

1.1 Опорный конспект «Тема 1. Входной контроль и подготовка электрорадиоэлементов к монтажу»

Типовой технологический процесс подготовки навесных электрорадиоэлементов включает в себя следующие основные этапы: входной контроль навесных электрорадиоэлементов и интегральных микросхем; рихтовку выводов; формовку и обрезку выводов; лужение выводов; надевание изоляционных трубок.

Входной контроль навесных электрорадиоэлементов и микросхем заключается в проверке их на соответствие требованиям, изложенным в государственных стандартах или технических условиях, а также на наличие паспорта и штампа ОТК. Визуально проверяются внешний вид электрорадиоэлемента (целостность корпуса, выводов и др.) и условное обозначение номиналов на соответствие их принципиальной схеме устройства. В некоторых случаях в соответствии с требованием чертежа производится защита маркировки лаком, стойким к спиртобензиновым смесям и другим растворителям.

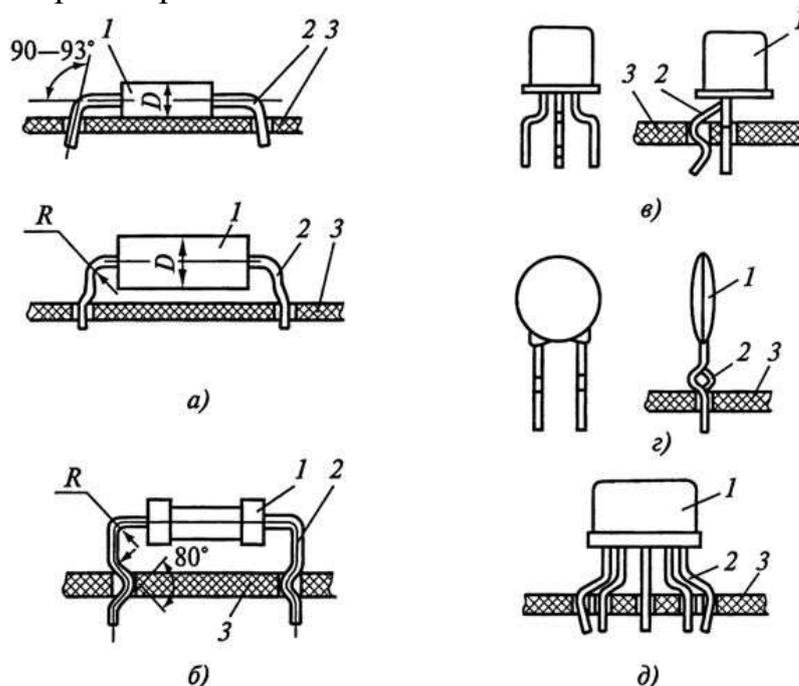


Рис. 1.38. Формовка выводов:
а, б, г — электрорадиоэлементов; в — транзисторов; д — микросхем; 1 — корпус;
2 — выводы; 3 — печатная плата

Рихтовка (выпрямление) выводов вручную осуществляется с помощью прямого пинцета или плоскогубцев. В серийном производстве применяются специальные рихтовочные полуавтоматы.

После рихтовки навесные электрорадиоэлементы поступают на формовку и обрезку выводов. Формовка выводов заключается в придании им необходимой формы. Наиболее характерные типы формовок выводов приведены на рис. 1.38. Обрезка выводов, как правило, совмещается с операцией формовки. Эти две операции выполняются на одном приспособлении.

В основном для формовки и обрезки используются универсальные приспособления, позволяющие формовать несколько типов электрорадиоэлементов (проектирование приспособлений осуществляют в зависимости от геометрии корпуса).

Формовка и обрезка выводов навесных электрорадиоэлементов и интегральных микросхем производятся согласно требованиям ТУ и сборочного чертежа.

При необходимости после формовки и обрезки выводов выполняется их лужение. Все выводы должны быть облужены по всей заданной длине и поверхности согласно операционным эскизам.

После лужения и проверки его качества производится надевание изоляционных трубок на металлические корпуса электрорадиоэлементов. Нарезка изоляционных трубок осуществляется вручную или на автомате для мерной резки полихлорвиниловых трубок.

К подготовительным работам относятся также сборка переходных колодок с контактами и развальцовка последних, мерная резка проводов, зачистка и облуживание их концов, заготовка монтажных перемычек и др. Все эти процессы в настоящее время механизированы и автоматизированы.

1.2 Опорный конспект «Тема 2. Введение. Обучение требованиям безопасности при прохождении электромонтажной практики»

Электромонтажная практика — это неотъемлемая часть профессиональной подготовки специалистов в области электроники и электромонтажа. Работа с электротехническим оборудованием сопряжена с высоким уровнем риска, поэтому владение требованиями безопасности является жизненно важным навыком для каждого специалиста. Соблюдение этих правил не только защищает работника, но и способствует выполнению работ на высоком уровне качества.

Значение обучения требованиям безопасности:

1. Профилактика несчастных случаев: Правильное понимание потенциальных рисков и следование установленным процедурам помогают минимизировать вероятность травм.

2. Формирование профессионального подхода: Безопасность — это основа любой профессиональной деятельности в сфере электротехники.

3. Уверенность в работе: Знание правил безопасности позволяет специалисту работать эффективно и без страха перед ошибками.

Основные разделы обучения требованиям безопасности

1. Общие правила охраны труда:

- Знакомство с правовыми аспектами охраны труда.
- Ознакомление с основными документами, регулирующими безопасное выполнение электромонтажных работ.
- Правила поведения на рабочем месте, включая порядок подготовки рабочего пространства.

2. Использование средств индивидуальной защиты (СИЗ):

- Типы защитных средств: резиновые перчатки, диэлектрические коврики, защитные очки.
- Правильное использование СИЗ: проверка целостности и исправности перед началом работы.

○ Хранение и уход за средствами защиты.

3. Требования к электромонтажным инструментам и оборудованию:

- Проверка исправности инструментов перед началом работ.
- Использование инструментов с изоляцией для работы под напряжением.

○ Хранение инструмента в специально оборудованных местах.

4. Безопасность при работе с электрическим током:

- Понимание основных характеристик электрического тока: сила, напряжение, сопротивление.
- Основные правила работы с напряжением (выключение тока перед началом работы, установка предупреждающих знаков).

○ Действия в случае возникновения аварийных ситуаций.

5. Противопожарная безопасность:

- Правила работы с проводами и кабелями для предотвращения перегрева.

- Проверка изоляции на соответствие стандартам безопасности.

- Использование огнетушителей и знание плана эвакуации.

6. Оказание первой помощи:

- Действия при поражении электрическим током: безопасное освобождение пострадавшего и вызов экстренных служб.

- Методики сердечно-легочной реанимации (СЛР).

- Обработка ожогов и других травм

1.3 Опорный конспект «Тема 3. Методы получения электромонтажных соединений»

Чтобы подключить электротехническое оборудование, бытовую и оргтехнику, потребуется сначала создать электрическую сеть, в состав которой входят автоматические выключатели, УЗО, розетки и выключатели, и, конечно же, кабель/провод. Соединению проводов нужно уделить особое внимание, ведь при плохом контакте возможны не только сбои в работе оборудования, но и риск возникновения короткого замыкания. Чтобы вся электропроводка была безопасна, следует качественно соединять провода. Рассмотрим, какие способы соединения электрических проводов актуальны на сегодняшний день. Итак, самые эффективные и надежные соединения:

- Скрутка
- Пайка/Сварка
- Клеммные колодки
- Пружинные клеммы
- Опрессовка гильзами
- «Орехи»
- Пластиковые колпачки
- Болты

Скрутка проводов

Этим способ соединения проводов можно назвать устаревшим, но в определенных условиях им можно пользоваться. Не рекомендуется скручивать провода, предназначенные для электропроводки в доме, поскольку такой метод не может считаться полностью безопасным. При помощи скрутки нельзя соединить два вида провода – медный и алюминиевый. Скрутка обойдется «в копейки», но качество крепления оставляет желать лучшего.

При скрутке жилы просто скручиваются между собой, после этого все проводники изолируются. Используется скрутка в основном при создании временных соединений. Ни в коем случае нельзя скручивать провода в деревянном доме, слишком велика опасность возникновения пожара.

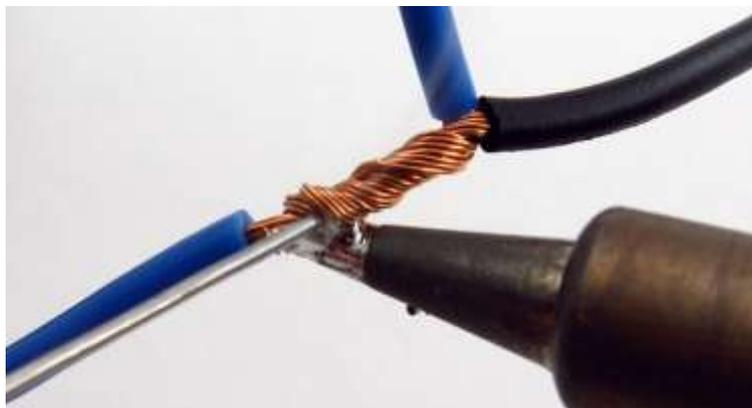


Пайка/сварка

Как ни крути, а сварка самый надежный способ соединения проводов. Сначала концы проводов зачищают, скручивают, затем погружают в подготовленный припой. После этого жилы опускают в специальную паяльную ванну и ждут, пока они остынут. После того, как провод протестирован на надежность соединения, его изолируют лентой.

Недостатки пайки – потребность в специальном оборудовании и материалах (паяльник, паяльная ванна, припой), навыки работы со сваркой,

ограниченное применение согласно ПУЭ. Также такой способ нельзя назвать простым, потребуется довольно много времени и умения, а со временем из-за особенностей конструкции (пайка/сварка неразъемные) может увеличиться сопротивление в электросети, негативно влияющее на электропроводность и потери напряжения.



Клеммные колодки

С помощью клеммных колодок можно получить довольно надежное соединение, только в случае, если колодка хорошего качества. Профессиональные электрики знают, каково работать с дешевыми до безобразия клеммными колодками – они плохо держат жилы из-за слабой резьбы и не могут считаться идеальным способом соединения проводов. Еще к недостаткам клеммных колодок можно отнести то, что с их помощью можно соединить только два провода. Зато с помощью клеммных колодок можно быстро соединить между собой алюминиевый и медный провод, их стоимость довольно низкая, а монтаж простой и под силу даже любителю.

Клеммная колодка имеет вид небольшой пластиковой коробочки, внутри которой расположены латунные втулки, в которые и вставляются жилы проводов с двух сторон. Затем соединение затягивается при помощи встроенных винтиков – вуаля, все готово. Чаще всего колодки используются для подключения осветительных приборов.



Пружинные клеммы WAGO

Соединение проводов при помощи пружинных клемм wago является одним из самых эффективных, прочных и безопасных. В отличие от клеммной колодки, пружинная клемма оснащена не винтиками, а специальным зажимом, с помощью которого жила надежно фиксируется. Для подключения достаточно лишь подготовить жилы (зачистить) и вставить в рабочее отверстие. Клеммы Ваго могут быть одноразовыми и многоразовыми.

Единственный недостаток пружинной клеммы – довольно высокая цена, в остальном эти изделия изобилуют преимуществами. Можно соединить вместе несколько жил, алюминий и медь, хрупкие многожильные провода, при этом мы получаем отличное качество крепления одним нажатием.



Опрессовка гильзами

Опрессовка гильзами относится к очень надежному способу крепления. Происходит она так: подготовленные жилы вкладывают в гильзу и с усилием обжимают специальным инструментом (пресс-клещ). Затем изолируют гильзу изолянтной или кембриком. Достоинства данного метода: надежное соединение проводов при довольно низкой стоимости расходных материалов.

Нужно учитывать, что гильза, равно как и одноразовая пружинная клемма или сварка, является неразъемной, в случае необходимости придется срезать гильзу и установить новую. Требуется довольно много времени, а в случае обжима медной или алюминиевой жилы придется поискать в продаже специальную гильзу.



Зажим «орех»

Кабельный зажим «орех» не так уж часто используется в бытовых условиях, все дело в его размерах – он может попросту не поместиться в распаячную коробку. Соединить провода с помощью «ореха» не составит труда, весь процесс займет совсем немного времени, к тому же таким способом можно крепить алюминий и медь вместе. Но есть и недостатки – размер, необходимость регулярно проверять и затягивать винты.



Пластиковые колпачки СИЗ

Соединительные изолирующие зажимы стали очень популярны в последнее время. Быстрота монтажа и надежность крепления вкупе с низкой стоимостью расходников стали основными факторами успеха. Чаще всего используются в распределительных коробках. Единственным недостатком можно назвать запрет на соединение меди с алюминием. Зато пластик, из которого делают эти зажимы, является негорючим и полностью соответствует требованиям пожарной безопасности.



Соединение болтами

Также довольно популярный, но несколько устаревший способ соединения проводов. На резьбу болта насаживается подходящая по размеру шайба, затем на резьбу накручивается жила, затем опять шайба, жила и снова шайба. Все это закручивается при помощи гайки и изолируется. Так можно скреплять медные провода с алюминиевыми, сам способ довольно прост и эффективен. К недостаткам можно отнести не очень хорошее качество соединения, необходимость в большом количестве изолянты и отсутствие возможности поместить всю эту конструкцию в распределительную коробку (она туда просто не влезет).

1.4 Опорный конспект «Тема 4. Работа с паяльным инструментом и оборудованием»

Пайка микросхем, проводов, пластиковых и металлических деталей, выжигание... Все это осуществляется с помощью знакомого всем инструмента – паяльника. Он незаменим, когда нужно соединить мелкие детали путем нагрева – это известно всем. А вот чем отличается керамический паяльник от нихромового, в чем особенность импульсной модели и что такое паяльная станция – знает далеко не каждый.

Принцип работы паяльника

Инструмент преобразует электрическую энергию в тепловую и передает тепло в зону пайки. Встроенный внутри нагревательный элемент накаляет рабочую часть – жало, при этом температура нагрева может достигать 400 – 450 °С. При воздействии на обрабатываемую поверхность раскаленный наконечник расплавляет припой, а он уже – соединяемые детали. При застывании расплавленной субстанции происходит их фиксация.

Выбирая паяльник, следует учесть, что по типу питания они бывают сетевые и аккумуляторные. Первые требуют подключения к электросети и используются в мастерских, быту, на производстве. Есть модели не только со стандартным напряжением 220 В, но и рассчитанные на работу с пониженным напряжением 12, 24 В и т.д. (питаются от понижающего трансформатора). Аккумуляторные имеют встроенные элементы питания, поэтому не привязаны к месту работы – это очень удобно, когда нужно быстро припаять изделия в разных местах. Находят применение в ремонте музыкальной аппаратуры, автомобилей и электромонтажных работах. Но время функционирования аккумуляторных паяльников ограничено зарядом батареи, поэтому используют их для периодических задач. Когда пайка занимает большую часть процесса, например, при работе с микросхемами, необходим сетевой инструмент.

В зависимости от качества и характера выполняемых работ можно выбрать различный инструмент для паяния изделий, а также использовать разнообразные приспособления. Наиболее распространёнными в этой категории инструментами являются:

- паяльники;
- паяльные фены;
- термовоздушные станции.

Электрический [паяльник](#) является самым распространённым среди паяльных инструментов и используется в бытовых нуждах наиболее часто. Самые простые операционные работы с этим инструментом можно успешно освоить за считанные минуты.

Устройство электрического паяльника



С помощью паяльника детали соединяются между собой с использованием специального припоя, который расплавляется под воздействием высокой температуры. Паяльник – это электрический инструмент со специальным жалом на конце, которое нагревается до определённой температуры, достаточной для того, чтобы расплавился припой. Прочное и качественное соединение деталей получается, если соблюдать все тонкости и особенности работы с паяльником.

Электропаяльник состоит из следующих простых деталей:

- Нагревательный элемент.
- Жало.
- Шнур электрического питания.

Нагревательный элемент паяльника заключён в корпус из специального негорючего материала, который ещё и не плавится. Жало паяльника изготавливают из меди с покрытием специальными сплавами из никеля или стали.

Отдельные модели паяльников оснащены регулятором температуры. В конструкции электрического паяльника нагревательный элемент преобразовывает энергию электричества в тепловую и передаёт её жалу для расплавления припоя. Для отдельных моделей паяльников существуют сменные жала.

Корпус нагревательного элемента представляет собой металлическую трубку с расположенными вдоль сквозными отверстиями, которые отводят избыточное тепло. Для шнура питания чаще всего берут двужильный провод, сечение которого позволит без опасений использовать инструмент различной мощности.

Регулятор температуры может быть встроенным и располагаться в корпусе паяльника, а может находиться на блоке питания. Последний вариант является предпочтительным, используется при работе по монтажу электрических плат, конструируется чаще и встречается у инструментов, предназначенных для работы в низком диапазоне напряжений от 12В до 36В.

Материалы, используемые для пайки

В работе используются такие расходные материалы, как припой и флюс. Технология соединения деталей при пайке и сварке несколько отличается. При паянии соединение происходит благодаря образованию шва, который появляется между соединяемыми деталями и материалом припоя за счёт возникновения прочных связей.

По своему составу припой бывают разными в зависимости от применяемых материалов и их количественного соотношения. Для работы

нужно брать припой такого состава, который будет отвечать температурным требованиям режима пайки и зависеть от разновидности материалов для соединения.

Флюсы применяют в работе в зависимости от типов материалов и условий пайки. Виды используемых при пайке флюсов:

- Твёрдые.
- Жидкие.
- Кислотные.
- Бескислотные.

Как подготовить к работе жало

Перед работой необходимо проверить параметры настройки паяльника и его общее состояние, которое можно установить, внимательно осмотрев инструмент со всех сторон. Обратите внимание, что жало паяльника нужно держать в чистоте и не нагретым. Питающий провод должен находиться в целостном изоляционном материале.

Изучите инструкцию к паяльному инструменту, там содержится информация о рабочих параметрах паяльника – мощности и напряжении. Значение рабочего напряжения указывается на корпусе самого паяльника и является его маркировочной характеристикой.

Работу с совершенно новым инструментом нужно начинать с его хорошего прогрева. Необходимо, чтобы сначала обгорела внутри корпуса заводская смазка инструмента, при этом процессе обязательно хорошо проветривайте рабочее помещение.

Лёгкими аккуратными ударами молоточка сформируйте и заточите жало нового паяльника. Таким образом, конец жала станет более плотным и будет меньше сторгать при работе.

Следующим подготовительным этапом будет облуживание жала паяльника для того, чтобы рабочий припой не скатывался с него, а хорошо приставал. Сначала нагрейте жало паяльника, потом смажьте его флюсом и немедленно прикоснитесь к уже приготовленному оловянному припою, чтобы он расплавился и покрыл всё жало, деревянной палочкой распределите аккуратно припой по всей поверхности. Эта подготовка будет препятствовать окислению материала, из которого сделано жало, а само жало будет покрыто тонкой плёнкой из олова.

После тщательного выполнения подготовительных мероприятий паяльником можно пользоваться для выполнения паяльных работ.

Подготовка деталей и их спайка

Перед процессом паяния все детали для аккуратного и прочного соединения нужно сначала зачистить, потом облудить. Если паяние проходит с использованием канифоли, то деталь сначала нагревают, потом покрывают флюсом или расплавленной канифолью и припоем.

При паянии жидким флюсом им сначала покрывают холодные поверхности деталей, затем нагревают паяльник и им покрывают слоем припоя.

Чтобы держать при работе паяльником мелкие спаиваемые детали, удобно использовать небольшой пинцет. Также для фиксирования деталей можно использовать специальные паяльные столы, щипцы или различные зажимы.

Детали, которые были уже облужены, соединяют между собой и фиксируют в нужном положении. Затем нагревают до температуры, при которой будет плавиться припой и подают припой на жале паяльника или при помощи проволоки. Расплавляющийся припой распределяют равномерным слоем по всему соединительному шву.

Далее при полнейшей неподвижности стыка соединяемых деталей ожидают его полного остывания. Нельзя смачивать шов водой или обдуть его струёй воздуха, чтобы он быстрее остыл. Далее нужно смыть остатки флюса, кроме нейтрального, который смывать не надо.

Различные примеры паяния

Самая простая пайка – это пайка проводов при выполнении электромонтажных работ. Для этого провода скручивают между собой и пропаивают, чтобы они не нагревались в сети и не оказывали дополнительного сопротивления. Для выполнения этой работы лучше пользоваться жидким флюсом, который может равномерно покрывать всю скрученную поверхность проводов и проникнет внутрь скрутки.

При необходимости запаять какое-либо небольшое отверстие нужно сделать работу немного иначе. Под отверстие необходимо подложить такой туго плавящийся материал, как асбест или текстолит, предварительно смазанный техническим жиром, затем покрыть жидким флюсом края отверстия и разместить припой на подкладке внутри дырки. Потом расплавить его паяльником, распределив по всей площади отверстия и захватить его края, прогревая их паяльником. После того, как припой остынет, можно убирать подкладочный материал.

В заключение нужно напомнить о необходимости соблюдать основные правила безопасности работы, пользоваться подставкой и ковриком для паяльника, а работу проводить в помещении с хорошим проветриванием. Если освоить этот несложный инструмент, то можно самостоятельно ремонтировать различные бытовые устройства.

1.5 Опорный конспект «Тема 5. Основы пайки»

Паяльник

За последние 120 лет с момента изобретения первого паяльника произошло много изменений. Для новичков, которые хотят освоить домашнюю пайку проводов и радиодеталей, существует несколько доступных и недорогих вариантов паяльников.

Первый вариант — нихромовый паяльник, который имеет нагревательный элемент из нихромовой проволоки и медное жало. У него есть несколько недостатков: он долго нагревается (более 3-х минут) и остывает, требует особого ухода и имеет ограниченный срок службы. Однако у него есть и преимущества, такие как доступная цена и возможность изменять форму жала.

Второй вариант — керамический паяльник, который имеет керамический нагревательный элемент и никелированное медное жало. Он быстро нагревается и остывает (около 20 секунд), позволяет контролировать температуру, легок в уходе и имеет долгий срок службы. Единственный недостаток такого паяльника в том, что керамический элемент при сильных ударах может трескаться.

Жало

Жало является рабочей частью паяльника и имеет несколько форм, которые подходят для различных видов пайки:

- отвёртка: используется для пайки крупных деталей;
- конус: подходит для пайки деталей среднего размера;
- игла: предназначена для пайки мелких деталей;
- скошенная кромка: используется для удобного распределения припоя.

Жалу нихромовых паяльников можно придать любую форму с помощью напильника из меди. Но они имеют недолгий срок службы и быстро выгорают, требуя замены.

Никелированные жала не могут быть обработаны напильником, но они обычно обладают более длительным сроком службы.

Припой

Для домашней пайки часто выбирают проволоку, состоящую из сплава олова и свинца. Чем больше содержание свинца, тем ниже стоимость сплава. Припой с низкой температурой плавления, до 150-200 градусов, также пользуются популярностью.

Припой доступен в нескольких формах:

- плоская спираль: используется в паяльной баночке и предоставляет удобный доступ к припою;
- спираль в капсуле: позволяет подавать припой непосредственно на место пайки, облегчая процесс;
- припой в катушке: экономичен и обеспечивает длительное использование;
- также популярен припой с флюсом внутри. Хотя он может быть немного дороже, зато обладает преимуществами в удобстве работы и облегчает процесс пайки.

Флюс

- флюс для алюминия: идеально подходит для пайки алюминия и тёмных металлов;

- паяльная кислота: эффективна для всех типов металлов, однако следует учесть, что остатки кислоты необходимо тщательно удалить после пайки;

- канифоль: используется для пайки меди, латуни и бронзы (может быть представлена в различных формах: твёрдой, жидкой и гелевой).

Попробуем спаять два металлических провода так, чтобы соединение проводило электрический ток и при этом было прочным.

Алгоритм действий:

1. Включите паяльник и дождитесь, пока он нагреется
2. С помощью кусачек удалите 2-3 см изоляции с концов проводов.
3. Чтобы залудить провод, возьмите небольшое количество флюса на паяльник и обработайте его. Если вы используете жидкий или гелевый флюс, то наносить его нужно непосредственно на провод.
4. Возьмите немного припоя на паяльник и нанесите его на провод.
5. Повторите те же самые шаги с другим проводом.
6. Зафиксируйте оба провода, прижимая их друг к другу. Для этого можно использовать плоскогубцы или держатель.
7. Осторожно нагрейте место контакта между проводами при помощи паяльника до того момента, когда припой расплавится и соединит провода.
8. Уберите паяльник, чтобы не перегреть детали. Протрите жало о влажную губку, чтобы удалить загрязнения и излишки припоя. Через несколько секунд припой затвердеет. Правильное соединение выглядит ровным, гладким и блестящим

1.6 Опорный конспект «Тема 6. Монтаж проводов и кабелей»

От качества системы электроснабжения зависит ее надежность, поэтому еще на стадии проектирования учитываются не только виды проводов и кабелей, которые будут в дальнейшем проложены, но и способы монтажа. К тому же создается чертеж монтажа всех электрических коммуникаций в соответствии с требованиями пожарной и электрической безопасности.

Виды монтажа проводов

Монтаж электрических кабелей (проводов) может осуществляться двумя способами:

Открытая прокладка кабеля в помещении

Такой вид монтажа относится к наиболее простым. Чтобы защитить кабель от влаги, перепадов температур и механических повреждений, используются следующие методы прокладки кабелей:

- Открыто без крепления. Подразумевается, что кабель не помещается в оболочку и не будет закреплен к конструкциям. При помощи такого метода, например, соединяют светильники за потолками из гипсокартона. Нужно отметить минимальную защиту от механических повреждений и практически полное отсутствие эстетики.

- Открыто. В этом случае кабель будет виден, но присутствует крепление к основанию, для чего используются хомуты либо пластиковые скобы. В основном используется в ситуациях, когда невозможно выполнить штробление. Может встречаться в деревянных частных домах.

- В гофротрубе. Внешне выглядит довольно эстетично, но качество зависит от самой гофротрубы и ровности крепления. Гофротруба крепится к основанию посредством клипс или хомутов. Чтобы затянуть кабель в гофротрубу, потребуется большое пространство, например, длинный коридор. Данный метод особенно актуален для промышленных и торговых помещений.

- В пучках. Речь идет о достаточно экономичном варианте, который предполагает предварительный монтаж перфорированной ленты на основание. К ней выполняется крепление пучка кабелей при помощи монтажных хомутов. Недостатком данного способа является невысокая защита кабельных линий от воздействия влаги и механических повреждений.

- В лотке. Для монтажа потребуется система лотков – перфорированных или неперфорированных металлических коробов шириной 50, 100, 150, 200 или 300 мм. Во избежание скопления пыли на проводах лоток можно закрыть специальной крышкой. Способ актуален для установки кабелей в магазинах и торговых центрах, на объектах промышленного назначения.

- В коробах. Они представляют собой закрытые конструкции, которые монтируются к стенам либо к потолку. Для установки кабелей могут использоваться как сплошные короба, надежно защищающие провода от внешних воздействий, так и перфорированные, которые лучше отводят тепло.

К основным преимуществам открытого способа относятся простота монтажа и минимальные риски повреждений во время ремонта. Но открытая проводка обычно выглядит непривлекательно и требует дополнительных затрат на подбор аксессуаров, сочетающихся с интерьером.

Закрытый способ прокладки кабеля

Если в приоритете эстетика, то выполняется скрытый монтаж кабелей и проводов. В помещении это можно сделать разными способами:

- В штробе. Такой способ подразумевает создание в основании борозды, глубина которой должна соответствовать размерам кабеля, гофры с кабелем или трубы с кабелем. Наиболее трудозатратным является штробирование, а качество работ зависит от используемого инструмента и материала, из которого выполнено основание. Данный метод актуален в случае со сплошными основаниями, а также при использовании штукатурки.

- В металлорукаве. Монтаж кабелей производится при использовании металлорукава двух типов – РЗ-Ц либо РЗ-ЦХ. Он призван защитить линию передачи от механических повреждений, что обычно требуется в производственных помещениях. Такой способ подходит для помещений с негорючими основаниями и там, где существует риск механического воздействия на кабель.

- В стяжках пола. Обычно такой метод применяется на этапе строительства дома. Для формирования каналов могут использоваться трубы и короба, изготовленные из негорючих материалов. Среди основных достоинств метода нужно отметить снижение риска возгорания и повреждения изоляции, а также возможность самостоятельного выбора пути прокладки кабеля. Серьезным недостатком является сложность в поиске места дефекта при повреждении электропроводки.

- В плинтусе. Довольно простой вариант, который позволяет спрятать кабели с сохранением существующей отделки. Плинтусы с кабель-каналами изготавливаются из ПВХ-пластика, дерева, металла. Монтаж плинтуса осуществляется после чистовой отделки стен и пола.

- В потолке. Такой способ применяется в случае обустройства в помещении подвесной или натяжной конструкции. В образующемся между ней и основанием скрытом пространстве могут быть размещены разные объекты, включая кабельные линии. Для дома из бетонных плит лучше подойдут готовые кабель-каналы. При наличии металлических элементов на потолке должны использоваться пластиковые трубы. В потолках, основание которых выполнено из древесины, редко применяется скрытая проводка, но допускается создание кабель-канала из металлических труб.

Способы прокладки кабелей вне помещений

Существует несколько способов прокладки кабелей вне помещений. Все они позволяют надежно защитить КЛ от внешнего воздействия.

В траншеях

1. Прокладка кабельных линий в траншеях – самый экономичный вариант из всех способов монтажа. Он подходит в тех случаях, когда требуется монтаж небольшого количества кабелей – не более 6. Укладка проводится в несколько этапов:

2. Рытье траншеи ручным либо механическим способом.

3. Формирование подушки из «сеяного» песка на дне траншеи.

4. Укладка кабеля на устроенную подсыпку и засыпка его сверху «сеяным» песком.

5. Укрытие кабеля кирпичом. В качестве альтернативы может использоваться защитно-сигнальная лента толщиной 3,5 мм.

6. Засыпка сформированного пирога чистым грунтом.

Если работы проводятся на открытой местности, то земляная траншея должна быть глубиной не менее 70 см. В месте, где кабель пересекается с проезжей частью, он прокладывается в трубах ПВХ.

В трубах

Прокладка кабельных линий в трубах позволяет решить сразу две важные задачи: расположить несколько параллельных КЛ в одной траншее и защитить их от возможных повреждений. Для этого используются стальные, пластиковые или асбестоцементные трубы. Наиболее прочными являются стальные, которые покрываются специальными красками, предотвращающими коррозию. Пластиковые трубы менее прочные, но более стойкие к коррозии. Реже используются асбестоцементные трубы.

В канале

Прокладка КЛ в каналах имеет существенное преимущество: удобный доступ для осмотра и ремонта кабелей. В данном случае замена кабеля может производиться без земляных работ. Кабельная канализация частично либо полностью заглубляется в грунт, пол, перекрытие. Технология применяется снаружи или внутри помещений, а для сооружения канала используется либо кирпич, либо унифицированные железобетонные конструкции.

В блоках

Монтаж производится в специальном сооружении с трубами, как правило, асбестоцементными. Такая технология обеспечивает максимальную защиту линий передач от механических повреждений. Она рекомендована для использования в агрессивных средах, обеспечивая защиту кабелей от блуждающих токов, а также в местах, где трасса пересекается с автомобильными дорогами или железнодорожными путями.

В туннелях и коллекторах

Если планируется укладка линии передач в условиях тесной застройки, предпочтение отдается туннелям и коллекторам. Данный вид монтажа актуален также в ситуациях, когда отсутствует возможность установить кабель в лотках. В туннеле удобно производить осмотр и ремонт КЛ.

В лотках и коробах

Необходимость прокладки кабелей и проводов в лотках возникает в ситуации, когда по одной трассе должно быть установлено несколько кабелей. Но это должны быть небронированные кабели сечением до 16 мм, напряжение которых не превышает 1000 В. Монтаж производится при помощи следующих конструкций:

- Лотки. Представляют собой конструкции открытого типа и корытообразного сечения. Крепление производится по стенам на специальных опорных конструкциях.

- Короба. Закрытые конструкции, обладающие несущей способностью. Крепление выполняется к стенам и потолкам.

К основным преимуществам такой технологии относятся надежная защита цепей от механических повреждений, продление срока службы кабельных трасс, свободный доступ к кабелям при необходимости их ремонта.

Основные этапы монтажа

1. Подготовка к монтажу:
 - Изучение технической документации и схем.
 - Подбор проводов и кабелей в соответствии с требованиями (сечение, изоляция, материал проводника).
 - Проверка исправности проводов и кабелей перед установкой.
2. Укладка проводов и кабелей:
 - Выбор маршрута укладки с учетом условий эксплуатации.
 - Использование кабельных каналов, лотков или труб для защиты проводов.
 - Соблюдение нормативных расстояний между проводами и другими элементами системы.
3. Соединение проводов:
 - Применение различных методов (пайка, обжим, сварка, зажимные клеммы).
 - Проверка надежности соединений.
 - Обеспечение изоляции мест соединения.
4. Закрепление проводов и кабелей:
 - Использование фиксаторов, клипс, хомутов или скоб.
 - Учет механических нагрузок и вибрации.
5. Контроль и тестирование:
 - Проверка целостности проводов и соединений.
 - Замеры сопротивления изоляции и других параметров.
 - Устранение обнаруженных дефектов.

Требования к монтажу проводов и кабелей:

- **Электробезопасность:** Соответствие соединений нормативным требованиям.
- **Механическая прочность:** Устойчивость к внешним воздействиям.
- **Минимизация потерь:** Использование проводов и кабелей с подходящими параметрами.
- **Защита от повреждений:** Применение защитных оболочек и правильное расположение кабелей.

Техника безопасности при монтаже:

- Использование средств индивидуальной защиты (перчатки, очки, обувь с изоляцией).
- Отключение напряжения перед началом работ.
- Соблюдение правил работы с инструментами и оборудованием.
- Учет требований пожарной безопасности.

1.7 Опорный конспект «Тема 7. Монтаж электрических схем»

Схема – это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений и обозначений составные части изделия и связи между ними.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат вместе с другими документами необходимые данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки и эксплуатации изделия.

Схемы предназначены:

- на этапе проектирования - для определения структуры будущего изделия,
- на этапе производства - для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления, монтажа и контроля изделия,
- на этапе эксплуатации - для определения неисправностей, ремонта и технического обслуживания изделия.

В соответствии с ГОСТ 2.701-84 схемы и их буквенные обозначения в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), подразделяют на виды, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Виды схем

№	Вид схемы	Обозначение
1	электрические	Э
2	гидравлические	Г
3	пневматические	П
4	газовые (кроме пневматических)	Х
5	кинематические	К
6	вакуумные	В
7	оптические	Л
8	энергетические	Р
9	деления	Е
10	комбинированные	С

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов схем, разрабатывают несколько схем соответствующих видов, например, схему электрическую принципиальную и схему гидравлическую принципиальную или одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида. Допускается также указывать на схеме элементы и устройства, не входящие в изделие (установку), на которое (которую) составляют схему, но необходимые для разъяснения принципов работы изделия (установки).

Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывая в них местонахождение этих элементов, а также необходимую поясняющую информацию.

В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на типы, представленные в таблице 2. Каждому типу схем присваивается цифровое обозначение.

Все схемы по видам делятся на **электрические, гидравлические, пневматические, кинематические и комбинированные**. Электрики пользуются в основном электрическими схемами. Однако в зависимости от характера электрической установки (различные приводы, линии) в дополнение к электрическим схемам иногда составляют схемы других видов, например кинематические. Если они служат для лучшего понимания электрической схемы, то допускается схемы обоих видов изображать на одном чертеже.

Основными рабочими схемами и чертежами являются: структурные, функциональные и принципиальные схемы автоматизации, схемы внешних электрических и трубных проводок, общие виды щитов и пультов, монтажные схемы щитов и пультов, планы расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок (чертежи трасс).

Схемы подразделяют на семь типов: структурные, функциональные, принципиальные, соединений (монтажные), подключений (схемы внешних соединений), общие и расположения.

Таблица 2. Типы электрических схем

Тип схемы	Обозначение
структурные	1
функциональные	2
принципиальные (полные)	3
соединений (монтажные)	4
подключения	5
общие	6
расположения	7
объединенные	0

Полное наименование схемы определяется видом и типом схемы. Например, схема электрическая принципиальная - ЭЗ, схема электрогидропневмокинематическая принципиальная (комбинированная) - СЗ; схема электрическая соединений и подключения (объединенная) - ЭО.

Дополнительно к схемам или вместо схем (в случаях, установленных правилами выполнения конкретных видов схем) в виде самостоятельных документов выпускают таблицы, которые содержат сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и другую информацию. Таким документам присваивают код, состоящий из буквы Т и кода соответствующей

схемы. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений ТЭ4. Таблицы соединений записывают в спецификацию после схем, к которым они выпущены, или вместо них.

Ниже будут рассмотрены схемы принципиальные, соединений и подключений как получившие наиболее широкое применение в электрооборудовании промышленных предприятий.

Принципиальные схемы в практике делятся на два типа. Один из них отображает первичные (силовые) сети, и, как правило, выполняется в однолинейном изображении.

В зависимости от назначения схемы на чертеже изображают:

а) только цепи питающей сети (источники питания и отходящие от них линии);

б) только цепи распределительной сети (электроприемники, линии, их питающие);

в) для небольших объектов на принципиальной схеме совмещают изображения цепей питающей и распределительной сетей.

Другой тип принципиальных схем отражает управление приводом, линией, защиту, блокировку, сигнализацию. До введения ЕСКД такие схемы назывались элементными или развернутыми.

Принципиальные схемы этого типа выполняют каждую на отдельном чертеже или некоторые из них показывают на одном чертеже, если это помогает прочесть схему и незначительно увеличивает размеры чертежа. Например, на одном чертеже совмещают схемы управления и общей автоматики или защиты, измерения и управления и т. п.

Полная принципиальная схема содержит те элементы и электрические связи между ними, которые дают полное представление о принципе работы электроустановки, что позволяет прочесть ее схему.

В отличие от полной принципиальной схемы выполняют принципиальные схемы отдельных изделий. **Принципиальная схема изделия**, как правило, является частью полной принципиальной схемы, так называемой выкопировкой из нее.

Например, схема принципиальная блока управления изображает лишь те элементы, которые устанавливаются в блоке управления. Из этой схемы, естественно, нельзя получить представление о работе электроустановки в целом, и в этом смысле принципиальные схемы изделий прочтению не поддаются. Однако из принципиальной схемы изделия совершенно ясно, что установлено в изделии и какие соединения необходимо выполнить в его пределах, т. е. ясно именно то, что необходимо изготовителю изделия.

Схемы соединений (монтажные) предназначены для выполнения по ним электрических связей в пределах комплектных устройств, электроконструкций, т. е. соединений аппаратов между собой, аппаратов с наборными рейками и т. п. К схемам соединений относятся также схемы, по которым выполняют соединения в пределах определенной электроустановки, т. е. соединяют ее части. Примером такой схемы может служить схема соединений электропривода задвижки.

Схемы подключения (схемы внешних соединений) служат для соединений электрооборудования между собой проводами, кабелями, а иногда и шинами. При этом предполагается, что это электрическое оборудование территориально «разбросано». Схему подключений выполняют, например, для соединений между разными комплектными устройствами, для соединений между комплектными устройствами с отдельно стоящими электроприемниками и аппаратами, для соединений отдельно стоящих аппаратов между собой и т. п.

К схемам подключений относят также соединения между разными монтажными блоками, входящими в состав одного комплектного устройства, например соединения в пределах щита управления, превышающего по длине размер 4 м (максимальный размер монтажного блока, в пределах которого предприятие-изготовитель выполняет сам все соединения, составляет 4 м).

1.8 Опорный конспект «Тема 8. Монтаж электрических слаботочных схем»

Слаботочные электрические схемы — это электрические цепи и устройства, работающие с низким напряжением и малыми токами, обычно до 24В. Они широко применяются в системах связи, сигнализации, контроля доступа, видеонаблюдения, автоматизации и других областях.

Слаботочные работы являются таким же важным этапом любого процесса строительства или ремонта, как и подключение объекта к системе электропитания. Без слаботочных систем просто невозможна слаженная работа интернета, телевидения, сетей видеонаблюдения, охранных систем и других элементов инфраструктуры, работающих при низком напряжении и силе тока.

Монтаж слаботочных систем должен выполняться либо параллельно со строительством, либо на самом начальном этапе таких работ. Конечно же, в некоторых случаях заказчики забывают своевременно обустроить слаботочные системы, поэтому заниматься выполнением такой процедуры приходится уже после завершения стройки. Это создает дополнительные сложности, так как такие кабельные системы необходимо спрятать от обитателей помещения в специальные коробки. Кроме того, может возникнуть необходимость в проведении частичного демонтажа отдельных перегородок и зон перекрытия.

Именно поэтому проектирование и установку слаботочных систем всегда нужно доверять только квалифицированным специалистам.

Специалисты предоставляют своим клиентам следующие услуги по монтажу слаботочных систем:

- Оборудование СС и сетей инженерного типа
- Обеспечение охранной сигнализации
- Телефонная связь
- Телевидение спутникового, кабельного или эфирного типа –
- Локально-вычислительные сети

Работы со структурированными кабельными сетями и др.

Очень важно, чтобы слаботочники соблюдали все необходимые технологические нормы и стандарты. Например, параллельная прокладка силовых и слаботочных кабелей разрешена только в том случае, когда расстояние между ними не меньше 0,5 метра. В противном случае могут создаваться помехи, что явно не способствует высокому качеству работы инфраструктуры. Однако кабель интернета может находиться к силовым проводам ближе заданного ограничения. Категорически запрещено устанавливать слаботочные провода в один стояк с электрическими сетями. Также существует строгий запрет на сращивание проводов.

Что касается распределительных коробок, то их можно устанавливать на стену, но необходимо придерживаться правила, согласно которому монтаж таких элементов СС над дверными проемами и оконными рамами невозможен. Кроме того, также должен соблюдаться минимум между

такой коробкой и потолком – 30 сантиметров. Все кабельные системы, располагающиеся с наружной стороны зданий, необходимо защитить от внешних повреждений с помощью специальных металлических накладок. Нельзя также забывать об обустройстве качественной системы заземления

Основные этапы монтажа слаботочных схем

1. Подготовительные работы:
 - Изучение проекта и технической документации.
 - Подбор необходимых проводников, кабелей и элементов схемы.
 - Проверка оборудования и инструмента перед работой.
2. Прокладка проводов и кабелей:
 - Укладка кабелей по заранее определенным маршрутам (кабель-каналы, гофротрубы).
 - Учет требований к минимальному радиусу изгиба кабелей.
 - Соблюдение расстояний от силовых кабелей для предотвращения наводок.
3. Соединение и подключение элементов:
 - Использование пайки, обжимных клемм, разъемов или зажимов для соединения проводов.
 - Подключение элементов (датчики, контроллеры, камеры и т.д.) согласно схеме.
 - Учет полярности и номиналов элементов.
4. Крепление и защита проводников:
 - Фиксация кабелей с использованием клипс, хомутов или специальных креплений.
 - Обеспечение изоляции и защиты от внешних воздействий.
5. Проверка и тестирование:
 - Проверка целостности кабельной сети.
 - Замеры сопротивления и тестирование работоспособности системы.
 - Устранение возможных неисправностей.

1.9 Опорный конспект «Тема 9. Демонтаж радиодеталей»

Демонтаж радиодеталей — это процесс извлечения компонентов из печатной платы или другой электроники с целью их замены, ремонта или утилизации. Этот процесс требует аккуратности и соблюдения определенных правил, чтобы избежать повреждений как самих деталей, так и платы.

Этапы демонтажа и применяемое оборудование:

1. Подготовительный этап

Перед началом демонтажа необходимо:

1. Отключить устройство от источника питания:
 - Убедитесь, что оборудование полностью обесточено.
 - Разрядите конденсаторы, если они есть, чтобы избежать удара током.
2. Подготовить рабочее место:
 - Используйте антистатические коврики и браслеты для защиты компонентов от электростатического разряда (ESD).
 - Организуйте пространство так, чтобы инструменты были в легкой доступности.
3. Проверить оборудование:
 - Подготовьте паяльник с регулируемой температурой, пинцеты, термофен, оплетку для удаления припоя и вакуумный отсос.
 - Проверьте исправность инструментов перед началом работы.

2. Основные методы демонтажа с пояснением

1. Паяльник и оплетка для удаления припоя:
 - Разогрейте паяльник до оптимальной температуры (обычно 250-350°C).
 - Поместите оплетку на паяное соединение и нагрейте ее паяльником. Оплетка впитает расплавленный припой.
 - Удалите остатки припоя и аккуратно извлеките компонент пинцетом.
2. Вакуумный отсос припоя:
 - Используется для удаления припоя с контактных площадок.
 - Нагрейте припой и быстро используйте отсос, чтобы убрать его до того, как он остынет.
3. Термофен или паяльная станция:
 - Создает горячий поток воздуха, который равномерно нагревает многовыводные компоненты (например, микросхемы).
 - После расплавления припоя используйте пинцет для аккуратного снятия компонента.
4. Инфракрасная паяльная станция:
 - Позволяет нагревать припой в заданной области с помощью инфракрасного излучения.
 - Особенно эффективна для работы с многослойными платами или компонентами SMD (поверхностного монтажа).
5. Механический демонтаж:
 - В случаях, когда компонент уже поврежден и не будет использоваться, можно применять щипцы для его аккуратного удаления.

- Будьте осторожны, чтобы не повредить контактные площадки и дорожки на плате.

3. Учет особенностей компонентов

1. SMD-компоненты (поверхностного монтажа):

- Требуют точного нагрева и аккуратного демонтажа.
- Используйте термофен или паяльную станцию для их снятия.

2. Выводные элементы:

- Удаляются с помощью паяльника и оплетки или вакуумного отсоса.
- Убедитесь, что каждый вывод полностью освобожден от припоя перед

извлечением.

3. Чувствительные к статике компоненты (например, микросхемы):

- Используйте антистатическую защиту и избегайте прямого контакта руками.

4. Завершающий этап

1. Очистка платы:

- Удалите остатки припоя с контактных площадок с помощью оплетки или изопропилового спирта.

- Проверьте плату на отсутствие повреждений.

2. Сортировка и проверка деталей:

- Если компоненты предназначены для повторного использования, поместите их в антистатические пакеты.

- Проверьте их работоспособность перед повторным использованием.

5. Ошибки и как их избежать

1. Перегрев платы:

- Регулируйте температуру инструментов, чтобы избежать повреждения дорожек.

2. Неполное удаление припоя:

- Убедитесь, что весь припой удален, чтобы предотвратить повреждение контактных площадок.

3. Применение силы:

- Не вытягивайте компонент, если он не освобожден — это может повредить плату.

1.10 Опорный конспект «Тема 10. Работа с радиодеталями»

1. Проверка радиодеталей

Перед использованием радиодетали необходимо убедиться в их исправности:

- Визуальный осмотр: проверка на наличие механических повреждений, трещин, сколов или коррозии.
- Тестирование параметров: с помощью мультиметра или осциллографа измеряют сопротивление, ёмкость, индуктивность и другие характеристики.
- Сравнение с технической документацией: проверяется соответствие реальных характеристик заданным.

2. Монтаж радиодеталей

- Подготовка деталей: очистка выводов от загрязнений, формирование выводов для удобства монтажа.
- Методы установки:
 - Пайка: наиболее распространённый метод для создания надёжного соединения.
 - Прессовка: используется для быстрого монтажа без пайки.
- Установка на плату: выполняется в соответствии с монтажной схемой.

3. Демонтаж радиодеталей

Этот процесс включает:

- Разогрев мест пайки (паяльником или термофеном).
- Удаление припоя с помощью оплетки или вакуумного отсоса.
- Извлечение детали, не повреждая контактные площадки.

4. Диагностика неисправных радиодеталей

- Признаки неисправности: перегрев, деформация, отсутствие сигнала.
- Методы диагностики:
 - Проверка цепи тестером.
 - Анализ работы схемы с помощью осциллографа.

5. Хранение и уход за радиодеталями

- Защита от коррозии: хранение в сухом месте.
- Организация: сортировка по типу и параметрам для удобства поиска.
- Антистатическая защита: для чувствительных компонентов

1.11 Опорный конспект «Тема 11. Сборка и монтаж навесных элементов и микросхем на печатные платы»

1. Подготовительный этап

Перед началом сборки следует выполнить следующие действия:

1. Изучение схемы монтажа:

- Ознакомьтесь с электрической схемой и монтажной документацией.
- Проверьте правильность маркировки всех элементов.

2. Подготовка радиоэлементов и печатной платы:

- Очистите плату от пыли и грязи.
- Проверьте радиоэлементы на отсутствие дефектов.
- При необходимости сформируйте выводы радиоэлементов.

3. Подготовка инструментов и оборудования:

- Паяльник с регулируемой температурой.
- Оловоотсос или оплетка для удаления припоя.
- Пинцет, бокорезы, увеличительное стекло.
- Антистатический коврик и браслет.

2. Монтаж навесных элементов

Навесные элементы (резисторы, конденсаторы, диоды) устанавливаются на плату следующим образом:

1. Вставка элементов:

- Установите элементы на плату согласно монтажной схеме.
- Убедитесь, что выводы прочно вставлены в отверстия платы.

2. Закрепление выводов:

- Загните выводы с обратной стороны платы для фиксации.

3. Пайка:

- Нагрейте вывод и контактную площадку одновременно, затем подайте припой.
- Убедитесь в наличии качественного пайки: соединение должно быть блестящим и прочным.

4. Обрезка выводов:

- После пайки аккуратно обрежьте лишнюю длину выводов.

3. Монтаж микросхем

Для установки микросхем (в корпусах DIP, SMD и других) нужно учитывать их особенности:

1. Установка DIP-микросхем:

- Вставьте микросхему в посадочные отверстия.
- Проверьте правильность ориентации (маркировка обычно указывает направление).
- Припаяйте выводы, начиная с противоположных углов для фиксации.

2. Установка SMD-микросхем:

- Нанесите флюс на контактные площадки.
- Установите микросхему пинцетом в правильное положение.
- Используя паяльник или термофен, припаяйте выводы, следя за их равномерностью.

4. Контроль качества монтажа

После завершения монтажа необходимо:

1. Проверить пайку:

- Убедитесь в отсутствии "холодной пайки", мостиков и непропаев.
- Контакты должны быть прочными и блестящими.

2. Тестировать электрическую цепь:

- Используйте мультиметр для проверки целостности соединений.
- Проверьте работоспособность цепи согласно схеме.

3. Очистить плату:

- Удалите остатки флюса с помощью изопропилового спирта и мягкой щетки.

5. Техника безопасности

- Работайте в проветриваемом помещении для защиты от паров припоя и флюса.
- Используйте антистатическую защиту для предотвращения повреждения чувствительных компонентов.
- Соблюдайте правила работы с паяльным оборудованием, избегая ожогов.

1.12 Опорный конспект «Тема 12. Общие сведения о печатных схемах»

Печатная схема конструктивно выполнена в виде основания из электроизоляционного материала, на которое нанесен рисунок из тонкого электропроводящего покрытия, объединенный в общую схему печатных и (или) навесных радиоэлементов.

В технике печатных схем наиболее часто применяются следующие основные термины:

– печатная плата — материал основания, вырезанный по размеру, содержащий необходимые отверстия и проводящий рисунок; печатный проводник — одна проводящая полоска в проводящем рисунке; печатный монтаж — способ монтажа, при котором электрические соединения элементов электрического узла, включая экраны, выполнены с помощью печатных проводников; контактная площадка печатной платы — часть проводящего рисунка, используемая для соединения подсоединения элементов радиоэлектронной аппаратуры;

– металлизированное отверстие печатной платы — отверстие в печатной плате с осажденным на стенках проводниковым материалом; монтажное отверстие — отверстие, служащее для соединения выводов навесных элементов с печатной платой, а также для любого электрического подсоединения к проводящему рисунку.

По конструктивному выполнению печатные платы делят на однослойные и многослойные.

Однослойная печатная плата имеет один изоляционный слой, на котором находятся печатные проводники. Если проводники расположены на одной стороне изоляционного основания, то такую плату называют односторонней, если на двух сторонах — двусторонней.

Многослойная печатная плата может состоять из 2—15 печатных слоев, изолированных, склеиваемых через прокладки.

Процесс изготовления печатной платы состоит из двух основных операций:

1) получение изображения печатных проводников (путем копирования с негатива на светочувствительный слой; печатанием изображения защитной краской через сетчатый трафарет; с помощью офсетной формы);

2) создание токопроводящего слоя на изоляционном основании в соответствии с изображением.

Токопроводящий слой создают, в основном, одним из следующих способов: химическим, при котором вытравливаются участки фольги, предварительно наклеенной на диэлектрик; электрохимическим — путем химического осаждения создается слой металла в 1—2 мкм, который затем гальваническим способом наращивается до нужной толщины. При электрохимическом способе одновременно с проводниками металлизуют стенки отверстий, которые можно использовать как перемычки для соединения проводников, расположенных на разных сторонах платы; комбинированным,

закрывающимся в сочетании химического и электрохимического способов; при этом способе проводники получают травлением фольги, а металлизированные отверстия — электрохимическим путем.

Выбор и применение того или иного способа изготовления печатных плат обусловлен назначением аппаратуры и требованиями, предъявляемыми к ее конструкции и надежности.

Для характеристик печатных проводников используют два параметра: прочность сцепления с электроизоляционным основанием и электрическое сопротивление.

К печатным проводникам предъявляют следующие требования:

– сцепление проводника с основанием должно обеспечивать нормальную работу печатного проводника в течение заданного периода времени при воздействии на проводник знакопеременной нагрузки; удельное сопротивление печатного проводника должно быть близким к удельному сопротивлению медного провода, используемого при обычном монтаже;

– площадь поперечного сечения печатного проводника должна соответствовать допустимой плотности тока.

В зависимости от метода изготовления печатной платы ширина проводника составляет 0,1—1,5 мм, а расстояние между печатными проводниками 0,2—1,5 мм.

Минимальное расстояние между проводниками и их ширина ограничиваются силой тока в проводнике, разностью потенциалов и удельным поверхностным сопротивлением между проводниками, но чаще всего возможностями технологического процесса.

Для печатных плат, изготавливаемых химическим и комбинированным способами, применяют так называемый фольгированный листовой материал. Он представляет собой изоляционное основание с приклеенной к нему медной фольгой. В качестве изоляционного основания используют, главным образом, гетинакс и стеклотекстолит. Фольгированный материал может быть односторонним и двусторонним. Толщину изоляционного основания выбирают, исходя из требований механической прочности печатной платы и ее размеров. Толщина применяемых в аппаратуре печатных плат составляет 0,8—3 мм, толщина фольги 35 или 50 мкм. Проводники с большой толщиной фольги позволяют пропускать большие токи при той же ширине проводника.

Наибольшая точность при изготовлении печатных проводников и печатных элементов достигается на печатных платах, площадь которых не превышает 200 см². Из соображений обеспечения механической прочности стороны односторонних и двусторонних плат не должны превышать 240—360 мм для однослойных печатных плат и 200—240 мм для многослойных плат.

Чтобы к печатному проводнику можно было припаять объемный проводник или выводы навесного электроэлемента, на проводнике делают контактную площадку в виде участка с увеличенной шириной. В зоне контактной площадки может находиться отверстие, в которое вставляют объемный проводник или выводы электрорадиоэлемента. При наличии отверстия контактная площадка должна окружать его со всех сторон.

Чертежи печатных плат выполняют на бумаге, имеющей координатную сетку, нанесенную с определенным шагом. Наличие сежи позволяет не ставить на чертеже размеры всех элементов печатного проводника. По сетке можно воспроизвести рисунок печатной платы при изготовлении фото оригиналов, с которых изготавливают шаблоны для нанесения рисунка платы на заготовку.

Координатную сетку наносят на чертеж с шагом 2,5 или 1,25 мм.

Шаг выбирают, исходя из минимального расстояния между выводами навесных элементов (мкжросхем, разъемов). Центры монтажных и переходных отверстий должны быть расположены в точках пересечения линий (узлах) координатной сетки. Если расстояние между выводами не кратно шагу координатной сежи, то хотя бы один вывод размещается в узле, а остальные — на вертикальной или горизонтальной линии координатной сетки.

1.13 Опорный конспект «Тема 13. Методы получения печатных плат»

Печатные платы (ПП) являются основой для сборки электронных устройств. Методы их получения варьируются в зависимости от требований к качеству, объему производства и доступности оборудования. Основные методы включают:

1. Ручной метод

Используется в домашних условиях или для прототипирования.

1. Ручное нанесение проводников:
 - Рисование дорожек маркером или лаком на медной поверхности платы.
 - Травление платы в растворе (чаще всего на основе хлорида железа или персульфата аммония).
2. Преимущества:
 - Простота и дешевизна.
 - Не требует сложного оборудования.
3. Недостатки:
 - Низкая точность.
 - Ограниченные возможности при сложных схемах.

2. Метод фоторезиста

Используется для создания высокоточных ПП с тонкими дорожками.

1. Этапы изготовления:
 - Нанесение фоторезиста на плату (в виде пленки или жидкого слоя).
 - Экспонирование платы через фотошаблон с помощью ультрафиолетового света.
 - Проявление (удаление неэкспонированного фоторезиста).
 - Травление платы и удаление оставшегося фоторезиста.
2. Преимущества:
 - Высокая точность и качество.
 - Возможность изготовления сложных схем.
3. Недостатки:
 - Требуется специализированное оборудование (ультрафиолетовый источник, фотошаблон).
 - Более высокая стоимость по сравнению с ручным методом.

3. Лазерно-утюжный метод

Этот метод подходит для любителей электроники.

1. Принцип:
 - Печать схемы на лазерном принтере на специальной бумаге (например, глянцевой).
 - Перенос тонера на медную поверхность платы с помощью утюга.
 - Травление платы.
2. Преимущества:
 - Доступность и простота.

- Подходит для небольших партий.
- 3. Недостатки:
 - Ограниченная точность.
 - Требует опыта для качественного переноса тонера.

4. Промышленный метод

Используется для массового производства ПП.

1. Методы:
 - Химическое травление: массовое травление с использованием автоматизированных линий.
 - Механическая обработка: фрезеровка дорожек на специальном станке.
 - Лазерная технология: выжигание дорожек с помощью лазера.
2. Преимущества:
 - Высокая скорость и качество.
 - Подходит для больших объемов производства.
3. Недостатки:
 - Высокая стоимость оборудования.
 - Сложность в настройке.

5. 3D-печать

Современный метод для прототипирования.

1. Принцип:
 - Использование 3D-принтера для нанесения проводящих материалов или создания заготовок платы.
2. Преимущества:
 - Идеально для быстрого прототипирования.
 - Отсутствие химических процессов.
3. Недостатки:
 - Ограниченная проводимость печатных материалов.
 - Сложность реализации сложных многослойных плат.

Каждый метод имеет свои преимущества и ограничения. Выбор метода зависит от целей (прототипирование, производство) и доступных ресурсов