

«Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов»

Материалы курса



Тема 4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПАЙКИ.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНТАЖНОЙ ПАЙКИ

При промышленном изготовлении РЭА соединение монтажных проводов, деталей и сборочных единиц производится с помощью различных видов пайки.



Рис. Оборудование и материалы для пайки.

Пайка осуществляется путем термического воздействия на место соединения с помощью специальных нагревателей - паяльников с использованием припоя и флюса.

Существуют паяльники периодического и непрерывного нагрева. Паяльники непрерывного нагрева имеют встроенный нагреватель, питаемый от сети электрического тока. Их часто

называют электропаяльниками. Конструктивное выполнение электропаяльников может быть самым разнообразным. Некоторые их разновидности представлены на рисунке. Нагреватель обычно изготавливают из нихромовой проволоки. Из соображений техники безопасности при монтажных работах электропаяльник должен включаться в сеть напряжением не более 36В. Если в распоряжении работающего имеется электропаяльник на более высокое напряжение, то он должен включаться в сеть через трансформатор. И лишь только опытный монтажник, твердо знающий правила и меры электробезопасности, может пользоваться электропаяльником, непосредственно включенным в бытовую электрическую сеть. Применение импульсных электропаяльников снижает расход электроэнергии, однако, они в практике эксплуатации РЭУ встречаются редко.

При промышленном изготовлении РЭА применяются и более совершенные электропаяльники, способствующие повышению производительности труда к ним относятся паяльники с автоматическим регулятором температуры, паяльники, в которых автоматизированы регулировка температуры и подача припоя и др.

Один и тот же электропаяльник нельзя считать пригодным для выполнения разнообразных паяк в РЭА (например, для пайки кабелей, проводов, отдельных деталей, печатных и интегральных схем). Масса стержня электропаяльника должна соответствовать сечению паяемого провода или вывода детали.

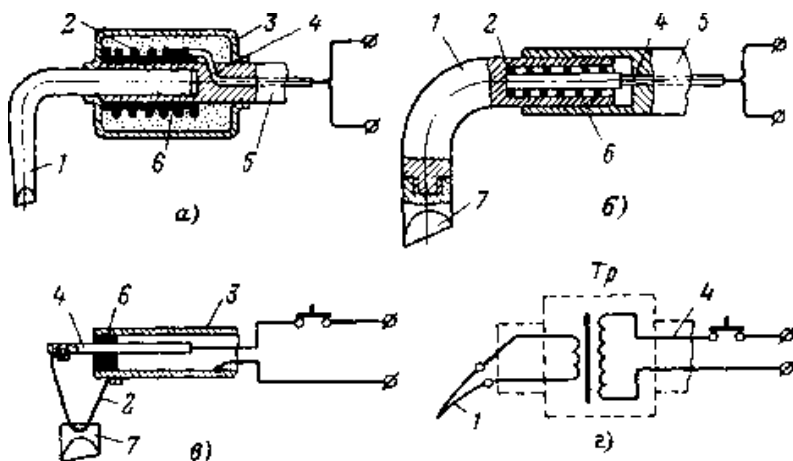


Рис. 1.26. Разновидности электропаяльников: *а* - паяльник с внешним обогревом; *б* - паяльник с внутренним обогревом; *в* - импульсный паяльник; *г* - паяльник с трансформатором. 1 - медный стержень; 2 - нагреватель из нихромовой проволоки; 3 - кожух; 4 - выводы; 5 - корпус; 6 - слюдяная или асбестовая изоляция; 7 - наконечник

Перед началом пайки рабочая часть стержня электропаяльника должна быть залужена и иметь ровную поверхность. Если паяльник новый и еще не применялся для пайки, то рабочей части его стержня необходимо придать форму, показанную на рис. 1.27. Это нужно для того, чтобы припой мог легче стекать в спаиваемое место. Чтобы рабочая часть паяльника была более стойкой к образованию на ней раковин, рекомендуется стержень паяльника отковать или, как говорят, «оттянуть» его. Отковывание производится 300-400-граммовым слесарным молотком на наковальне или на массивной стальной (чугунной) плите в холодном или горячем состоянии.

Если после опиловки рабочей части стержня электропаяльника драчевым напильником на ней остались глубокие следы обработки, их рекомендуется удалить с помощью личного напильника. Когда рабочая часть стержня аккуратно зашпильена, она

дольше сохраняется от образования на поверхности раковин, затрудняющих отекание припоя и замедляющих процесс пайки.

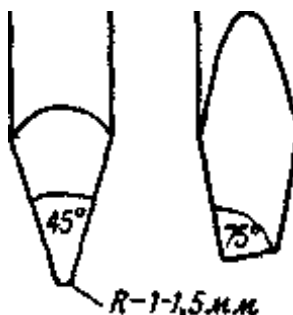


Рис. Рекомендуемая форма заправки рабочей части стержня паяльника

После заправки стержня его рабочую часть следует залудить. Это делается следующим образом: паяльник включается в электрическую сеть и как только он нагреется до температуры плавления канифоли, рабочую часть стержня следует приложить к куску канифоли и покрыть слоем канифоли для предохранения запыленной части стержня от окисления. Во время нагрева паяльника рабочую часть его стержня следует покрыть канифолью несколько раз, так как канифоль частично стекает и выгорает. Следует обращать внимание на недопустимость перегрева электропаяльника перед очисткой его канифолью, так как канифоль лучше всего растворяет окислы меди при температуре около 150°C. Когда паяльник нагреется до температуры плавления припоя, следует приложить плоскость рабочей части стержня к прутку припоя, и если плоскость не покрыта слоем окиси, припой распределяется на ней тонким слоем. Если припой пристал к рабочей части стержня не везде, нужно ее очистить от окиси опусканием в канифоль. Полуда предохранит стержень паяльника от окисления на все время работы с ним до следующей заправки, которую нужно производить, когда на рабочей части стержня появятся раковины. Такие раковины образуются в результате

длительного нагрева, во время которого медь стержня растворяется в припое.

Если монтажник невнимательно отнесется к процессу залуживания стержня паяльника после запиловки и вовремя не опустит в канифоль его рабочую часть, то она покроется темно-синим налетом и не будет подвергаться залуживанию. Для того чтобы залудить перегретый паяльник, необходимо его выключить из сети, вновь запилить стержень, после чего паяльник включить в сеть, нагреть и своевременно стержень залудить.

После подготовки паяльника к пайке он остается включенным в электрическую сеть на все время работы. На находящемся в горячем состоянии стержне образуется нагар, который необходимо время от времени со стержня счищать. Не снятый своевременно нагар загрязняет пайку и затрудняет плавление припоя на стержне. Паяльник, как говорят, «не берет» припоя. Нагар с рабочей части стержня лучше всего снимать путем ее опускания в канифоль. При этом достигается и другая цель: на рабочей части остается канифоль в виде мелких кипящих капелек, которая будет способствовать растеканию припоя по рабочей части стержня во время пайки.

При работе паяльника на неработающей части его стержня образуется окалина. Своевременно не снятая окалина, осыпаясь, загрязняет канифоль и может попадать в монтируемое изделие. Снятие окалины лучше всего осуществлять прикосновением всего стержня к куску канифоли. Поэтому желательно иметь два куска канифоли: один для очистки стержня паяльника, а другой - для выполнения самой пайки. В этом случае попадание с канифолью нагара и окалины в место пайки почти исключено, а пайка получается чистой и ровной.

ПРОЦЕСС ПАЙКИ. ЛУЖЕНИЕ.

Процесс пайки заключается в том, что при помощи ранее залуженного паяльника расплавленный припой переносится на место пайки, которое предварительно покрывается, например, при помощи Кисточки разведенной в спирте канифоли. Канифоль на

место пайки можно наносить и при помощи паяльника, что часто опытные монтажники и делают. Для этого рабочей частью стержня касаются куска канифоли и быстро вместе с припоем переносят капельки расплавленной канифоли на место пайки. Оптимальное время пайки, как указывалось выше, обычно составляет 3-5 с. Если паяльником первоначально взято недостаточное для пайки количество припоя, то припой в спаиваемое место добавляется при помощи паяльника тем же способом.

Следует стремиться делать пайку экономично, т. е. с наименьшей затратой припоя, ибо если спаиваемое место залито большим количеством припоя, это не сообщает пайке дополнительной прочности. Пайка должна быть выполнена так, чтобы из-под припоя были видны контуры заведенных проводников на лепестке или контакте детали.

Выполнив пайку, монтажник должен ее промыть, т. е. удалить с поверхности пайки и вокруг нее остатки канифоли и ее паров, оседающих в виде белого налета. Промывка производится кисточкой или чаще всего тряпочкой, намотанной на губки пинцета и смоченной в растворителе - спирте, скипидаре или денатурированном спирте. После промывки пайка приобретает чистый и блестящий вид.

Требуемый температурный режим электропаяльника обычно подбирается опытным путем посредством регулировки напряжения, подаваемого на него с помощью, например, автотрансформатора.

Для того чтобы качественно выполнить пайку, необходимо детали и проводники соответствующим образом подготовить. Подготовка деталей к пайке состоит в выпрямлении их выводов, зачистке и лужении выводов.

Заводы-изготовители выпускают детали РЭА с облуженными или посеребренными выводами для облегчения в последующем их пайки. Провода, предназначенные для монтажа РЭА, обычно также выпускаются с лужеными жилами. Однако в ряде случаев перед монтажом приходится подвергать и эти детали лужению, для того чтобы ускорить пайку и улучшить качество монтажа.

Лужение представляет собой процесс нанесения тонкого слоя чистого олова или припоя на соответствующее место детали или провода. Если детали или провода хорошо залужены, они будут спаяны легко и прочно. В практике монтажа встречаются случаи, когда проводник, заведенный за лепесток и запаянный, внешне не вызывает никаких сомнений в прочности пайки. Но если проводник покачать, то оказывается, что он в припое «шатается». Это происходит потому, что монтажник не подготовил к пайке проводник, не залудил его, а поэтому припой смочил лишь одну спаиваемую часть соединения и не пристал к другой его части. Если проводник или вывод детали, ранее заводом-изготовителем залуженные или посеребренные, покрыты налетом окислов, то их перед пайкой необходимо зачистить и залудить. Зачистку следует производить непосредственно перед пайкой. Если зачистка проводников и выводов деталей производилась ранее (например, за день до пайки), то можно с уверенностью сказать, что зачищенные места окисляются, и лужение их без дополнительной зачистки будет затруднено.

Прежде чем приступить к монтажу, необходимо все выводы деталей выпрямить и зачистить. Зачистку можно производить ножом в направлении от корпуса детали к концу вывода (к концу провода). Если выводы детали не подвержены коррозии, то их зачищать не следует. Лужение производится паяльником или в специальной ванночке с расплавленным припоем.

При лужении горячий паяльник опускают в канифоль, а затем, прикасаясь к припою, расплавляют его. После этого на рабочей части паяльника оказывается небольшое количество припоя, который вместе с ранее взятой канифолью переносится к месту лужения. Прикасаясь плоской частью паяльника к выводу детали или проводнику, разогревают его, после чего припой с паяльника растекается по поверхности залуживаемого места. Для того чтобы деталь или провод покрывались припоем равномерно, их следует поворачивать. Выводы деталей следует залуживать не по всей их протяженности, не ближе 8-12 мм от корпуса детали. В противном случае возможен перегрев детали, приводящий к изменению ее

электрических характеристик или к ее порче. Это замечание, в первую очередь, относится к керамическим конденсаторам и к другим деталям, выводы которых припаяны к напильным слоям серебра. При залуживании необходимо следить за тем, чтобы на паяльнике было достаточное количество припоя и флюса.

Если монтажник пользуется канифолью, растворенной в спирте (или в другом растворителе), то залуживание паяльником производится так же, как и в предыдущем примере, с той лишь разницей, что вывод залуживаемой детали или конец монтажного провода предварительно опускаются в баночку с жидким флюсом, после чего прикасаются паяльником с припоем к месту лужения. Если залуживанию подлежат клеммы или лепестки на сборочной единице, то жидкий флюс следует наносить кисточкой или палочкой с тампоном.

При большом количестве деталей и проводов их лужение целесообразно проводить в ванночке с расплавленным припоем, что позволит сэкономить время лужения. Ванночку и баночку с флюсом располагают так, чтобы имелась возможность правой рукой опустить залуживаемую часть детали во флюс, а затем в ванночку с расплавленным припоем. Когда вывод детали (или проводник) прогреется и покроется припоем, деталь извлекается из ванночки и резким движением руки встряхивается или протирается тряпкой, взятой в левую руку. Это делается для того, чтобы снять лишний припой и облегчить в дальнейшем заводку выводов детали на соответствующие контакты в схеме изделия. Выводы деталей следует опускать в ванночку так, чтобы, как и в предыдущем случае, их залуживать не ближе 8-20 мм от корпуса детали.

Если залуживаемые детали (например, лепестки) имеют отверстия для пропускания через них монтажных проводов или выводов деталей, следует обращать внимание (независимо от способа залуживания) на то, чтобы эти отверстия не были залиты припоем. Это достигается встряхиванием детали или снятием не застывшего припоя тряпкой. Расплавленный в ванночке припой, подвергаясь воздействию кислорода воздуха, покрывается пленкой окиси, загрязняющей детали при их лужении. Для уменьшения

окисления припоя рекомендуется на его поверхность насыпать слой толченого древесного угля толщиной 3-5 мм. Это приводит к уменьшению расхода припоя (или, как говорят, его «угара») и к повышению качества лужения. Свинцовые пары, выделяемые расплавленным припоем, вредно влияют на дыхательные пути работающих. Поэтому пользование ванночкой при большом количестве залуживаемых деталей допустимо только в помещении, оборудованном приточновытяжной вентиляцией или в вытяжном шкафу.

ВИДЫ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПАЙКИ

Пайка представляет собой технологический процесс соединения твердых металлически конструктивных элементов (проводников, деталей и др.) в горячем состоянии при монтаже и ремонте РЭА с помощью специального материала - припоя. Припой - присадочный материал, применяемый при пайке для заполнения зазоров между соединяемыми элементами с целью получения монолитного паяного шва достаточной механической прочности при минимальном переходном электрическом сопротивлении.

Применяемый при пайке припой должен иметь температуру плавления значительно ниже, чем материал соединяемых элементов (деталей), чтобы в процессе пайки они не расплавились и вообще не изменяли своих физико-химических свойств. С этой целью и длительность процесса пайки одного соединения не должна превышать 3-5 с.

На границе соприкосновения расплавленного припоя и твердого металла происходят сложные физико-химические процессы. Припой, смачивая металл, растекается по нему и заполняет зазор между соединяемыми элементами. При этом припой диффундирует в основной металл, в результате чего образуется промежуточная прослойка, которая после застывания соединяет элементы в одно целое.

Для улучшения смачивания металлической поверхности припоем, растворения вредных продуктов, появляющихся при пайке, для очистки поверхности от загрязнений и оксидов, а также

для защиты соединения от последующих загрязнений и окисления применяются специальные материалы, называемые флюсами.

Чем больше растекается жидкий припой по основному материалу, тем лучше смачивание материала, тем лучше этот материал паяется.

К легкопаяемым материалам относятся металлы, применяемые для монтажной пайки (медь, олово, серебро, золото и их сплавы), а также индий и палладий, которые паяются с применением органических канифольных или безкислотных флюсов, либо нейтральной разовой среды или вакуума.

Среднепаяемые материалы (никель, цинк, стали, сплавы меди с цинком - латунь и с оловом - бронза) паяются только с применением активированных канифольных или кислотных флюсов, либо в восстановительной газовой среде.

Труднопаяемые материалы объединяют классы тугоплавких материалов (титан, молибден, вольфрам, тантал), а также легких (алюминий, магний и их сплавы). Наличие стойкой оксидной пленки на поверхности изделий из этих металлов затрудняет выполнение обычных методов пайки и заставляет либо предварительно наносить на изделия покрытие из легкопаяемых металлов, либо применять специальные методы пайки (например, ультразвуковую). Пайка титана, молибдена и тантала возможна лишь в высоком вакууме (10 Па), либо после нанесения на паяемые поверхности покрытий из олова, серебра или меди. К труднопаяемым относятся также кремний и нержавеющая сталь.

К непаяемым материалам относятся неметаллические материалы (керамика, слюда, ситаллы, ферриты, полупроводники), которые обычными методами и с использованием стандартных припоев не соединяются пайкой.

УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПАЙКИ

Пайку производят с помощью электрического паяльника. При этом необходимо соблюдать следующие условия: нагрев паяльника должен на 30-50°C превышать температуру плавления припоя, а флюс необходимо выбирать таким, чтобы наибольшая

его активность начала проявляться при температуре, на 20-30°C меньшей температуры плавления припоя. Сам же флюс должен обладать температурой плавления на 50-100°C ниже температуры плавления припоя. Кроме того, флюс должен обладать хорошей растекаемостью по поверхности основного металла и припоя для образования сплошной пленки, защищающей эти поверхности от вредного воздействия окружающей среды. Флюс должен снижать поверхностное напряжение расплавленного припоя и обеспечивать полное смачивание соединяемых металлических поверхностей. Он должен также обладать стабильностью свойств на протяжении всего процесса пайки и легко удаляться с поверхностей после завершения пайки.

МАРКИ ПРИПОЕВ И ФЛЮСОВ

Припой различных марок имеют различные свойства в зависимости от комбинации олова, свинца, висмута, меди, цинка, кадмия, серебра. Припой имеют составляющие, образующие сплавы с соединяемыми металлами. Только некоторые из марок припоя предназначены для сборки электронных модулей. В настоящее время применяются традиционные и бессвинцовые припои. Традиционные припои – оловянно-свинцовые сплавы или близкие к ним. Припой выпускается в виде литых чушек, прутков, проволоки или тонкой трубки, содержащей для облегчения пайки наполнитель аналогичный флюсу. В расплавленном состоянии припой должен обеспечивать хорошее смачивание соединяемых поверхностей и тягучесть, достаточно прочное механическое соединение деталей после остывания пайки. Из традиционных марок для монтажа компонентов на платах применяется припой марки ПОС 61. Припои имеющие температуру плавления ниже 450 °С называются мягкими, если выше – твердые припои. Предельная температура расплавления припоев для сборки электронных модулей – 300 °С. Для снижения температуры плавления припоя используется явление эвтектики. Соотношение металлов в сплаве, когда температура плавления становится ниже,

чем любого из металлов в сплаве – эвтектика. Припой это сплав, имеющий свойство эвтектичности.



Припой ПОС 61.

Комбинация составляющих припоя позволяет получить высококачественную пайку, которая выдерживает широкий диапазон температур при эксплуатации электронного модуля.

Припои для сборки электронных модулей:

Марка	Состав	Температура полного расплавления припоя, °С
ПОССу 61-0,5	олово 61 %, сурьма 0.5 %, свинец 38.5 %	189
ПОС 61	олово 61 %, свинец 39 %	190
ПОС 61М	олово 61 %, свинец 37 %, медь 2 %	192

Бесвинцовые припои должны заменить свинцово-содержащие. Европейская комиссия по законодательству запретила использование свинца в производстве электроники с 2006 года. Бесвинцовые сплавы обладают более высокой прочностью по сравнению со сплавами олова и свинца, устойчивостью к перепадам температур и рекомендуются для пайки компонентов с разными тепловыми коэффициентами расширения. Пайки бесвинцовыми припоями матовые. Стоимость бесвинцовых припоев выше из-за повышенного содержания серебра.

Нагретый припой соединяется с металлами, если поверхности паяемых деталей зачищены, другими словами с них механически удалены образовавшиеся с течением времени пленки окислов.

Флюс – неметаллический материал, применяемый для химической очистки соединяемых поверхностей и обеспечивающий прочность связи в области пайки.

Во время пайки флюс растворяет оксиды и сульфиды на соединяемых поверхностях. Остатки флюса не должны изменять электрические характеристики материалов и не вызывать коррозии. При расплавлении припоя флюс распределяется по поверхности жидкого металла. Во время пайки соединяемые поверхности необходимо защитить от воздействия кислорода. И эту задачу решает флюс, образующий защитную пленку над областью пайки.

Для монтажа радиоэлементов на платах применяются бескислотные флюсы созданные на основе легколетучих компонентов.

Состав флюса обусловлен необходимостью адсорбирования припоем и основным веществом флюса поверхностно-активного кислорода, а также частичным выделением его, благодаря чему изменяется поверхностное натяжение и способность смачивания. Флюс должен легко удаляться после завершения монтажа, так как остатки флюса могут стать в дальнейшем очагами коррозии.

Флюсы для сборки электронных модулей:

Флюс ФКСп и флюс ЛТИ-120.

Флюс спиртоканифольный СКФ (ФКСп) его разновидности: КЭ, ФКЭт, ФКСп. Применяется: для пайки на платах элементов радиомонтажа при температурах 250-280°С.

Флюс ЛТИ-120 предназначен не только для пайки плат, но и углеродистых сталей, цинка припоями при температуре 200...300°С. ПН-9, ПН-56 – флюсы, в состав которых входят канифоль или полиэфирные смолы. Перечисленные флюсы подходят для пайки меди, латуни, серебра, золота их остатки не снижают электрического сопротивления оснований плат и не вызывают коррозии. Флюсы ФКСп, ФКЭт и ФПЭт также применяются для консервации плат при длительных сроках складского хранения в качестве покрытий.

Технологии сборки плат зависят от устанавливаемых электронных компонентов и могут быть разделены на несколько основных типов. Выводной монтаж – на плате только компоненты, устанавливаемые в отверстия. Смешанный монтаж – на плате присутствуют планарные компоненты и выводные. Поверхностный монтаж – только планарные компоненты.

Материалы предназначены для свободного ознакомления. Информация дается исключительно в образовательных целях. Статья 1274 ГК РФ «Свободное использование произведения в информационных, научных, учебных или культурных целях».

Список литературы и использованных источников

Дригалкин В. В. Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники. 2-е издание, 2011. – 175 с.

Журавлева Л. В. Электроматериаловедение : учебник для нач. проф. образования – 8 изд. – М.: Издат. центр «Академия», 2012. – 352 с.

Малышев А. С. Монтаж и ремонт радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие – Томск: ТГУ, 2015. – 144 с.

Нестеренко И. И. Маркировка радиоэлектронных компонентов. Карманный справочник. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 164 с: ил.

Платт Ч. Электроника для начинающих: Пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 416 с.: ил.

Третьяков С. Д. Современные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие – СПб.: НИУ ИТМО, 2016. – 102 с.

Электронные образовательные ресурсы на сайте ООО «ПНОЦ» [<https://ноц59.рф/>]