вместе, под один винт. Свет будет включаться сразу весь. Определить, какой провод подключается снизу можно с использованием индикаторной отвертки (**рис. 11.4**).

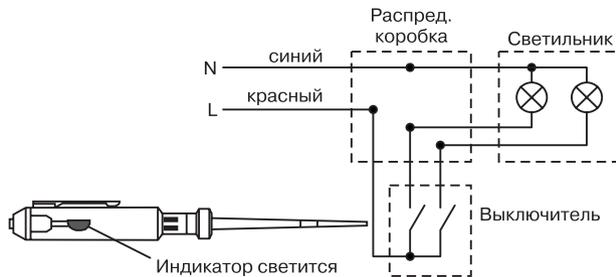


Рис. 11.4. Определение проводов

Развести все провода друг от друга и включить автоматический выключатель в щитке — подать питание в линию. Только один провод при этом должен показать наличие фазы — это и есть нижний.

Повреждение проводки

При любых работах с проводкой необходимо не только соблюдать правила электробезопасности, но быть просто предельно аккуратным. Старые, алюминиевые провода бывают настолько не гибкими, что готовы сломаться при любой попытке прикоснуться к ним. Медные провода значительно надежнее, но все равно, сильные перегибы ни к чему хорошему не приводят.

Если провод сломался, но оставшегося куска хватает для подключения розетки или выключателя, то проблем особо не возникает. Необходимо с большой осторожностью удалить изоляцию и закончить работу.



Полезный совет.

В таких случаях изоляцию лучше снимать при помощи остро отточенного ножа, так как применение кусачек может только значительно ухудшить ситуацию.

Отломить провод у самого выхода из стены — не самая приятная перспектива. Если же это произошло, то провод надо:

- ♦ либо заменить целиком, и это идеальный вариант в плане надежности;
- ♦ либо нарастить до нужной длины.

Способов соединения проводов много, но не все для такой ситуации подходят.

Согласно ПУЭ, соединения проводов должны выполняться одним из следующих способов:

- ♦ опрессовкой;
- ♦ сваркой;

- ♦ пайкой;
- ♦ с использованием клеммников.

**Будьте осторожны!**

Скрутка не входит в этот перечень — она под запретом, и рекомендовать ее, это значит нарушать рекомендации очень серьезных научных мужей.

Хотя полностью этот метод соединения проводов исключить из практики получится еще очень не скоро. Подробно рассмотрим достоинства и недостатки всех способов с указанием области применения.

Опрессовка представляет собой соединение нескольких проводов. Скрутка опрессовывается алюминиевой или медной гильзой с внутренним диаметром, соответствующим диаметру скрутки. Гильза надевается на скрутку и при помощи специальных пресс-клещей напрессовывается. Выбор материала гильзы зависит только от материала соединяемых проводов. Для медных — медная, для алюминиевых — алюминиевая.

**Будьте осторожны!**

Соединять провода таким способом из разных материалов — категорически запрещено. Надежного соединения получить не удастся.

Этот способ является одним из наиболее надежных и долговечных. Из дополнительных материалов еще понадобится сама гильза. Внутренний ее диаметр должен максимально близко соответствовать диаметру скрутки проводов. Для опрессовки потребуются клещи или специальные обжимные инструменты и изолирующий материал, изолента или более технологичная термоусаживаемая трубка.



Рис. 11.5. Методы соединения: опрессовка

Приведу пошаговую инструкцию опрессовки.

Шаг 1. Удаляем изоляцию с проводов, которые нужно соединить.

Шаг 2. Плотнo скручиваем провода.

Шаг 3. Надеваем на скрутку подобранный по диаметру и материалу гильзу.

Шаг 4. При помощи обжимного инструмента опрессовываем гильзу с максимальным усилием.

Шаг 5. С помощью термоусадки или изоленты изолируем поверхность гильзы. Даже если это нулевой или заземляющий проводник, это необходимо делать всегда.

Сварка. Соединение сваркой раньше было распространено гораздо более широко, чем сейчас. Это связано с необходимостью иметь мощный трансформатор для самой сварки и трудоемкостью процесса.

Также большим неудобством можно считать искры и повышенную пожароопасность данного способа соединения проводов. Правда, есть у него и несомненные положительные свойства — провода после соединения не имеют места соединения. Они становятся единым целым, и контакт между ними безупречный.

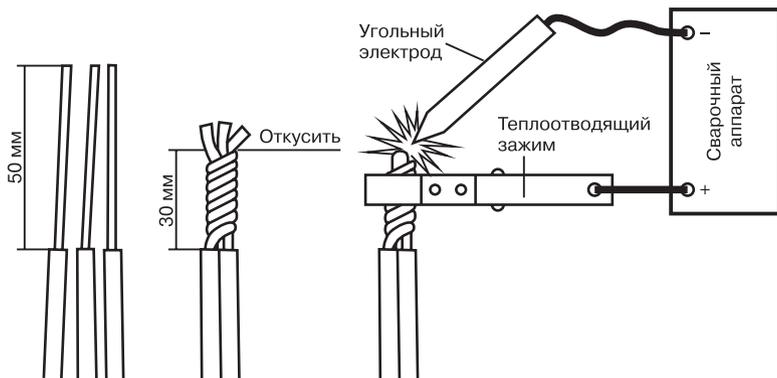


Рис. 11.6. Методы соединения: сварка

**Это интересно знать.**

Соединять таким образом можно только медные провода.

Для выполнения подобной работы уже необходимо применение средства индивидуальной защиты при сварке. Очки и перчатки — это минимум, который можно дополнить еще и защитной, негорючей спецовкой.

Сварочный аппарат можно заменить просто мощным трансформатором от ЯТП на напряжение 36 вольт. К такому трансформатору необходимо просто прикрепить угольный стержень, например, извлеченный из батарейки, можно приступить к работе.

Приведу пошаговую инструкцию сварки.

Шаг 1. Зачищаем провода от изоляции на 4–5 см.

Шаг 2. Плотно скручиваем провода между собой. Если концы соединяемых проводов не заканчиваются на одном уровне, то можно откусить конец скрутки.

Шаг 3. Если вы применяете профессиональное оборудование, то в углубление электрода насыпаем флюс и прижимаем конец скрутки к электроду. Если это просто трансформатор с угольным стержнем, то и без флюса, соединение получается вполне качественным и надежным.

Шаг 4. Включаем сварку и после сваривания отводим электрод от полученного соединения.

Шаг 5. «Шарик» на конце скрутки изолируем любым, удобным вам, методом. Изолента для этого подходит лучше всего.

Пайка — это способ соединения проводов, когда между собой они скрепляются припоем.

При соединении проводов пайкой контакт также получается большой площади и довольно надежный, но область применения соединения проводов пайкой значительно меньше. Это легко объясняется низкой устойчивостью данного вида соединения к повышению температуры.

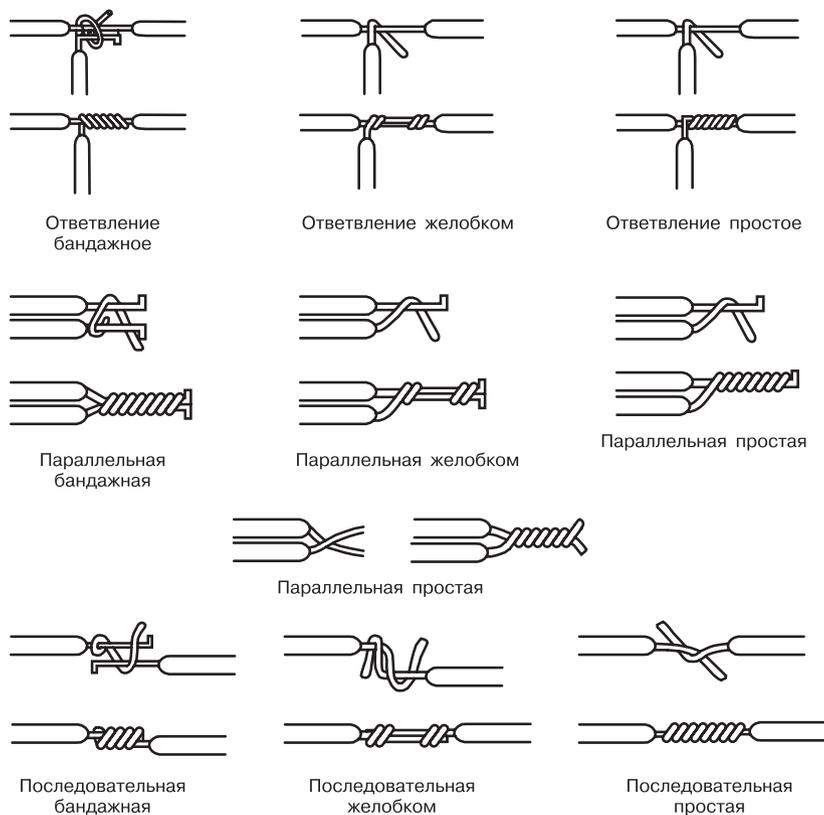


Рис. 11.7. Методы соединения: пайка

А температура может не просто повыситься, но и может практически мгновенно достичь очень высоких величин. Это случается при прохождении по соединенным проводам токов перегрузки или токов короткого замыкания. В этой ситуации именно место соединения подвергается максимальному испытанию на надежность и худший вариант, это разрушение места пайки из-за расплавления припоя.

Материалы и инструменты для паяния известны, наверное, всем. Это паяльник, сам припой и флюс обязательно, если его нет в самом припое.

Приведу пошаговую инструкцию пайки

Шаг 1. Освобождаем провода от изоляции и тщательно зашкуриваем каждый из соединяемых проводов до металлического блеска. Загрязненные провода надежно соединить не получится.

Шаг 2. Каждый провод необходимо залудить, а потом скрутить. Но если провода хорошо зачищены, то можно и просто залудить всю скрутку сразу.

Шаг 3. Хорошо пропаять припоем скрутку. Равномерное покрытие припоем показывает окончание процесса. Необходимо следить за поведением изоляции на проводах. Не стоит допускать ее оплавления, но и переживать по этому поводу не стоит. Изолировать место пайки все равно придется, и заизолировать место повреждения изоляции труда не составляет.

Клеммные соединения. Существует большое количество клеммников для соединения проводов. Всем привычные винтовые клеммники служат для соединения двух проводов и очень удобны в случаях соединения перебитого в стене провода. Ситуация знакома многим: решили повесить картину на стену и надо просверлить одно отверстие. Если вы специально будете целиться в замурованный в этой стене провод, то вряд ли попадете, а вот случайно — результат гарантирован.

Перебитый провод невозможно подтянуть и скрутить, да и почти все остальные способы работают для этого случая плохо, кроме клеммника с винтами. Достаточно освободить место повреждения от штукатурки на несколько сантиметров, удалить изоляцию на концах перебитого провода и завести их в клеммник.

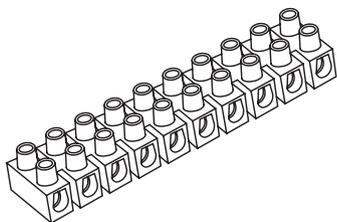


Рис. 11.8. Методы соединения: клеммники

**Полезный совет.**

При использовании клемм с алюминиевыми проводами необходимо учитывать свойство текучести алюминия.

Со временем, даже у хорошо зажатого в клеммнике алюминиевого провода, контакт ухудшается. Это приводит к повышенному тепловыделению в месте соединения. Поэтому при использовании таких клемм с алюминиевыми проводами, необходимо время от времени дожимать винт.

Прогресс на месте не стоит. Все большую популярность у монтажников и электриков приобретают **безвинтовые способы соединения**.

**Это интересно знать.**

Кроме повышения скорости работы и повышения удобства, подпружиненные клеммные соединения не требуют обслуживания.

Место контакта всегда поджато пружиной и не может ослабнуть, как это происходит с винтовыми соединениями. Клеммные соединения позволяют соединять провода из разного материала — алюминий и медь. Выше описанными способами такую операцию выполнить было нельзя, или почти нельзя.

**Это интересно знать.**

Клеммниками с винтовыми зажимами соединять провода из разных материалов можно, но это соединение требует обслуживания — периодического дополнительного зажима в месте подключения алюминиевого провода.

Специально, для улучшения состояния контакта алюминиевого провода, строительные монтажные клеммы (рис. 11.9) заполняются пастой. Задача этой пасты — препятствовать образованию пленок окисления, которые могут значительно ухудшить контакт.



Рис. 11.9. Строительно-монтажные клеммы с пастой

Для временного соединения проводов наилучшим образом подходят строительно-монтажные клеммы многоцветные. Их устройство таково, что соединение проводов, причем не двух, а до пяти штук сразу, происходит в одно движение. И соединение не просто надежное, а очень надежное.



Рис. 11.10. Строительно-монтажная клемма многоцветная

Но самое главное — переделать схему очень легко, тоже в одно движение место соединения можно разобрать. Никакого инструмента, никаких приспособлений и минимум времени. При этом место контакта сразу уже заизолировано, и есть узкое технологическое отверстие для доступа к месту соединения проводов индикаторной отверткой, что значительно упрощает процесс диагностирования сети в случаях неполадок.

Электрик или просто человек, которому придется выбирать способ соединения проводов — сам выберет наиболее подходящий для него способ. И самым популярным становится способ с применением СМК — строительно-монтажных клемм. И дело тут, в первую очередь, в РЕАЛЬНОМ удобстве этих СМК при работе.

Простой пример. Надо подключить люстру, и нет помощников. Сложность возникает при подсоединении проводов — рука занята поддерживанием светильника, а второй ОЧЕНЬ неудобно что-либо закручивать и держать одновременно. Именно в этот момент и приходят на выручку многоцветные клеммники. Рычажки заранее взведены, остается только вставить зачищенный провод и легким движением пальца защелкнуть зажим.

При этом, если возникнет необходимость в переделке, или появится необходимость полностью демонтировать схему — все делается также быстро. Про надежность соединения можно не волноваться — устройство таких клеммников позволяет соединять провода многократно с одним и тем же отличным контактом.

Индикаторы фазового провода своими руками

Индикатор с неоновой лампочкой. В наиболее распространенном и часто встречающемся исполнении, индикатор фазы представляет из себя прибор, выполненный в виде обычной отвертки. Внутри ручки отвертки расположена сигнальная лампочка. На одном конце прибора находится металлическое жало, а на другом — шунтовой контакт.

Работает индикатор фазы очень просто. Жало прибора необходимо соединить с оголенным участком провода. Пальцем руки нужно дотронуться до шунтового контакта прибора. В том случае, если исследуемый провод оказывается фазовым, в ручке индикатора загорается сигнальная лампочка. Если провод нулевой фазы, или заземления, то индикатор не загорается. Рассмотрим несколько вариантов определения.

Принципиальная схема индикатора на неоновой лампе представлена на рис. 11.11. Обычно в состав индикатора входят:

- ◆ последовательно включенные щуп-жало отвертки;
- ◆ ограничитель тока (резистор R1 сопротивлением 0,47—1 МОм с малой емкостью между подводящими электродами, например, типа ВС-0,5; МЛТ-1,0; МЛТ-2,0);
- ◆ неоновая лампа HL1;
- ◆ сенсорная площадка.

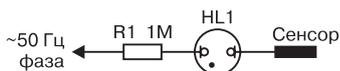


Рис. 11.11. Принципиальная схема индикатора на неоновой лампе

При однопольярном подключении отвертки к токнесущему фазовому проводнику и касании пальцем сенсорной площадки неоновая лампа засветится, сигнализируя о наличии сетевого напряжения. Напряжение, которое можно контролировать подобным индикатором, составляет 90—380 В при частоте сети 50 Гц.

В качестве индикатора может быть использован светодиод, который является одним из самых привлекательных индикаторов сетевого напряжения: он малогабаритен; он потребляет небольшую мощность при достаточно ярком свечении.

Индикатор со светодиодом и релаксационным генератором импульсов. Эти генераторы импульсов работают по принципу накопления энергии на конденсаторе (с малым током утечки и рабочим напряжением, превышающее напряжение пробоя порогового элемента) и кратковременного сброса энергии на светодиод. Частота вспышек светодиода при напряжении сети 220 В близка к 3 Гц.

Требования к пороговому элементу:

- ♦ малые токи утечки при напряжении ниже пробивного;
- ♦ малое сопротивление при пробое.

Таким требованиям отвечают лавинные транзисторы, которые должны быть включены инверсно. На **рис. 11.12** приведена схема индикатора «Фазы», выполненная на основе релаксационных генераторов на лавинных транзисторах типа К101КТ1 структуры n-p-n (либо К162КТ1 структуры p-n-p). Эти схемы были представлены М. Шустовым на страницах журнала «Радиолобитель». Там же вы найдете подробное описание этих схем.

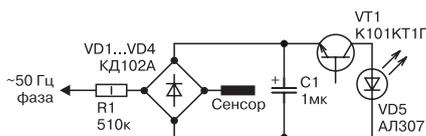


Рис. 11.12. Базовая схема индикатора фазового провода с сенсором на плече выпрямительного моста, выполненного на основе релаксационных генераторов на лавинных транзисторах

Базовая схема индикатора содержит ограничитель тока, выпрямитель, выполненный по мостовой схеме, и собственно релаксационный генератор импульсов. Остальные представленные схемы являются ее модернизацией. При увеличении емкости конденсатора с малой утечкой яркость вспышек повышается со снижением частоты вспышек.



Это интересно знать.

Минимальное напряжение, которое позволяют обнаружить подобные индикаторы, составляет 45 В. В случае с неоновой лампочкой — не менее 70 В.

При необходимости чувствительность индикаторов легко «заглубить» включением высокоомных делителей напряжения, неинверсным включением лавинных транзисторов, подключением стабилитронов и их цепочек и другими методами.

Индикатор со светодиодом и токоограничительными (гасящими) элементами. При использовании светодиода в качестве индикатора сетевого напряжения следует помнить, что работать он будет не с постоянным, а с переменным током при амплитудном значении напряжения около 310 В, поэтому **необходимо**: ограничить ток через светодиод до максимально допустимого; защитить светодиод от обратного напряжения.

Приведенные ниже схемы пригодны для использования практически любых светодиодов, работающих в диапазоне видимого света. Предпочтение все же отдается ярким светодиодам с рассеянным излучением (в порядке возрастания силы света): АЛ307КМ (красный); АЛ307ЖМ (желтый); АЛ307НМ (зеленый).

Диод в обоих вариантах должен быть рассчитан на выпрямленный ток не менее 20 мА.

Схема с токоограничительными резисторами показана на **рис. 11.13**. Резисторы R1 и R2 — ограничители тока через светодиод HL1, который в данном случае выбран равным 10 мА. Вместо двух резисторов мощностью по 1 Вт можно установить один на 2 Вт, но сопротивлением 30 кОм.

Диод VD1 ограничивает обратное напряжение, приложенное к светодиоду, на уровне около 1 В. Он может быть едва ли не любым кремниевым, лишь бы был способен пропускать выпрям-

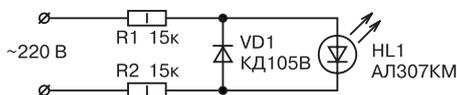


Рис. 11.13. Схема индикатора фазового провода с токоограничительными резисторами

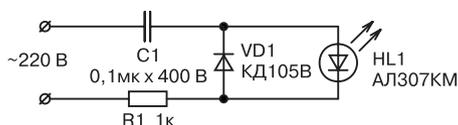


Рис. 11.14. Схема индикатора фазового провода с токоограничительным конденсатором

ленный ток более 10 мА. Но предпочтение следует отдать миниатюрным диодам серий КД102—КД104 либо другим малогабаритным, скажем, серий КД105, КД106, КД520, КД522.

Другой вариант включения светодиода показан на **рис. 11.14**. Здесь токоограничивающим элементом является конденсатор С1. Желательно использовать малогабаритный пленочный металлизированный конденсатор типа К73-17 либо бумажный, рассчитанный на работу при переменном токе и с номинальным напряжением не менее 400 В. При зарядке самого конденсатора ток через него ограничивает резистор R1.



Полезный совет.

Если допустимый ток через светодиод превышает 20 мА, оба резистора (**рис. 11.13**) следует подобрать сопротивлением по 10 кОм, а емкость конденсатора (**рис. 11.14**) увеличить до 0,15 мкФ.

Несколько слов в заключение

Ремонт электросети, скорее всего, вообще не понадобится, если своевременно обратить внимание на отклонения от нормального ее состояния. Мелочей тут не бывает. Первые признаки — нагрев и запах — показывают, что само собой уже ничего не исправится и все равно придется устранять неисправность. И чем быстрее вы приступите к действиям, хотя бы к вызову мастера, тем меньше работы предстоит.

Статистика и опыт показывают, что большинство неисправностей связаны с плохим контактом и перегрузкой сети. И проблемы стали добавлять устройства защитного отключе-

ния. Иногда простая поклейка обоев приводит к обесточиванию квартиры.



Это интересно знать.

Все дело в плохой изоляции проводов внутри штукатурки и возникновении тока утечки внутри стены.

Такие случаи диагностируются трудней всего и, к сожалению, электрик в таких ситуациях особо не задумываются. Он просто исключают УЗО из схемы, и все начинает работать. Как временное решение, такой метод принять можно. Но только на время высыхания стен. Через неделю необходимо вернуться к вопросу и попробовать собрать первоначальную схему. К сожалению, об этом, втором этапе часто просто забывают.

Если идти по такому, на первый взгляд, самому простому пути, то через некоторое время можно вообще лишиться всех защит и прийти к рубильнику на вводе. Следует помнить, что при всей привычности и обыденности, электричество — это источник повышенной опасности для жизни человека и его имущества, и к нему надо относиться с уважением и осторожностью.

Приглашаю посмотреть видеоуроки по теме «Диагностика и ремонт электросети» на прилагаемом DVD:

- ◆ «Применение термоусаживаемой трубки».
- ◆ «Способы соединения проводов».

Приложение 1

ОБЗОР РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ ПО СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ

Адрес сайта	Содержание сайта
Специализированные поисковые системы	
http://go.elec.ru/	Полноценная поисковая система со своей базой данных по электротехническим ресурсам, которая постоянно обновляется, пополняется новыми сайтами и редактируется
http://1el.ru/	Поисковый сайт по электротехническим ресурсам. Позиционирует себя, как «Первый электротехнический поиск». Очень солидная тематическая поисковая система. Проиндексировано большое количество хороших сайтов. Есть панель расширенного поиска, ведется статистика запросов, также имеется возможность организовать локальный поиск внутри любого сайта электротехнической тематики с использованием возможностей портала 1el.ru. Хороший конкурент для GO.Elec.ru
http://www.electric-find.com/	Каталог электротехнических сайтов
http://www.electricpilot.com/	Англоязычная поисковая система по различным электротехническим сайтам (производители, поставщики, подрядчики и т. д.). На сайте заявляют, что в их базе, на данный момент, находится более 8 тысяч электротехнических компаний
http://www.lightingresource.com/	Мощная светотехническая поисковая система. Кроме базы интернет-ресурсов, имеется большая база светотехнической продукции, он-лайн библиотека, светотехнические новости и т. д.
http://www.lightsearch.com/	Имеется возможность поиска по 5500 компаниям и 11000 наименованиям продуктов светотехнической отрасли
http://www.electricsmarts.com/	Поисковый тематический сайт для специалистов-электриков
http://www.lighting.com/	Поисковый тематический сайт для специалистов-электриков
http://www.lightresource.com/	Поисковый тематический сайт для специалистов-электриков

Адрес сайта	Содержание сайта
Информационные порталы электротехнического рынка в Интернете	
http://www.elec.ru/	«Электротехнический рынок России и СНГ» — очень серьезный, перенасыщенный различными полезными сервисами большой проект. На портале: каталог компаний, торговая площадка, объявления, тендеры, новости, статьи, отраслевой форум, пресс-релизы, выставки, биржа труда, каталог-рейтинг электротехнических сайтов, специализированная поисковая электротехническая система, почтовый сервис, своя банерная сеть и много чего еще. Есть также свой журнал — «Электротехнический рынок»
http://www.eprussia.ru/	Информационный портал «Энергетика и промышленность России»: ежедневная новостная лента ТЭК и промышленности. Новости ТЭК; направленность: энергетика, нефть-газ, тяжелая промышленность, коммунальное хозяйство, новые технологии в энергетике и промышленности, малая энергетика, законодательство, мировые новости
http://www.iqelectro.ru/	Каталог компаний, технические описания продукции, кабельный сток-центр (покупка и продажа провода/кабеля через Интернет), аналитика (цены, изменения, прогнозы), наглядная и подробная информация о торгах на LME, объявления, новости, пресс-релизы компаний, обзор свежей прессы, информация о ближайших выставках, форум
http://proelectro.ru/	Объявления, каталог фирм, доска объявлений, форум, справочник по кабелю, электротехническая торговая площадка, на которой бесплатно с помощью конструктора можно создать или продублировать сайт своей компании
http://netelectro.ru/	Новости электротехники, каталог фирм (все фирмы отсортированы как по алфавиту, так и по регионам), прайс-листы в каталоге оборудования. Имеется очень хороший и удобный каталог ссылок. Все ссылки в каталоге рассортированы по различным тематическим рубрикам
http://elport.msk.ru/	Электротехнический портал: тендерные торги, пресс-релизы, доски объявлений, банерная система Electrino Banner Revolving
http://www.elecab.ru/	Справочный портал по электрике, энергетике и инженерии. Справочник электрика, справочник энергетика, нормативная документация в свободном доступе, каталог предприятий, доска объявлений, тендеры, своя баннерная сеть
http://elemo.ru/	Новости, статьи, организации, объявления, каталог сайтов
http://www.energo.net.ua/	Региональный электротехнический портал «Топливо-энергетический комплекс Украины». Кроме стандартных для всех такого типа ресурсов разделов (новости, каталог предприятий, объявления и т. д.) на сайте имеется раздел со статистическими данными (результаты работы отрасли, оптовый рынок электроэнергии, объединенная энергосистема, прочие статистические данные о энергетике Украины, тарифы), обзор публикаций в СМИ о энергетике, статьи и публикации отраслевых изданий

Адрес сайта	Содержание сайта
http://electromost.by	Белорусский Интернет-портал «Electromost». Молодой, но подающий большие надежды, проект. Новости (в том числе и региональные), каталог компаний, каталог сайтов, доска объявлений, биржа труда, библиотека, электротехнический форум
Самые популярные сайты для домашних электриков	
http://electro.narod.ru	« Практическое руководство для электриков и домашних мастеров ». На сайте даны конкретные инструкции по монтажу электротехнических установочных изделий, проводов и кабелей, имеются различные полезные для предварительных быстрых расчетов справочные таблицы, много различных схем
http://electro.5bb.ru/	Неплохой форум. Кроме этого дан телефон для связи, по которому можно получить бесплатные консультации по теме сайта
http://elremont.nm.ru/	« Ремонт бытовой техники своими силами ». На сайте присутствуют качественные, глубоко проработанные статьи, в которых «от и до» рассматривается процесс ремонта различной бытовой техники, а также различные смежные с этим вопросы
http://electromaster.ru/	« Союз свободных электриков ». Известный и очень популярный сайт, публикующий на своих страницах большое количество информации именно практической направленности
http://homemasters.ru/modules/articles/article-53.html	Статья «Дневник замены электропроводки. Ремонт квартиры в хрущевке»
http://www.energoargo.narod.ru/	« Все для энергетика ». Сайт, который носит такое громкое название, на самом деле, содержит довольно много полезных материалов. Это различные нормативные документы, инструкции, паспорта, книги, журналы и многое другое
http://www.yanviktor.narod.ru/	« Электроработы ». На сайте — информация, положения и методики испытания электрооборудования, релейной защиты, оперативным переключениям, нормативно-техническая документация по охране труда, электротехническая литература в электронном виде, фотогалерея и многое другое
http://almih.narod.ru/	« Библиотека энергетика »
http://umup.narod.ru	Техническая библиотека. Громадное количество электротехнической (и не только электротехнической) литературы. Книги, инструкции, журналы, документация. В основном, все материалы в формате DjVu
http://newenergetika.narod.ru/	Информационный портал для специалистов-энергетиков, предназначенный в первую очередь для обмена опытом и профессионального общения. Сайт интересен тем, что на нем присутствует большое количество описаний новых идей и проектов в области энергетики, как уже реализованных, так и еще ожидающих своего времени

Адрес сайта	Содержание сайта
http://www.energywell.narod.ru/pblcat1.html	Сайт «Малая Независимая Энергетика и энергосбережение» содержит неплохую подборку статей по теме сайта, нормативные документы
http://sermir.narod.ru/train.htm	Сайт целиком и полностью посвященный такой теме, как «Электроматериаловедение». На сайте находится учебно-методический пакет по курсу «Электротехнические материалы»
Лучшие электротехнические форумы	
http://www.mastercity.ru/vforum/forumdisplay.php	Форум строительного журнала «Город мастеров»
http://forum.vashdom.ru/forum17.htm	Форум на сайте «Ваш дом»
http://news.elteh.ru/forum/	Форум на сайте журнала «Новости электротехники»
http://www.elec.ru/forum/	Электротехнический форум на портале-гиганте Elec.ru
http://www.electrik.org/forum/	Форум сайта electric.org
http://electromaster.ru/modules/newbb_plus/	Форум сайта «Союз свободных электриков»
http://www.elecab.ru/forum/index.php	Универсальный электротехнический форум
http://www.ruscable.ru/interactive/forum/	Форум большого кабельного портала
http://www.ups.ru/forum/?f=6	Системы ДГУ (дизель-генераторные установки) и источники бесперебойного питания
http://www.compensation.ru/forum	Форум сайта компании «ДИАЛ-Электролюкс». Этот форум интересен прежде всего своей узкой тематической направленностью. На нем можно задавать любые вопросы по компенсации реактивной мощности
http://www.kipiasoft.com/index.php?set=forum	Профессиональный форум киповцев
http://proekt.by/	Форум белорусских проектировщиков. Несмотря на свою специализацию и географическую принадлежность, этот форум может оказаться весьма полезным абсолютному числу творческих специалистов-электриков
http://dialux.ru/forum/	Специализированный светотехнический форум, посвященный вопросам по работе с программой для проектирования электрического освещения «DIALux»
http://electro.5bb.ru/	Форум сайта electro.narod.ru. Очень живой форум, в основном, ориентирован на решение практических вопросов монтажа и эксплуатации электрооборудования, электрического освещения, электрических сетей
Бесплатные коллекции ГОСТов и других нормативно-технических документов	
http://specialbook.narod.ru/NTD/sp.html	Коллекция ГОСТов

Адрес сайта	Содержание сайта
http://www.electric-msk.ru/index.php?id=28	Эксплуатационная документация ответственного за электрохозяйство (документы о порядке присвоения группы I по электробезопасности, документация по организации инструктажей по мерам безопасности, инструкций по охране труда (ИОТ), типовые инструкции, документация по пожарной безопасности, документация ответственного за электрохозяйство, документы о допуске к работе, документация ответственного за переносные электроприемники, документы по учету и хранению средств защиты, государственные стандарты Российской Федерации)
http://www.nzeta.ru/	ЗАО «НЗЭТА» (г. Новосибирск), являясь производителем электромонтажных изделий, предлагает скачать несколько ГОСТов на названную продукцию
http://www.know-house.ru/gost/gost.html	Информационная система по строительству «НОУ-ХАУС». Дана хорошая подборка действующих нормативных и рекомендательных документов по строительству. Также представлена аналитическая систематизированная информация, не лоббирующая никакие фирмы и торговые марки
http://www.vashdom.ru/norms.htm	Все документы для строительства и ремонта
http://www.0-1.ru/law	У пожарников Вы найдете более 1000 различных нормативно-правовых актов, их них 33 СНиПа и 123 ГОСТа
www.energosber.74.ru/Docs/docs.htm	Нормативная база
http://povny.info/main/elshem/5-podborka-normativnykh-dokumentov..html	Подборка нормативных документов, регламентирующих правила выполнения электрических чертежей и схем, обозначения элементов. Условные обозначения на электрических схемах и схемах автоматизации. Правила выполнения электрических чертежей и схем
Полезные сайты для КИПовцев	
http://kipia.ru/	Этот сайт-блог ставит своей целью собрать на своих страницах разрозненную техническую информацию новинках приборов КИПиА и предлагающий посетителям сайта профессиональные комментарии об этих новинках от экспертов сайта (КИПовцев с многолетним практическим опытом). Все обзоры может прокомментировать любой пользователь, так как сайт построен и работает на блогговом движке
http://povny.blogspot.com	Подборка ссылок по теме КИПиА
http://kazus.ru/	Электронный портал. Отличная подборка программ, принципиальных схем, каталог отечественных и зарубежных производителей электронных компонентов, новости этого рынка
http://www.sura.ru/atm/index.php	Выложена подборка авторских статей по автоматизации котельной, типовым схемам ГВС, гидравлическим схемам и т. д.

Адрес сайта	Содержание сайта
Электронные библиотеки	
http://almih.narod.ru/lib-en.htm	Большое собрание нормативных документов в разных форматах. Есть и электронные книги
http://electrik.org/	Электронная библиотека
http://electrolibrary.narod.ru	«Электротехническая библиотека»
http://energo-argo.narod.ru/	Сайт «Все для энергетика»
http://fedot61.narod.ru/books.html	Книг не много, но они довольно редкие. М.Л. Каминский. «Монтаж приборов контроля и аппаратуры автоматического регулирования и управления», справочник под редакцией Ключева «Монтаж средств измерения и автоматизации», книга 1931 года выпуска! — Г. Генсель. «Электротехника в задачах и примерах» и другие
http://lalls.narod.ru/	Книги по теоретическим основам электротехники
http://lib.mexmat.ru/	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета
http://publ.lib.ru/	Большая библиотека отсканированных книг на сайте «Публичная библиотека»
http://rushim.ru/	Тематика книг: электрохимические топливные элементы, электрохимическая энергетика и т. д.
http://stavatv.narod.ru/	Книги по монтажу и электробезопасности
http://tech.lib.kharkov.ua/elektroteh.htm	Библиотека технической литературы
http://umup.narod.ru/	Все книги доступны для загрузки с главной страницы. Книги имеют довольно хорошее качество. Очень много редких книг. Много больших и ценных справочников
http://valvolodin.narod.ru/books.html	Библиотека Валентина Володина — книги по электронике и микропроцессорной технике. На сайте лежит пара антикварных книг: «Трансформаторы однофазного и трехфазного тока» проф. Холуянова — 1934 г. и «Справочная книга для электротехников», Том 1. Л.: КУБУЧ 1930 год. Под общ. редакцией М.А. Шателена, В.Ф. Миткевича, В.А. Толвинского
http://www.abok.ru/ibforum/index.php	Книгохранилище на форуме «Диалог специалистов»
http://yanvictor.narod.ru/	«Электроработная». По количеству полезной информации и по темпам развития этот сайт — один из лидеров среди информационных электротехнических сайтов. Найти можно практически все

ОБЗОР МУЛЬТИМЕДИА ДЛЯ ЭЛЕКТРИКОВ

Издательство «Наука и Техника» и Михаил Ванюшин представляют «Обзор мультимедиа для электриков».

Видеокурс «В мир электричества как в первый раз» является теоретическим и практическим пособием для новичков и «подзабывших» профи. В основе материала лежит бессмертная классическая теория электротехники и основ электроники, благодаря которой, выросло не одно поколение замечательных специалистов в этих областях. Теория, анимация, фото и видео на цифровом носителе.

Основная информация на этом диске представлена в **видеоформате**. Видеокурс ведет настоящий мастер своего дела. В видеороликах вы сможете увидеть примеры выполнения конкретных практических работ и различных интересных экспериментов. Практика обычно все-таки полезнее чистой теории.

Всегда очень полезно понаблюдать за действиями профессионала. Тем более что в любой момент вы можете остановить воспроизведение или откатить его назад и просмотреть его деяния снова.

Так что, с помощью этого диска вы сможете сразу осваивать материал на уровне не только знаний, но и на уровне навыков, а, значит, эффективность такого обучения будет гораздо выше.



Нюансы и сложности, которые при первом просмотре вы не заметите, при повторении будут сразу же видны.

Вы можете сразу же действовать. Вы можете сразу пробовать делать то же, что и делает автор курса. Так что видео курс позволит вам эффективно и быстро освоить нужный материал и получить навыки практических действий.

Подробнее ознакомиться и заказать можно по адресу: <http://www.eltray.com/>



Видеокурс «В мир электричества как в первый раз-2»

Первоочередная задача этого проекта — осветить основные понятия электротехники и электроники.

В основе материала лежит продолжение, много раз «потрепанной», теории. При просмотре видео, вы будете видеть только необходимые объекты и действия рук, слышать звуки работающих устройств, шум движений и голос автора. Подробнее ознакомиться и заказать можно по адресу: http://www.eltray.com/in_world2.php



Видеокурс «История изучения электричества»

Это издание — не о судьбах замечательных людей и не о биографии ученых-физиков, его тема — конкретные практические действия и открытия именно в направлении электротехники.

Этот материал поможет заполнить некоторые пробелы в образовании. Он окажется интересен и школьникам, и их родителям, и учителям, и, конечно же,

всем тем, кто связал свою жизнь с покорением самого интересного и загадочного явления природы.

История изучения электричества — это не человеческие судьбы и трудности связанные с какими-то открытиями, а главное — сами открытия, их законы и закономерности.

Знать основные законы, уметь их применять — это одно из главных условий для быстрого старта в огромный и увлекательный мир электричества. Заполняйте свои полочки, предназначенные для цепочки важных событий, опытов и экспериментов Великой Истории Электричества. Такого краткого и всеобъемлющего сборника на видео пока еще не встречалось.

Подробнее ознакомиться и заказать можно по адресу: <http://www.electricity-history.ru>

Интернет-проект «Изучение Электротехники и Электроники на основе ремонта бытовых электроприборов».

Электротехнический мультимедийный ресурс для ежемесячного пополнения своих знаний и интересов, созданный Михаилом Ванюшиным. Подробнее ознакомиться можно на сайте автора: <http://www.eleczon.ru/>

Приложение 3

ОПИСАНИЕ ПРИЛАГАЕМОГО ДИСКА С ВИДЕОКУРСОМ

Имя файла	Описание ролика
1. Безопасность электросети	
Автоматический выключатель — должен быть исправен	Устройство автоматического выключателя, работа при коротком замыкании и просто перегрузки
Ток через человека	Убивает не напряжение, а ток. Демонстрация опытов с трансформатором Теслы
2. Системы заземления	
Два провода или три УЗО работает	Пример работы защиты при эксплуатации стиральной машинки, подключенной к двух- или трех- проводной сети
3. Электросеть многоквартирного дома	
Диф_тест на селективность	Многие проекты предусматривают применение противопожарных УЗО. В таких схемах должна соблюдаться селективность элементов защиты. Показаны примеры построения таких схем
Дифы_защита при отгорании нуля	Аварийные ситуации бывают разные. Отгорание нулевого провода, к сожалению, не самое редкое явление. Если у вас в розетке не 220 В, а почти триста — вам не повезло. Но ваша техника не пострадает, если конечно в вашем электрощитке установлена современная защита
Селективный	Пример использования селективных дифференциальных автоматических выключателей
ЛХВ-S монтаж	Монтаж проводов с использованием самозажимных клемм
Защита от повышенного напряжения	Варианты защиты бытовых электроприборов от повышенного напряжения
Совет	Советы по выбору автоматов защиты квартирного щитка
Пробка	Старая пробка-автомат — устарела морально
Шины сборочные	Порядок в электрощитке можно легко навести. Надо просто применять необходимые изделия и материалы
4. Электросеть деревянного дома	
АСИП_зажим_испытания	Видеоинструкция по применению прокалывающего зажима для СИП. Такое соединение проводов не боится влаги. Проверено в самых реальных условиях
СИП_арматура	Воздушный ввод — самый распространенный в частном секторе. Каким проводом его выполнить? И как надежность электроснабжения зависит от выбранного провода
Монтаж щита учета	Пример подключения счетчика электроэнергии. Щкаф специально предназначен для дачников

Имя файла	Описание ролика
5. Электропроводка	
гоф1	Для защиты проводов необходимо использовать гофро трубу. Как ее правильно выбрать?
Клемма СМК-нагрев в печи	Строительно-монтажные клеммы, в принципе, не бояться нагрева места контакта проводов
Клеммы_сборка_тест	Способы соединения проводов. Практика
клемник G(короткий)	Монтаж проводов в щитке ускоряется и упрощается. Используйте современные клеммники
Монт_клемма_нагрузка 25 утюгов	Какой ток выдерживают места соединений проводов? Проверка при помощи УТУГОВ
Наконечник кольцевой	Многожильный провод необходимо опрессовывать. Надежность контакта можно измерить КИЛОГРАММАМИ
ПВХ короб_тест	Пластиковый кабель канал знаком всем. На что надо смотреть при выборе, какие характеристики можно проверить?
площадка самоклеющаяся	Закрепить провод на поверхности можно быстро. Площадка самоклеющаяся — просто надежно и быстро
Таймер 02	Инструкция по настройке электронного таймера
6. Защита дома от удара молнии	
ОПВ_тест на защиту	ОПВ устанавливается при воздушном вводе и способен противостоять мощным высоковольтным импульсным помехам. В примере показаны не самые сильные молнии, но и их бы хватило для вывода из строя компьютера или плазменного телевизора
ОПВ-аварийный контакт	Продолжение темы ОПВ. Пример подключения и диагностирования
7. Освещение современного дома	
Датчик движения	Устройство датчика движения, его подключение. Применение со светодиодной лентой
Лампа_капает вода	Лампа накаливания при подтоплении может стать источником пожара. Видеоэксперимент (не повторять)
Лампы должны быть пожаробезопасными	Лампы накаливания могут стать причиной пожара. Если у вас люстра с декоративными бумажными или просто горючими абажурами — выбирайте люминесцентные лампы
Светильник с датчиком	Светильники с встроенными датчиками движения — современный подход к проблемам освещения
Фотореле	Стало темно — свет включился, стало светло — сам выключился. Фотореле — выбор и подключение
8. Автоматы защиты по току	
Авт_ВА47-100_испытания	Как проверяется автоматический выключатель и что значат линии на графиках в техническом паспорте
Обзор автоматов	Обзор автоматических выключателей и их устройство
9. Устройства защитного отключения	
Диф_тест тока утечки	Сравнение дифференциальных автоматических выключателей
УЗО и дифы определение	Как отличить по внешнему виду: УЗО или дифавтомат перед вами?
УЗО или диф	Споры о том, что лучше применять УЗО и автомат в связке или сразу ДИФ. Ответ в ролике

Имя файла	Описание ролика
УЗО_электромехан_тест в магазине	Определяем, перед вами электронный или электромеханический АВДТ
УЗО-ошибки в подключении	Типовые ошибки в подключении УЗО
10. Современные электросчетчики	
Счетчик	Как программировать многотарифный счетчик?
Устан_счетчика ЕКФ в ЩРВ-П-3	Современный счетчик устанавливается в современный щиток
11. Диагностика и ремонт электросети	
Радио	Применение термоусаживаемой трубки
Соединение проводников	Способы соединения проводов

Список ресурсов Интернет

<http://1el.ru/>
<http://almih.narod.ru/>
<http://almih.narod.ru/lib-en.htm>
<http://dialux.ru/forum/>
<http://elektrik.org/>
<http://electro.5bb.ru/>
<http://electro.5bb.ru/>
<http://electro.narod.ru>
<http://electrolibrary.narod.ru>
<http://electromaster.ru/>
http://electromaster.ru/modules/newbb_plus/
<http://electromost.by>
<http://elemo.ru/>
<http://elport.msk.ru/>
<http://elremont.nm.ru/>
<http://energo-argo.narod.ru/>
<http://fedot61.narod.ru/books.html>
<http://forum.vashdom.ru/forum17.htm>
<http://go.elec.ru/>
<http://homemasters.ru/modules/articles/article-53.html>
<http://kazus.ru/>
<http://kipia.ru/>
<http://lalls.narod.ru/>
<http://lib.mexmat.ru/>
<http://netelectro.ru/>
<http://newenergetika.narod.ru/>
<http://news.elteh.ru/forum/>
<http://povny.blogspot.com>
<http://povny.info/main/elshem/5-podborka-normativnykh-dokumentov.html>
<http://proekt.by/>
<http://proelectro.ru/>
<http://publ.lib.ru/>
<http://rushim.ru/>
<http://sermir.narod.ru/train.htm>
<http://specialbook.narod.ru/NTD/sp.html>
<http://stavatv.narod.ru/>
<http://tech.lib.kharkov.ua/elektroteh.htm>
<http://umup.narod.ru>
<http://umup.narod.ru/>
<http://valvolodin.narod.ru/books.html>
<http://www.0-1.ru/law>
<http://www.abok.ru/ibforum/index.php>
<http://www.compensation.ru/forum>
<http://www.elec.ru/>
<http://www.elec.ru/forum/>
<http://www.elecab.ru/forum/index.php>
<http://www.elecab.ru/>
<http://www.electric-find.com/>
<http://www.electric-msk.ru/index.php?id=28>
<http://www.electricpilot.com/>
<http://www.electricsmarts.com/>
<http://www.elektrik.org/forum/>
<http://www.energo.net.ua/>
<http://www.energoargo.narod.ru/>
<http://www.energywell.narod.ru/pblcat1.html>
<http://www.eprussia.ru/>
<http://www.iqelectro.ru/>
<http://www.kipiasoft.com/index.php?set=forum>
<http://www.know-house.ru/gost/gost.html>
<http://www.lighting.com/>
<http://www.lightingresource.com/>
<http://www.lightresource.com/>
<http://www.lightsearch.com/>
<http://www.mastercity.ru/vforum/forumdisplay.php>
<http://www.nzeta.ru/>
<http://www.ruscable.ru/interactive/forum/>
<http://www.sura.ru/atm/index.php>
<http://www.ups.ru/forum/?f=6>
<http://www.vashdom.ru/norms.htm>
<http://www.yanviktor.narod.ru/>
<http://yanviktor.narod.ru/>
www.energobcber.74.ru/Docs/docs.htm



Книжный магазин

издательства «Наука и Техника»
приглашает за покупками

**Предлагаем широкий ассортимент
технической литературы ведущих
издательств (более 2000 наименований):**

- Компьютерная литература
- Радиоэлектроника
- Телекоммуникации и связь
- Транспорт, строительство
- Научно-популярная медицина,
педагогика, психология

Чем привлекателен наш магазин:

- низкие цены;
- ежедневное пополнение ассортимента;
- поиск книг под заказ;
- обслуживание за наличный
и безналичный расчет;
- гибкая система скидок;
- комплектование библиотек;
- обеспечение школ учебниками
по информатике;
- возможна доставка.

Наш адрес: г. Санкт-Петербург
пр. Обуховской Обороны д. 107
ст. метро Елизаровская

Справки о наличии книг по тел. 412-70-25

E-mail: admin@nit.com.ru

(рассылка ассортиментного прайс-листа по запросу)

Мы работаем с 10 до 19 часов без обеда и выходных
(в субботу и воскресенье до 18 час)

Уважаемые господа!

Книги издательства «Наука и Техника»

Вы можете заказать наложенным платежом
в нашем интернет-магазине

www.nit.com.ru,

а также приобрести

➤ в крупнейших магазинах г. Москвы:

Т Д «БИБЛИО-ГЛОБУС»	ул. Мясницкая, д. 6/3, стр. 1, ст. М «Лубянка»	тел. (495) 781-19-00, 624-46-80
Московский Дом Книги,	ул.Новый Арбат, 8, ст. М «Арбатская», «ДК на Новом Арбате»	тел. (495) 789-35-91
Московский Дом Книги,	Ленинский пр., д.40, ст. М «Ленинский пр.», «Дом технической книги»	тел. (499) 137-60-19
Московский Дом Книги,	Комсомольский пр., д. 25, ст. М «Фрунзенская», «Дом медицинской книги»	тел. (499) 245-39-27
Дом книги «Молодая гвардия»	ул. Б. Полянка, д. 28, стр. 1, ст. М «Полянка»	тел. (499) 238-50-01
Сеть магазинов «Новый книжный»	тел. (495) 937-85-81, (499) 177-22-11	

➤ в крупнейших магазинах г. Санкт-Петербурга:

Санкт-Петербургский Дом Книги	Невский пр. 28 тел. (812) 448-23-57
«Энергия»	Московский пр. 57 тел. (812) 373-01-47
«Аристотель»	ул. А. Дундича 36, корп. 1 тел. (812) 778-00-95
Сеть магазинов «Книжный Дом»	тел. (812) 559-98-28

➤ в регионах России:

г. Воронеж, пл. Ленина д. 4	«Амиталь»	(4732) 24-24-90
г. Екатеринбург, ул. Антона Валека д. 12	«Дом книги» Сеть магазинов	(343) 253-50-10
г. Екатеринбург	«100 000 книг на Декабристов»	(343) 353-09-40
г. Нижний Новгород, ул. Советская д. 14	«Дом книги»	(831) 277-52-07
г. Смоленск, ул. Октябрьской революции д. 13	«Кругозор»	(4812) 65-86-65
г. Челябинск, ул. Монакова, д. 31	«Техническая книга»	(904) 972 50 04
г. Хабаровск	Сеть книжно-канцелярских магазинов фирмы «Мирс»	(4212) 26-87-30

➤ и на Украине (оптом и в розницу) через представительство издательства

г. Киев, ул. Курчатова 9/21, «Наука и Техника», ст. М «Лесная»

(044) 516-38-66

e-mail: nits@voliacable.com, nitkiev@gmail.com

Мы рады сотрудничеству с Вами!