

Электроника

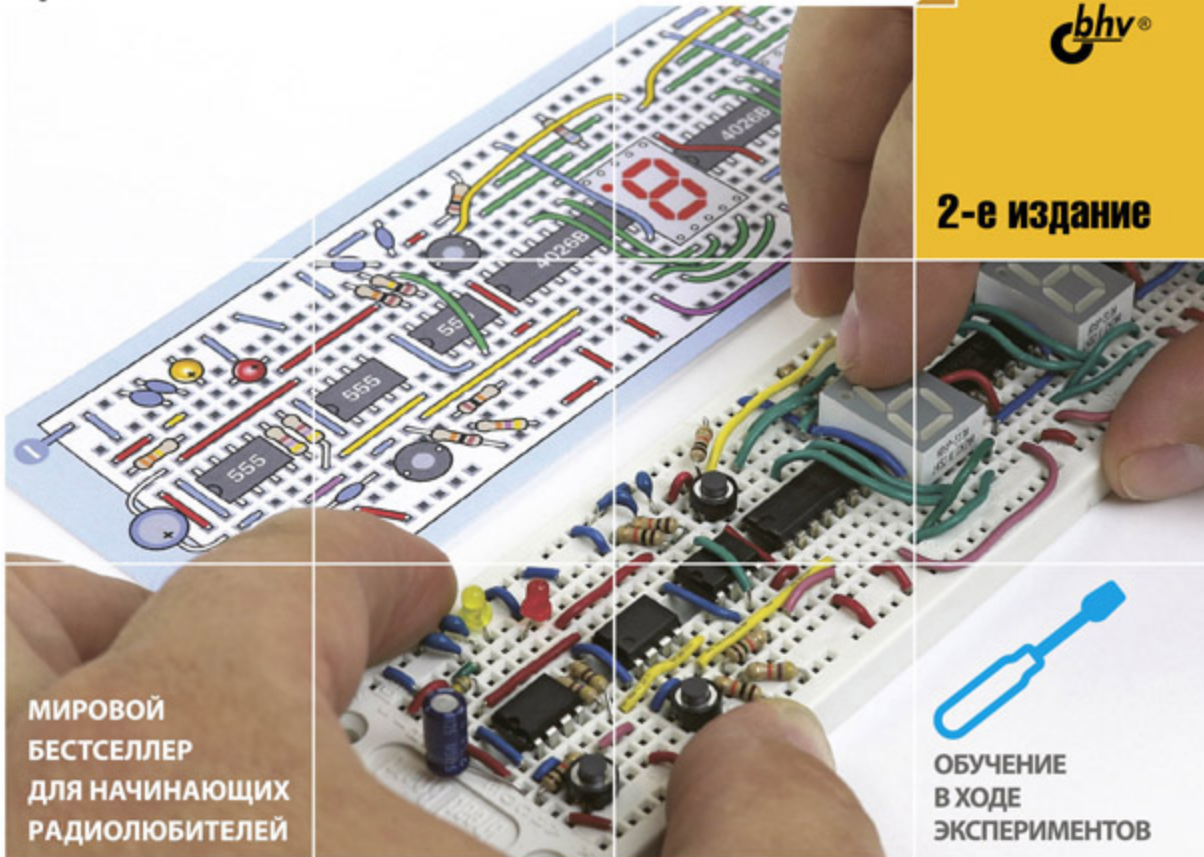
для начинающих

Чарльз Платт



bhv®

2-е издание



МИРОВОЙ
БЕСТСЕЛЛЕР
ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ
РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ



ОБУЧЕНИЕ
В ХОДЕ
ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Make:
makezine.com

Компоненты

Еще раз напоминаю, что выпускаются готовые наборы компонентов. Откройте *главу 6* и ознакомьтесь с разделом «Наборы». Если вы предпочитаете покупать компоненты самостоятельно в интернет-магазинах, смотрите раздел «Компоненты». Далее я перечислю компоненты, которые потребуются в дополнение к указанным в начале второй главы (см. раздел «Компоненты» *главы 2*).

Диоды

Диоды пропускают электрический ток в одном направлении и препятствуют его протеканию в обратном. Вывод диода, который должен быть отрицательным, называется *катодом*. Он обозначен меткой, как показано на рис. 3.25. На этой фотографии диод справа — это модель 1N4001,

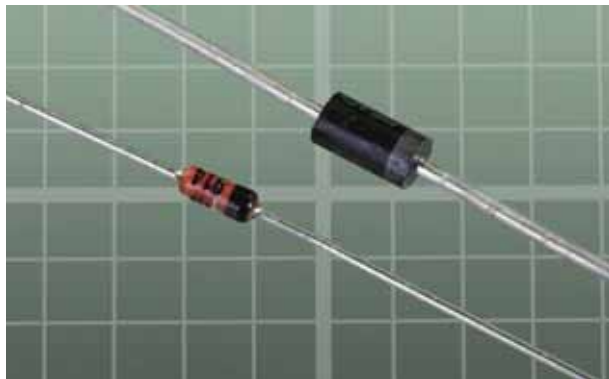


Рис. 3.25. Внешний вид диодов. Метка обозначает вывод катода

предназначенная для чуть более сильного тока, чем модель 1N4148, которая изображена слева. Эти компоненты недорогие и пригодятся вам в будущем, поэтому купите по 10 шт. каждого типа. Производитель не имеет значения.

Эксперимент 12. Пайка двух проводов

Теперь вы готовы приступить к работе. И первый инструмент, с которого мы начнем, — это паяльник.

Ваше путешествие в мир пайки начинается с простого задания — соединения одного провода с другим, но очень скоро вы научитесь монтировать настоящие электронные устройства на перфорированной плате. Поэтому не теряйте времени!

Что вам понадобится

- Монтажный провод, кусачки, инструмент для зачистки проводов
- Паяльник мощностью 30 или 40 Вт
- Паяльник мощностью 15 Вт
- Тонкий припой
- Необязательно: средний припой

- Держатель
- Необязательно: комплект термоусадочных трубок
- Необязательно: термофен
- Необязательно: кусок плотного картона или фанеры, чтобы защитить рабочее место от капель припоя

Соблюдайте осторожность с паяльником!

Пожалуйста, внимательно прочтите и примите к сведению приведенные далее основные меры предосторожности.

- При работе всегда кладите нагретый паяльник на соответствующую подставку. Не оставляйте паяльник лежащим на рабочей поверхности.

- Если рядом есть маленькие дети или домашние животные, помните, что они могут играючи схватить или зацепить провод паяльника и травмировать себя (или вас).
- Никогда не оставляйте горячее жало паяльника близко к проводу, который подводит питание к нему. Пластмассовая изоляция может быстро расплавиться и произойдет короткое замыкание.
- Не пытайтесь поймать падающий паяльник, который вы нечаянно задели.
- Большинство паяльников не имеют индикаторов включения. Поэтому возьмите за правило всегда считать, что паяльник горячий, даже если он отключен от сети. Паяльник остывает не мгновенно и может обжечь вас сильнее, чем вы ожидаете.

Ваша первая пайка

Начнем тренировку с универсального паяльника мощностью 30 или 40 Вт. Включите его в сеть, аккуратно положите на подставку и займитесь чем-то в течение пяти минут. Если не дать паяльнику полностью нагреться, то хорошие соединения не получатся, потому что припой может не расплавиться полностью.

Снимите изоляцию с концов двух отрезков одножильного провода 22-го калибра (диаметр 0,64 мм) и закрепите их в держателе так, чтобы

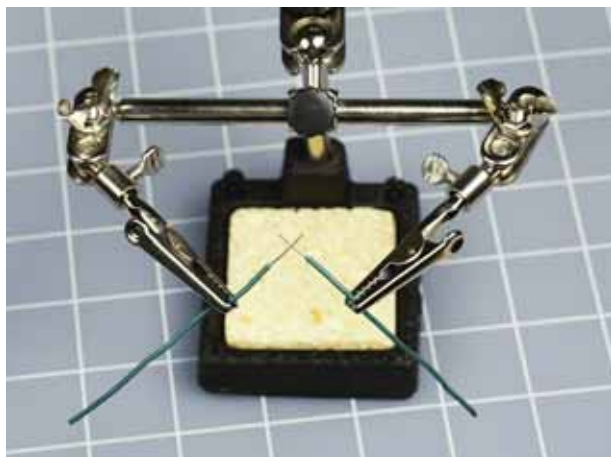


Рис. 3.26. Подготовка к вашей первой пайке

они пересекаясь касались друг друга, как показано на рис. 3.26.

Чтобы убедиться, что паяльник готов к работе, прикоснитесь жалом к небольшому кусочку припоя. Припой должен мгновенно расплавиться. Если он плавится медленно, значит, паяльник еще недостаточно разогрет.

Если кончик паяльника загрязнился, следует его очистить. Обычно рекомендуют смочить губку, которая предусмотрена в стойке паяльника, и вытереть об нее кончик жала паяльника. Лично я предпочитаю этого не делать, поскольку считаю, что влага на кончике вызывает тепловую деформацию, которая может привести к появлению небольших трещин в покрытии жала. Я вытираю горячий конец паяльника смятой бумагой, достаточно быстро, чтобы она не загорелась. Затем я наношу небольшое количество припоя и вытираю снова, до тех пор, пока жало не станет равномерно блестящим.

Очистив жало паяльника, выполните пайку за пять шагов, как показано на рис. 3.27–3.31.

Шаг 1. На три секунды плотно прижмите горячее жало паяльника к пересечению проводов, чтобы нагреть их.

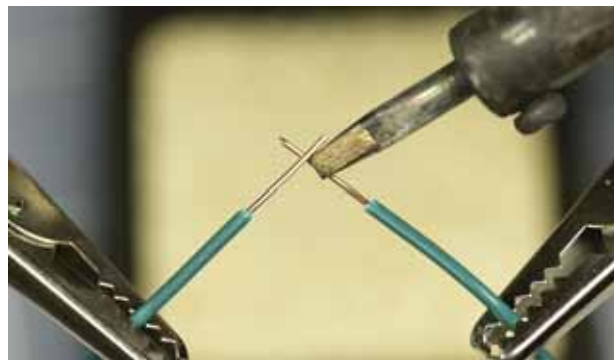


Рис. 3.27. Пайка: шаг 1

Шаг 2. Удерживая паяльник в этом положении, подведите немного припоя к пересечению проводов и к жалу паяльника. Таким образом, два

провода, припой и жало паяльника должны пересекаться в одной точке.



Рис. 3.28. Пайка: шаг 2

Шаг 3. Если в первый момент припой плавится медленно, проявите терпение.



Рис. 3.29. Пайка: шаг 3

Шаг 4. Расплавленный припой образует красивую круглую каплю.

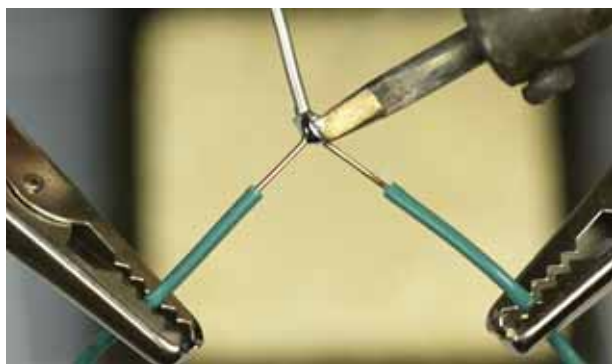


Рис. 3.30. Пайка: шаг 4

Шаг 5. Уберите паяльник и припой. Слегка подуйте на соединение, чтобы охладить его. Примерно через 10 секунд пайка остынет настолько, что к ней можно прикоснуться рукой. Правильно выполненное паяное соединение должно быть блестящим, ровным и закругленным по форме.

Когда пайка остыла, высвободите провода и попробуйте растянуть их в стороны (рис. 3.32).

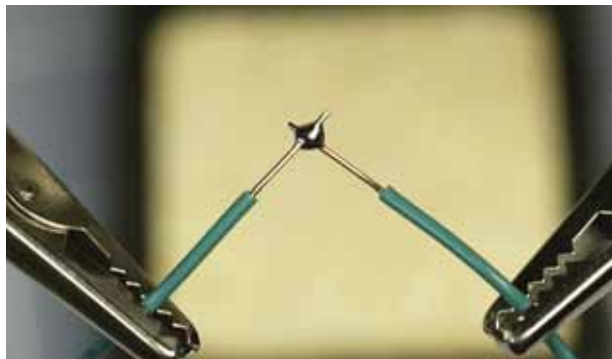


Рис. 3.31. Пайка: шаг 5

Тяните сильно! Если все ваши попытки разорвать провода тщетны, значит, вам удалось создать надежное электрическое соединение. При плохой пайке провода легко отделяются. Причиной может быть недостаточный нагрев или малое количество припоя.

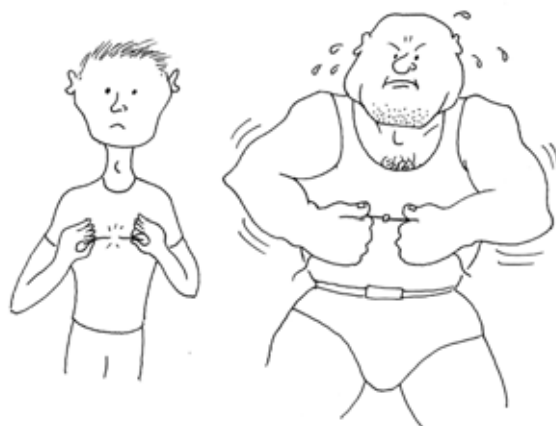


Рис. 3.32. Отличить плохую пайку (слева) от хорошей (справа) не так уж сложно

Почему я рекомендую начать с более мощного паяльника? Дело в том, что он обеспечивает сильный нагрев, и пайку выполнить проще.

Подведем итог. Последовательность пайки такова: нагрейте провода, добавьте припой, продолжая нагрев, дождитесь пока припой начнет плавиться, подождите еще немного, пока он не образует полностью расплавленный шарик, а затем прекратите нагрев. Весь процесс должен занимать 4–6 секунд.

Мифы пайки

Миф № 1. Пайка — это очень сложно. Миллионы людей научились паять, и вряд ли они были более компетентными, чем вы. Например, у меня иногда дрожат руки, и это сильно мешает держать маленькие предметы неподвижно. Меня также выводит из себя монотонная работа с деталями. Но даже если мне удастся паять компоненты, то практически любой сможет справиться с этой работой.

Миф № 2. Ядовитые вещества при пайке угрожают вашему здоровью. Разумеется, не следует вдыхать дым от пайки, но это также относится к таким бытовым веществам, как отбеливатель или краска. На самом деле достаточно тщательно вымыть руки после работы с припоем. Если бы пайка была очень опасна для здоровья, то смертность среди любителей электроники тоже оказалась бы слишком высокой.

Миф № 3. Паяльники опасны. Паяльник менее опасен, чем утюг для белья, потому что он выделяет намного меньше тепла. Исходя из моего опыта, пайка оказывается безопаснее, чем большинство работ по дому или в подвале. Конечно, никогда нельзя забывать об осторожности. Паяльник нагревается достаточно сильно, чтобы вызвать ожог, если вы прикоснетесь к жалю.

Восемь ошибок пайки

- 1. Низкая температура паяльника.** Внешнее соединение может выглядеть хорошо, но поскольку вы не прогрели его как следует, припой не расплавился достаточно и его внутренняя молекулярная структура не перестроилась. Она остается рыхлой и зернистой, а не плотной и равномерной, и в конечном итоге вы получаете так называемую *холодную пайку*, которая разорвется, как только вы потянете провода в разные стороны. Чтобы исправить ситуацию, тщательно нагрейте соединение повторно и добавьте новый припой.
- 2. Недостаточный предварительный нагрев.** Основной причиной холодной пайки является искушение расплавить небольшое количество припоя только на паяльнике, а затем перенести его на место пайки. Иными словами, вы будете наносить припой на холодные провода. Вначале нужно коснуться проводов паяльником, чтобы предварительно нагреть их, а затем уже добавить припой. В результате провода будут горячими и помогут расплавить припой.

Совет

Поскольку слишком многие совершают эту ошибку, я повторю еще раз. Нельзя наносить горячий припой на холодную поверхность соединяемых деталей. Следует наносить холодный припой на предварительно нагретую поверхность.

- 3. Перегрев места пайки.** Такая пайка может повредить все вокруг. Виниловая изоляция оплавится, слишком оголив провод и увеличив риск короткого замыкания. Вы можете легко испортить полупроводниковые компоненты и даже расплавить пластиковые детали переключателей и разъемов. Поврежденные компоненты придется снова выпаять и заменить, что займет время и создаст неудобства. Если ваша пайка оказалась неудачной, подождите, сделайте паузу, пусть

все немного остынет, прежде чем вы попытаетесь снова.

4. **Недостаток припоя.** Такое соединение двух проводников может быть недостаточно прочным. При пайке всегда стремитесь, чтобы припой целиком охватил место соединения и проник во все зазоры.
5. **Смещение соединяемых деталей до того, как припой затвердел.** Следствием этого часто бывает внутренняя трещина, которую вы можете не заметить. Устройство по-прежнему будет работать, но в какой-либо момент, вследствие вибрации или тепловой нагрузки, трещина может увеличиться и разорвать электрический контакт. Выявить подобный дефект довольно сложно. Если вы жестко зафиксируете компоненты перед пайкой или правильно смонтируете все детали на подходящей плате, то сможете избежать этой проблемы.
6. **Загрязненные поверхности.** Припой для пайки электронных компонентов содержит канифоль для очистки металла, с которым вы работаете, но если поверхность сильно загрязнена, то контакт будет непрочным из-за плохого прилипания припоя. Если вывод какого-либо компонента выглядит слишком грязным, перед пайкой зачистите его наждачной бумагой.
7. **Нагар на жале паяльника.** По мере использования на острие паяльника постепенно накапливаются частички нагара, которые могут препятствовать передаче тепла. Перед работой очищайте жало, как было описано ранее.
8. **Неподходящие материалы.** Рекомендованный припой предназначен для пайки электронных компонентов. Он не подходит для алюминия, нержавеющей стали и многих других металлов. С его помощью, возможно, удастся спаять хромированные детали, но с большим трудом.

Совет

Качество пайки нельзя оценить, просто взглянув на соединение. Всегда проверяйте пайку под нагрузкой. Если вы сомневаетесь, просуньте под компонент наконечник отвертки и немного отогните его, или же используйте небольшие плоскогубцы, чтобы попытаться разъединить пайку. Не беспокойтесь о том, что вы испортите свою работу. Если ваше соединение не выдерживает серьезного испытания, то оно плохое.

Из перечисленных восьми ошибок холодная пайка — наихудший случай, потому что ее легко допустить и не заметить.

Альтернативные способы монтажа

В 50-х годах прошлого столетия монтажники вручную паяли все соединения внутри электронных устройств, например таких, как радиоприемники. Но рост объемов производства электронной аппаратуры обусловил необходимость поиска автоматизированного способа создания многочисленных надежных соединений при последовательном монтаже компонентов, и тогда появилась альтернатива — *монтаж проводов накруткой*.

В электронных устройствах с монтажом накруткой компоненты устанавливаются на плату с длинными позолоченными заостренными штырьками квадратного сечения, которые выступают с обратной стороны платы. Использовались особые посеребренные провода с оголенными примерно на 2,5 см концами. Вручную или с помощью электрического инструмента для монтажа накруткой конец провода наматывался вокруг одного из штырьков, создавая достаточное натяжение для «холодной сварки» мягкого серебряного покрытия провода со штырьком. В процессе намотки прикладывается значительное усилие для создания надежного соединения, особенно если число витков провода достигает семи-девяти, и каждый виток касается всех четырех ребер штырька.

В 70-х и 80-х годах этот способ переняли любители, которые создавали компьютеры у себя дома. Плата самодельного компьютера с монтажом проводов накруткой показана рис. 3.33. Эта технология использовалась агентством NASA для создания электрической схемы компьютера на космическом корабле Apollo, который отправился на Луну, но сегодня такой монтаж имеет ограниченное коммерческое применение.

Широкое промышленное применение компонентов со штырьковыми выводами, например, микросхем ранних серий, послужило толчком для развития способа пайки волной припоя, при которой «волна» расплавленного припоя наносится на обратную сторону предварительно нагретой монтажной платы со вставленными компонентами. Технология маскирования позволяет избежать налипания припоя там, где этого не требуется.

Сегодня компоненты для поверхностного монтажа (которые значительно меньше, чем их аналоги для монтажа в сквозные отверстия) приклеивают к монтажной плате паяльной пастой, а затем всю сборку нагревают, расплавляя пасту, чтобы создать прочное соединение.

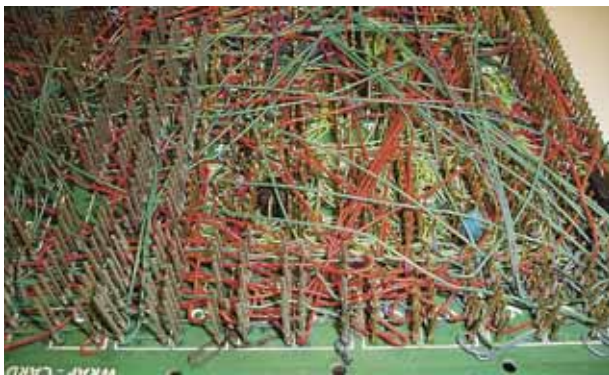


Рис. 3.33. Монтаж накруткой в самодельном компьютере Стива Чемберлина (Steve Chamberlin). Соединение такой сети проводов при помощи пайки вручную заняло бы слишком много времени и, безусловно, привело бы к ошибкам. Фото предоставлено Стивом Чемберлином

Совершенствуем мастерство пайки

Теперь пришло время использовать паяльник на 15 Вт. И снова, вы должны оставить его включенным хотя бы на пять минут, чтобы он хорошо разогрелся. Тем временем не забудьте отключить другой паяльник и поместить в безопасное место для остывания.

Для второго нашего соединения возьмите припой потоньше. Он будет потреблять меньше тепла от маломощного паяльника.

На этот раз мне хотелось бы, чтобы вы расположили провода параллельно друг другу. Соединить их таким способом немного сложнее, чем при пересечении, но этому важно научиться. Иначе вы не сможете надеть термоусадочную трубку на готовое соединение, чтобы изолировать его.

Пять шагов по созданию этого соединения показаны на рис. 3.34–3.38. В исходном положении провода могут прилегать друг к другу не идеально плотно, припой заполнит любые маленькие зазоры. Но, как и прежде, место пайки должно быть достаточно горячим для растекания припоя, а когда вы используете маломощный паяльник, на предварительный нагрев потребуется больше времени.

Старайтесь подавать припой так, как показано на рисунках. Помните: не следует переносить припой к месту пайки на жале паяльника. Вначале разогрейте провода, а затем прикоснитесь припоем к ним и к жалу паяльника, при этом сохраняя контакт с проводами. Подождите, пока припой станет жидким, и вы увидите, как он с готовностью перетечет на провода, равномерно обволакивая их. Если этого не происходит, проявите терпение и продлите нагрев.

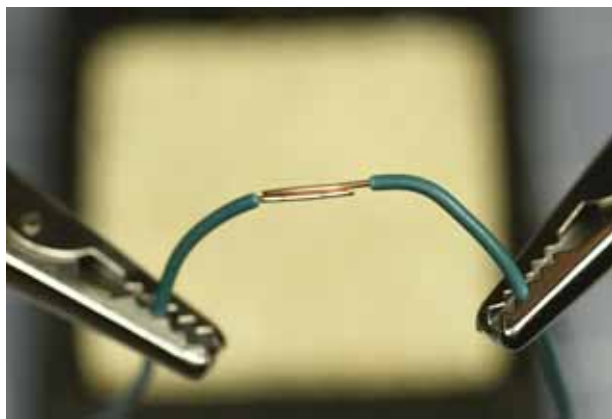


Рис. 3.34. Шаг 1: выровняйте провода

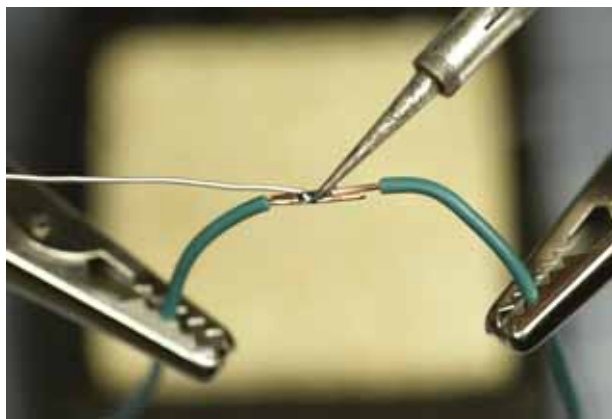


Рис. 3.37. Шаг 4: расплавленный припой находится прямо в точке соединения

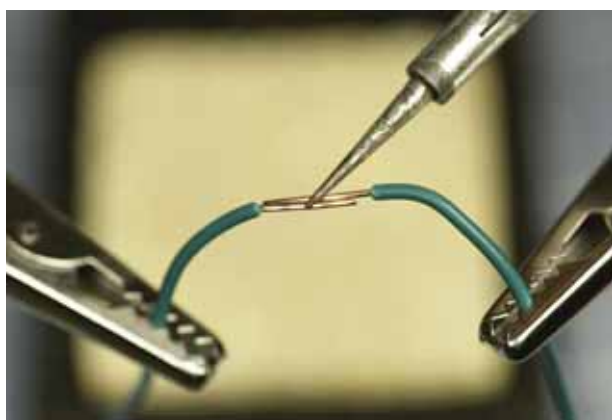


Рис. 3.35. Шаг 2: нагрейте место пайки

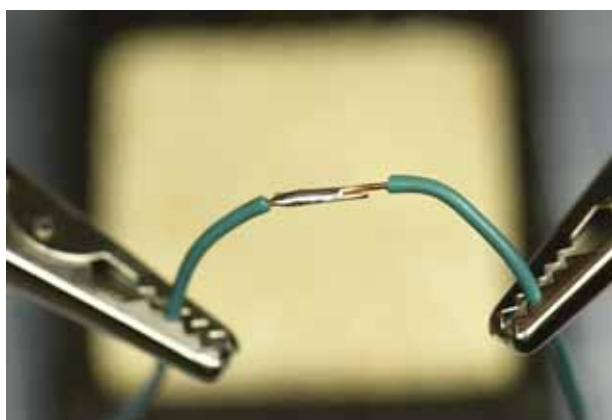


Рис. 3.38. Шаг 5: готовое соединение блестит, припой равномерно распределен вдоль проводов

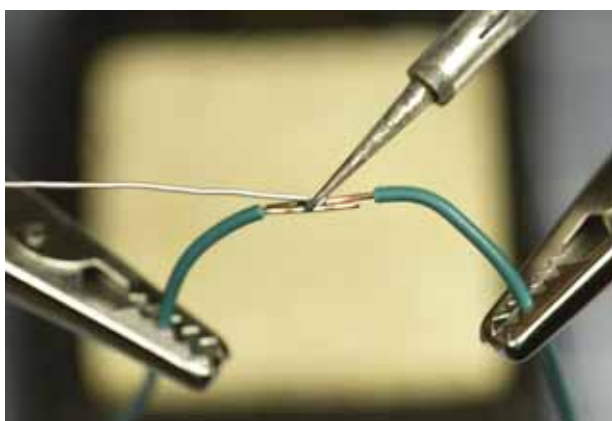


Рис. 3.36. Шаг 3: продолжая нагревать провода, нанесите припой. Подождите, пока он начнет плавиться. Проявите терпение

В итоге припоя должно быть достаточно, чтобы обеспечить прочность пайки, но не слишком много, чтобы не помешать надеванию термоусадочной трубки. Мы скоро перейдем к этому.

Передача тепла

Чем лучше вы понимаете процесс пайки, тем лучше у вас будут получаться паяные соединения.

Допустим, жало паяльника хорошо разогрето, и вы собираетесь передать это тепло соединению, которое необходимо сделать. Для улучшения теплопередачи можно отрегулировать

угол наклона паяльника таким образом, чтобы по возможности увеличить площадь контакта (рис. 3.39 и 3.40).

Как только припой начал плавиться, он расширяет площадь контакта, что позволяет передать больше тепла, и поэтому процесс ускоряется естественным образом. Сложно лишь начать.

Другой аспект теплопередачи, который следует учитывать, заключается в том, что тепло может отводиться от необходимого места и поступать туда, куда не надо. Если вы пытаетесь припаять очень толстый отрезок медного провода, нагрев будет недостаточным, чтобы расплавить припой, потому что провод большого сечения отводит

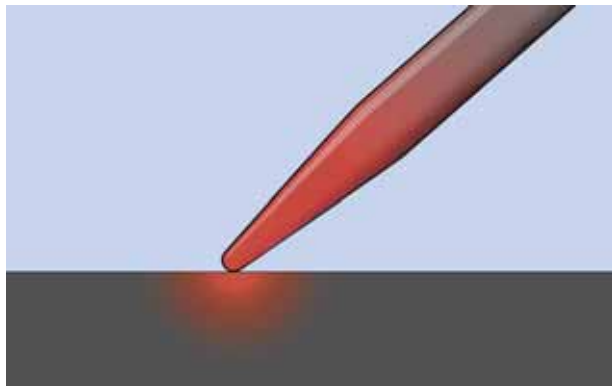


Рис. 3.39. Маленькая площадь контакта между паяльником и рабочей поверхностью не обеспечивает передачу тепла

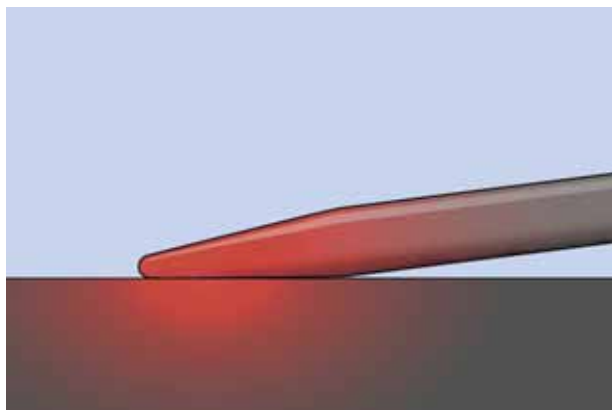


Рис. 3.40. Большая площадь контакта увеличивает передачу тепла

тепло от соединения. Вы обнаружите, что даже паяльник в 40 Вт не в состоянии справиться с этой проблемой. С другой стороны, хотя медь не становится достаточно нагретой для плавления припоя, но тепла вполне хватает, чтобы оплавить изоляцию провода.

Запомните правило: если вам не удастся завершить пайку за 10 секунд, значит, подводимого тепла недостаточно.

Изоляция пайки

После того как вы сумели сделать хорошее ровное паяное соединение двух проводников, пора приступить к более легкой операции. Выберите термоусадочную трубку, которая имеет достаточный диаметр, чтобы ее можно было надеть на соединение, и при этом остается небольшой запас пространства.

Безусловно, вам необходимо заранее все спланировать. Обычно требуется натянуть трубку на один из проводов *до того*, как вы их соедините. Далее я подробно проиллюстрирую весь процесс.

Предположим, термоусадочная трубка уже надета на одном из проводов, сдвиньте ее вдоль провода, чтобы паяное соединение оказалось по центру трубки. Установите соединение перед термофеном и включите его (держите ваши пальцы вдали от потока нагретого воздуха). Переверните провод, чтобы прогреть его с обеих сторон. Трубка должна плотно обхватить соединение за полминуты. Если вы перегреете трубку, она может растрескаться, при этом вам придется снять ее и начать заново. Как только трубка станет плотно прилегать, ваше задание выполнено, прогревать ее дальше нет никакого смысла. Заметьте, что при нагреве не только уменьшается диаметр трубки, но и небольшая усадка происходит по длине.

На рис. 3.41–3.43 показано, как достичь желаемого результата. Я использовал белую трубку,

потому что ее хорошо видно на фотографиях. На самом деле цвет термоусадочных трубок не влияет на результат.



Рис. 3.41. Натяните трубку на соединение проводов

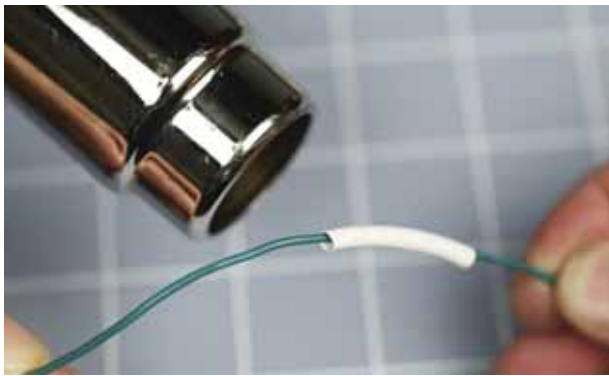


Рис. 3.42. Нагрейте трубку



Рис. 3.43. Нагревайте трубку до тех пор, пока она не сожмется, плотно охватив соединение

Термофен сильно разогревается!

Обратите внимание на хромированную стальную трубу рабочего конца стандартного термофена. Сталь стоит дороже пластика, и производители выбрали ее неспроста — поток воздуха нагревается настолько, что он может расплавить пластиковую трубу.

Металлическая труба остается достаточно горячей, чтобы обжечь даже спустя несколько минут после выключения инструмента. Как от паяльника, так и от термофена могут пострадать другие люди (и животные), потому что они не знают, что эти предметы опасны. Не оставляйте инструменты где попало, чтобы никто из ваших домашних не совершил ошибку, используя термофен для сушки волос (рис. 3.44).

Обычный термофен выглядит вполне безобидно, но может привести к большим неприятностям. Миниатюрный термофен менее опасен, но и с ним необходимо обращаться осторожно.



Рис. 3.44. Термофен — это совсем не то же, что фен для сушки волос

Переделка проводов питания

Следующее применение вашим навыкам пайки будет более практичным. Вы присоедините к сетевому адаптеру разные по цвету одножильные провода. Если у вас нет адаптера, то можно просто удлинить провода разъема для 9-вольтовой батареи. В любом случае, переделанные провода питания будет удобно вставлять прямо в макетную плату.

Для работы можно взять большой паяльник, поскольку термочувствительные компоненты не будут затронуты.

Приобретенный вами сетевой адаптер, скорее всего, представляет собой небольшой пластмассовый модуль, который вставляется прямо в розетку на стене. На выходящей из адаптера паре проводов присутствует необходимое вам постоянное напряжение, а на конце кабеля смонтирована какая-либо миниатюрная вилка. Этот разъем подходит для таких устройств, как медиаплеер или телефон, которые имеют соответствующее гнездо, но для наших целей такая вилка бесполезна, потому что вам необходимо подавать питание прямо на макетную плату.

Что делать дальше? Объясняю.

Шаг первый: отрежьте и измерьте

Вначале давайте убедимся, что сетевой адаптер делает то, для чего он предназначен.

Не включайте пока адаптер в сетевую розетку. Обрежьте маленькую вилку на конце низковольтного провода, как показано на рис. 3.45. (Вы можете заметить, что это фотография адаптера RadioShack. Как давно это было.)

Разделите два проводника с помощью кусачек или универсального ножа и удалите по полсантиметра изоляции с каждого конца (рис. 3.46). Провода должны быть разной длины, чтобы уменьшить риск их замыкания.

Если зачищенные концы коснутся друг друга, когда адаптер подключен к сети, они могут вызвать перегрузку или пережечь внутренний предохранитель. Вы также можете увидеть искрение, которое испугает, но вряд ли навредит.



Рис. 3.45. Первый этап переделки сетевого адаптера: вилка отрезана



Рис. 3.46. Второй этап: концы проводов зачищены

Ничего страшного, всего лишь небольшая неприятность.

Теперь настройте ваш мультиметр на измерение постоянного напряжения и подключите его к двум проводам сетевого адаптера, желательно с помощью тестовых проводов с «крокодилами», чтобы держать все под контролем. После тщательной проверки того, что красный провод мультиметра находится в гнезде, обозначенном «вольты», а не «миллиамперы», вставьте адаптер в розетку и измерьте, какое напряжение он выдает.

Если измеренное значение оказалось на удивление большим, то обычно это обусловлено тем, что напряжение, выдаваемое сетевыми адаптерами, часто выше, если они работают вхолостую. Внутреннее сопротивление вашего мультиметра настолько высокое, что адаптер будет вести себя так, словно нагрузка отсутствует.

Для реальной проверки возьмите резистор номиналом 680 Ом и подключите его к выходу адаптера параллельно мультиметру. Это снизит напряжение до более адекватного уровня. Теперь вы должны получить значение, близкое к ожидаемому.

Не рекомендую вам использовать резистор с номиналом намного меньше 680 Ом, поскольку резисторы в нашем списке рассчитаны на мощность 0,25 Вт, и если превысить рассеиваемую мощность, они перегреются. Если резистор 680 Ом подключен к источнику питания 9 В, то по закону Ома сила тока будет около 13 мА, и поэтому рассеиваемая мощность составит около 120 мВт или 0,12 Вт, что не превышает допустимый максимум в 0,25 Вт.

Если вы захотите посмотреть, как меняется напряжение на выходе вашего сетевого адаптера при подключении нагрузки с меньшим сопротивлением, то можете параллельно соединить несколько резисторов по 680 Ом. Этот эксперимент весьма познавателен, но давайте вернемся к основной цели — получить источник питания для макетной платы.

Шаг второй: пайка

Проверьте полярность напряжения на проводах сетевого адаптера с помощью мультиметра. Когда красный провод мультиметра подключен к положительному полюсу источника, а черный — к отрицательному, перед значением напряжения на экране отсутствует знак минус. Если он есть, поменяйте местами провода адаптера.

Если показания мультиметра положительные, то вы уверены, что красный провод прибора прикреплен к положительному выводу сетевого адаптера. Это важно, поскольку при неправильной полярности источника питания компоненты устройства на макетной плате выйдут из строя.

Следующие этапы будут одинаковыми, независимо от того, удлиняете ли вы провода сетевого адаптера или разъема для 9-вольтовой батареи.

Отрежьте два куска одножильного провода калибра 22 (диаметр 0,64 мм), один — красного цвета, а другой — черного или синего. Длина каждого из них должна быть около 5 см. Снимите по полсантиметра изоляции с обоих концов каждого провода.

Припаяйте подготовленные провода к концам проводов сетевого адаптера (или разъема для 9-вольтовой батареи). Естественно, следует присоединить красный провод к положительному полюсу источника питания.



Рис. 3.47. Теперь адаптер подойдет для подачи питания на макетную плату

Если у вас есть термоусадочная трубка и термофен, используйте их, как делали во время тренировки. Результат должен выглядеть так, как на рис. 3.47. Еще раз повторю, что провода должны быть разной длины, чтобы уменьшить риск их замыкания. Теперь можно вставить концы проводов в вашу макетную плату.

Укорачивание сетевого шнура

Где еще можно применить только что полученные навыки пайки? Вот практичное предложение. У тех, кто не использует продукцию компании Apple, может оказаться источник питания для ноутбука со съемным шнуром переменного тока, вставляемым в розетку, и еще одним низковольтным кабелем, который присоединяется к компьютеру. Типичный сетевой шнур изображен на рис. 3.48.

А если вы поклонник продукции Apple? Возможно, у вас найдутся сетевые шнуры от других устройств, например от принтера или от сканера. Цель этого упражнения — уменьшить длину сетевого шнура до желаемого размера, чтобы он не спутывался в клубок. И если у вас, как и у меня, сетевой шнур длиннее, чем нужно, а вы любите путешествовать налегке, то это задание будет полезным.



Рис. 3.48. Пример сетевого шнура с разъемом

Двенадцать шагов по укорачиванию шнура

На рис. 3.49 мы видим первый шаг, где вы смело обрезаете сетевой шнур кусачками. Естественно, при работе со шнуром он должен быть отключен от сетевой розетки.



Рис. 3.49. Укорачивание сетевого шнура, шаг 1

На рис. 3.50 показаны концы, которые необходимо оставить. Средняя часть сетевого шнура может пригодиться вам в будущем.



Рис. 3.50. Укорачивание сетевого шнура, шаг 2

Разделите два проводника в каждом отрезке сетевого шнура универсальным ножом, как показано на рис. 3.51.



Рис. 3.51. Укорачивание сетевого шнура, шаг 3

Далее концы сетевого шнура нужно обрезать так, чтобы проводники оказались разными по длине, но стыковались бы друг с другом (рис. 3.52). Так они займут меньше места, когда вы соедините их снова, а также уменьшится риск короткого замыкания, если одно из соединений по какой-либо причине нарушится.

Заметьте, что на одном из проводников всегда есть либо напечатанный текст, либо прессованные выступы. Убедитесь в том, что при соединении помеченные проводники совпадают.

Удалите минимальное количество изоляции (3 мм будет достаточно). Затем отрежьте три



Рис. 3.52. Укорачивание сетевого шнура, шаг 4

кусочка термоусадочной трубки (если она у вас есть). Длина двух тонких кусочков трубки должна быть достаточной, чтобы их можно было натянуть на отдельный проводник, а толстый кусок длиной около 5 см будет закрывать все соединение (рис. 3.53).

Обратите внимание на то, что некоторые термоусадочные трубки предназначены только для низкого напряжения, не используйте их.



Рис. 3.53. Укорачивание сетевого шнура, шаг 5

Теперь самое трудное — вспомнить о необходимости натянуть трубку на провод *перед тем*, как выполнить пайку, поскольку разъемы на концах шнура не позволят надеть трубку позже. Если вы так же нетерпеливы, как я, то вам будет сложно не забывать делать это каждый раз перед пайкой (рис. 3.54).

Выпрямите провод и закрепите концы в держателе. Соедините два отрезка провода так, чтобы



Рис. 3.54. Укорачивание сетевого шнура, шаг 6

их жилы переплелись, а затем сожмите их слегка между указательным и большим пальцами, чтобы сгладить выступающие фрагменты. Торчащая жилка может проткнуть термоусадочную трубку при ее нагреве, размягчении и усадке вокруг соединения (рис. 3.55).

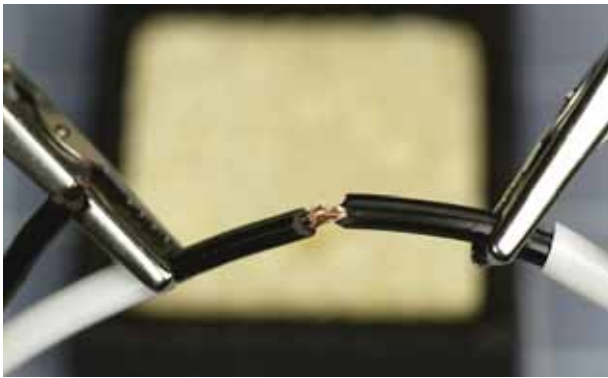


Рис. 3.55. Укорачивание сетевого шнура, шаг 7

Провод, который вы сейчас соединяете, гораздо толще, чем все предыдущие, с которым вы работали раньше. Он поглощает больше тепла и вам придется прогревать его паяльником дольше. Убедитесь в том, что припой растекся по всему соединению, а также проверьте обратную сторону после того, как пайка остынет. Вероятнее всего, вы обнаружите здесь оголенные медные жилы. Соединение должно быть ровным, округлым, в виде блестящей капли (рис. 3.56).

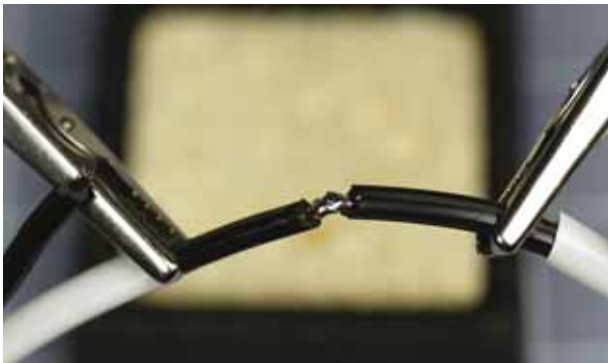


Рис. 3.56. Укорачивание сетевого шнура, шаг 8

При пайке оттяните термоусадочную трубку как можно дальше от жала паяльника, чтобы тепло от него преждевременно не вызвало усадку, что не позволит вам изолировать соединение позже.

Натяните кусочек термоусадочной трубки на готовое паяное соединение и прогрейте ее термофеном, как показано на рис. 3.57. Не допускайте попадания остальных кусочков термоусадочной трубки под поток тепла.



Рис. 3.57. Укорачивание сетевого шнура, шаг 9

На рис. 3.58 изображена сжатая термоусадочная трубка.



Рис. 3.58. Укорачивание сетевого шнура, шаг 10 из 12



Рис. 3.59. Укорачивание сетевого шнура, шаг 11



Рис. 3.60. Укорачивание сетевого шнура, шаг 12

Теперь подготовьте к пайке другую пару проводников (рис. 3.59). На рис. 3.60 показано второе готовое соединение. После того как вы его изолируете отдельным кусочком термоусадочной трубки, можно натянуть большую термоусадочную трубку на весь узел. Вы ведь не забыли



Рис. 3.61. Готовый сетевой шнур

заранее надеть толстую трубку на шнур, правда? Готовый шнур изображен на рис. 3.61.

Что дальше?

Если вы потренировались паять и выполнили все предыдущие упражнения, значит, приобрели достаточные навыки для сборки своей первой настоящей электронной схемы. Но сначала мы должны кратко ознакомиться с последствиями перегрева при пайке. Мне не хотелось бы, чтобы вы обучились пайке, а затем всего лишь расплавили транзистор или светодиод. Испортить компонент всегда легче, чем потом заменять его исправным.

Эксперимент 13. Перегрев светодиода

В эксперименте 4 вы уже поняли, как просто можно сжечь светодиод. На самом деле тогда произошло следующее: чрезмерный ток через светодиод привел к избытку тепла, которое и повредило компонент.

Если тепло, вызванное электрическим током, может вывести из строя светодиод, то не приведет ли перегрев компонента паяльником к тому же результату? Убедиться можно, только выполнив соответствующий эксперимент.

Что вам понадобится

- Батарея на 9 В и разъем или сетевой адаптер на 9 В
- Удлиненные или заостренные плоскогубцы
- Паяльник мощностью 30 или 40 Вт
- Паяльник мощностью 15 Вт
- Стандартные светодиоды (2 шт.)
- Резистор номиналом 470 Ом
- Держатель для компонентов
- Один большой или два маленьких зажима «крокодил» из чистой меди

Цель очередного нашего эксперимента — изучить эффекты нагревания, т. е. узнать, куда и как уходит тепло.

Макетная плата сейчас нам не понадобится, т. к. неизвестно, сколько тепла поглощают контакты

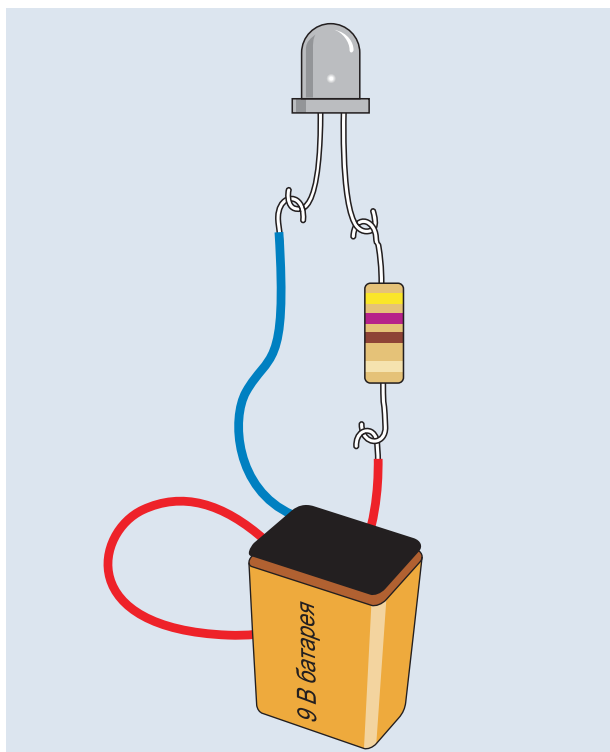


Рис. 3.62. Исследование стойкости светодиода к нагреву. Батарею можно заменить сетевым адаптером

внутри платы. Нежелательно также, чтобы вы пользовались тестовыми проводами, потому что они также будут поглощать тепло.

Согните оба вывода светодиода и резистора с номиналом 470 Ом в виде маленького крючка. Аналогично изогните и провода питания от 9-вольтовой батареи (рис. 3.62). Чтобы придать проводам желаемую форму, вам может потребоваться снять чуть больше изоляции и добавить немного припоя.

Верхний (на рис. 3.62) вывод резистора подсоедините к аноду светодиода, а нижний вывод резистора подключите к положительному проводу источника питания.

Закрепите пластиковый корпус светодиода в держателе. Пластик плохо проводит тепло, поэтому держатель не повлияет на результат эксперимента.

Подайте напряжение питания 9 В, светодиод должен ярко загореться. Для этого эксперимента я выбрал белый светодиод, потому что его легче фотографировать.

Вам понадобятся оба паяльника: маломощный паяльник на 15 Вт, а также более мощный. Включите их и подождите как минимум 5 минут, чтобы паяльники хорошо нагрелись. Теперь сильно прижмите жало 15-ваттного паяльника к одному из выводов светящегося светодиода, как показано на рис. 3.63, и засекайте время.

Держу пари, пройдет не менее трех минут, прежде чем светодиод погаснет. Теперь вам понятно, почему паяльник мощностью 15 Вт рекомендован для тонких работ с электронными компонентами.

Аналогичный эксперимент проделайте с более мощным паяльником. Нагревайте провод в том же месте, что и ранее. Я думаю, что ваш светодиод погаснет секунд через десять (обратите внимание на то, что некоторые светодиоды могут выдержать более высокую температуру, чем

другие). Именно поэтому паяльник мощностью 30 Вт непригоден для тонких работ с электроникой.

Температура жала обоих паяльников может быть примерно одинаковой. Но мощный паяльник обладает большей теплоемкостью. Другими словами, он выделяет большее количество тепла за то же самое время.

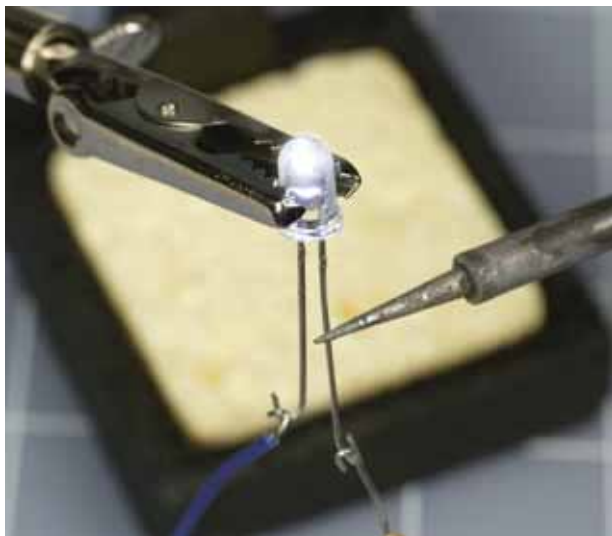


Рис. 3.63. Нагрев вывода светодиода 15-ваттным паяльником

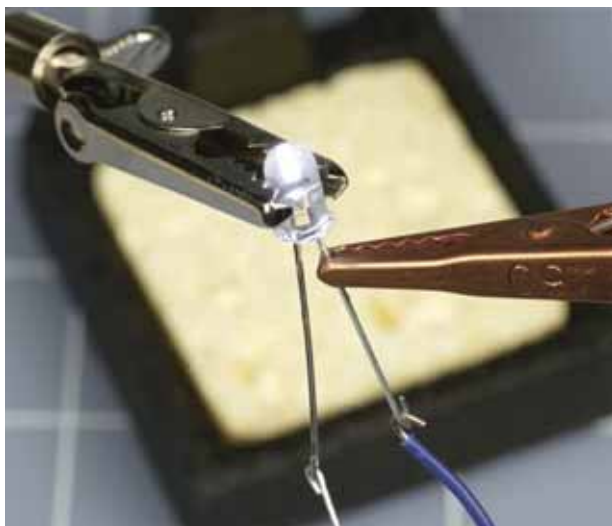


Рис. 3.64. Медный зажим «крокодил» поглощает тепло и защищает светодиод

Ваш светодиод стал жертвой науки и погиб смертью храбрых. Проводите его в последнее ведро и замените новым, который мы будем испытывать более аккуратно. Подключите его так же, как и раньше, но на этот раз прикрепите большой медный зажим «крокодил» (или два небольших зажима) к одному из выводов возле корпуса светодиода, как показано на рис. 3.64. Прижмите жало паяльника мощностью 30 или 40 Вт к этому выводу *ниже* зажима. На этот раз вы сможете удерживать мощный паяльник на месте целые две минуты, не уничтожив светодиод.

Куда уходит тепло

Если в конце эксперимента вы дотронетесь до зажима, то обнаружите, что он довольно горячий, в то время как светодиод остается не таким нагретым. Представьте, что тепло от жала паяльника проходит по проводу, который ведет к светодиоду, но встречает на своем пути зажим «крокодил», как показано на рис. 3.65. Зажим подобен пустой емкости, которая ждет, чтобы ее наполнили. Тепло предпочитает перетечь в медный зажим, оставляя светодиод невредимым.

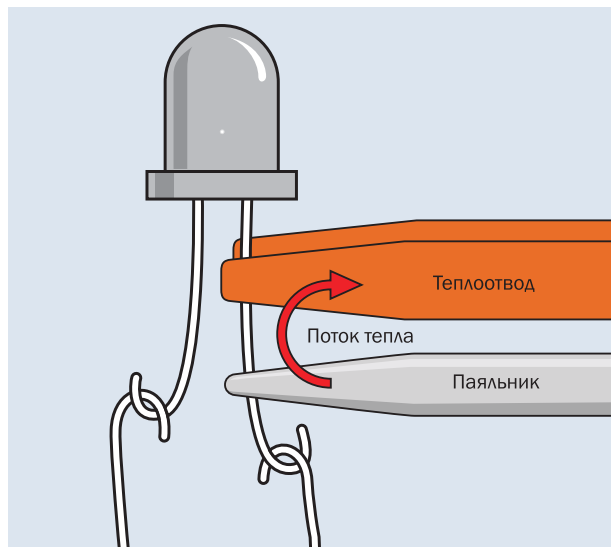


Рис. 3.65. Медный зажим отводит тепло от светодиода

Зажим «крокодил» сыграл роль *теплоотвода*. Он работает лучше, чем обычный никелированный стальной зажим, потому что медь очень хорошо проводит тепло.

Вернемся к первой части этого эксперимента. Вы убедились, что паяльник мощностью 15 Вт не повредил светодиод даже при отсутствии теплоотвода. Означает ли это, что такой инструмент полностью безопасен? В нашем эксперименте это действительно так. Но вы ведь не знаете, являются ли другие полупроводниковые компоненты более чувствительными к теплу, чем светодиоды.

Поскольку последствия перегрева компонентов могут оказаться довольно печальными, я предлагаю избегать рискованных действий и использовать теплоотвод при таких условиях:

- Если вы держите паяльник мощностью 15 Вт очень близко к полупроводниковому прибору в течение 20 секунд и более.
- Если вы держите паяльник мощностью 30 Вт в сантиметре от резисторов или конденсаторов в течение 10 секунд и более. (Никогда не паяйте таким инструментом полупроводниковые компоненты).

- Если вы держите паяльник мощностью 30 Вт возле чего-либо легкоплавкого в течение 20 секунд и более. К плавким предметам относятся изоляция проводов, пластмассовые разъемы и пластиковые компоненты внутри переключателей.

Правила защиты от перегрева при пайке

- Лучше всего работают полноразмерные медные зажимы «крокодил», но их нельзя поместить в труднодоступных местах. В идеале у вас должны быть и маленькие зажимы.
- Прикрепляйте зажим «крокодил» как можно ближе к компоненту и как можно дальше от соединения, которое вы пытаетесь спаять. Не забывайте, что место пайки должно быть горячим. Отводите тепло от компонента, а не от пайки.
- Убедитесь в том, что между зажимом «крокодил» и выводом компонента обеспечивается тесный контакт для хорошего отвода тепла.

Теперь во всеоружии мы можем приступить к увлекательному процессу изготовления настоящего электронного устройства.

Эксперимент 14. Мигающий брелок

До сих пор вы сразу начинали сборку устройств, не углубляясь в теорию и не планируя ничего заранее. Именно так выглядит процесс обучения через открытие. Однако иногда план необходим, и сейчас наступил один из таких случаев. Вначале я собираюсь изложить все необходимые сведения, а затем мы приступим к поэтапному процессу сборки устройства.

Что вам понадобится

- Батарея на 9 В с разъемом или сетевой адаптер на 9 В
- Монтажный провод, кусачки, инструмент для зачистки проводов, мультиметр
- Паяльник мощностью 15 Вт
- Тонкий припой (0,5 мм)
- Плата с отверстиями (без медных дорожек)
- Держатель
- Резисторы: 470 Ом (2 шт.), 100 кОм (1 шт.), 4,7 кОм (2 шт.), 470 кОм (2 шт.)
- Конденсаторы емкостью 3,3 мкФ (2 шт.) и 220 мкФ (1 шт.)
- Транзисторы серии 2N2222 (3 шт.)
- Стандартный светодиод (1 шт.)

Учтите только, что таймер T2 не может обеспечить ток больше, чем 150 мА.

Если вы предпочитаете самостоятельно сделать генератор звука, соберите схему, которую я изобразил на рис. 4.34. Просто подайте питание на эту схему с помощью реле, и у вас будет звук.

Как улучшить схему

Вы проверяли схему, просто подавая и отключая питание. Можно поставить обычный выключатель, однако цифровой код для отключения сигнализации был бы предпочтительнее.

Прямо сейчас я не могу показать, как реализовать данную функцию, потому что для этого нужны логические микросхемы, с которыми мы пока еще не сталкивались. Но в эксперименте 21 мы вернемся к этому вопросу.

Изготовление устройства

Тем временем, поскольку схема сигнализации нормально работает в ее текущем виде, хотелось бы поговорить о завершении проекта. Под этим я подразумеваю сборку и пайку деталей на плате, установку платы в корпус и придание законченного вида всему устройству. Моя основная забота в этой книге — это электроника, но все же завершение проекта является важной частью получения опыта, и поэтому я дам вам несколько рекомендаций.

Пайка схемы будет проще, чем процедура в эксперименте 14, где я объяснял монтаж от точки к точке. Вы можете установить компоненты на перфорированную плату с медными дорожками на обратной стороне, конфигурация которых идентична соединениям внутри макетной платы. Просто перенесите каждый компонент в соответствующее место и припаяйте его к медному проводнику на нижней стороне. Соединять провода друг с другом не придется. Указания о том, где найти и купить такую плату, вы найдете в разделе «Расходные материалы» главы 6.

А теперь разберемся, что делать дальше.

Посмотрите расположение компонента на вашей макетной плате, а затем установите его в такое же положение на перфорированной плате, пропустив его выводы сквозь отверстия.

Переверните перфорированную плату на обратную сторону, убедитесь в том, что она лежит устойчиво, и осмотрите отверстия, сквозь которые прошли выводы компонента, как показано на рис. 4.46, который демонстрирует обратную сторону платы (компонент находится на другой стороне). Медная дорожка окружает это отверстие и соединяет его с другими. Ваша задача — расплавить припой так, чтобы он прилип и к меди, и к проводу, образуя надежное соединение между ними.

Закрепите перфорированную плату или положите ее на поверхность, где она не будет скользить. Возьмите маломощный паяльник в одну руку и немного припоя в другую. Удерживайте жало паяльника возле провода и меди, а затем подведите немного тонкого припоя к их

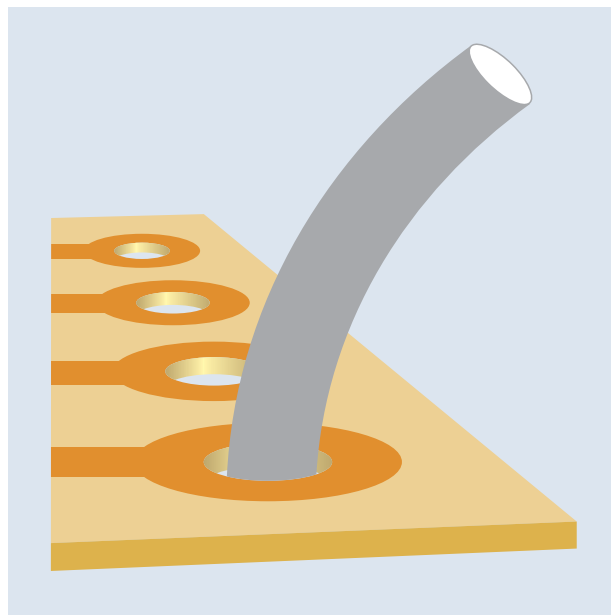


Рис. 4.46. Обратная сторона перфорированной платы с выводом компонента, проходящим сквозь отверстие

пересечению. Спустя две-четыре секунды припой должен начать растекаться.

Сформируйте из припоя круглую каплю, покрывающую провод и медь, как показано на рис. 4.47. Подождите, пока припой отвердеет полностью, а затем подцепите провод удлиненными плоскогубцами и покачайте его, чтобы

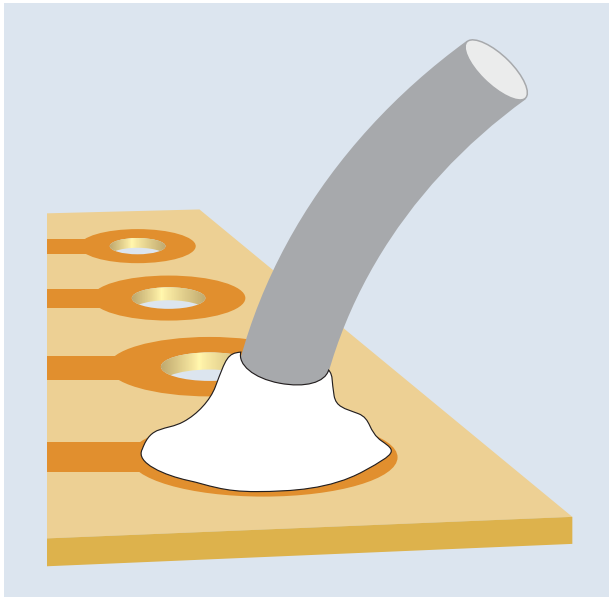


Рис. 4.47. В идеале ваша пайка должна выглядеть похожей на эту

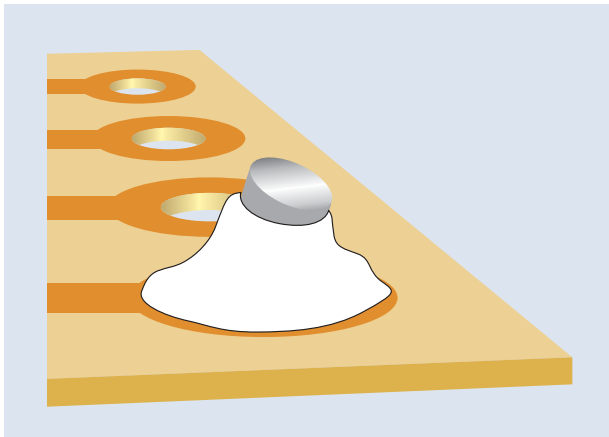


Рис. 4.48. После того как припой остынет и затвердеет, удалите лишний конец провода

убедиться, что у вас получилось крепкое соединение. Если все хорошо, отрежьте выступающий вывод кусачками (рис. 4.48).

Поскольку паяные соединения трудно фотографировать, я использую рисунки, чтобы показать вам провод до и после создания достаточно надежного соединения. Припой показан чисто белым цветом и обведен тонкой черной линией.

Реальный процесс пайки компонентов на перфорированной плате показан на рис. 4.49 и 4.50.

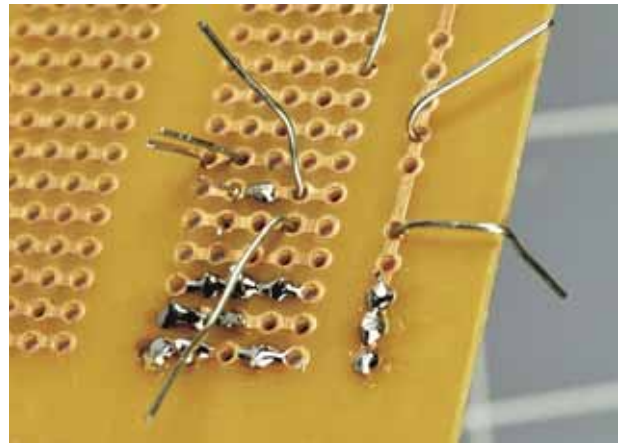


Рис. 4.49. Монтаж компонентов на перфорированной плате. Два или три компонента одновременно вставлены с другой стороны платы, а их выводы загнуты, чтобы компоненты не выпали



Рис. 4.50. После пайки выводы отрезают, а соединения проверяют под увеличительным стеклом. Теперь можно вставить следующие два или три компонента и продолжить монтаж

Самые распространенные ошибки при работе с перфорированной платой

1. Избыток припоя. Прежде чем вы успеете об этом подумать, припой расплзется по плате, дойдет до следующей медной дорожки и застынет на ней, как показано на рис. 4.51. Если такое случится, то вы можете либо попытаться убрать лишний припой с помощью набора для выпайки, либо срезать ножом. Лично я предпочитаю нож, потому что если удалять припой резиновой грушей или оплеткой для выпайки, часть его все равно останется.

Даже небольшого количества припоя достаточно для возникновения короткого замыкания. Проверьте соединение проводов с помощью увеличительного стекла, поворачивая плату так, чтобы свет падал под разными углами.



Рис. 4.51. При избытке припоя он окажется не там, где вам хотелось бы

2. Недостаточно припоя. Если соединение тонкое, то провод может отделиться от припоя, когда он остынет. Даже микроскопической трещины достаточно, чтобы схема не заработала. В редких случаях припой остается как на проводе, так и на медной дорожке вокруг него, не создавая соединения между ними; при этом провод остается окруженным припоем, но не касающимся его, как показано на рис. 4.52. Вы можете не заметить этого, пока не исследуете плату при помощи лупы.

Чтобы исправить пайку, можно добавить больше припоя на любое соединение, которое имеет недостаток припоя, только убедившись в том, что полностью место пайки хорошо прогрето.

3. Компоненты размещены неверно. Очень легко можно вставить компонент на одно отверстие в сторону от того, где он должен быть. Также можно забыть перемычку.

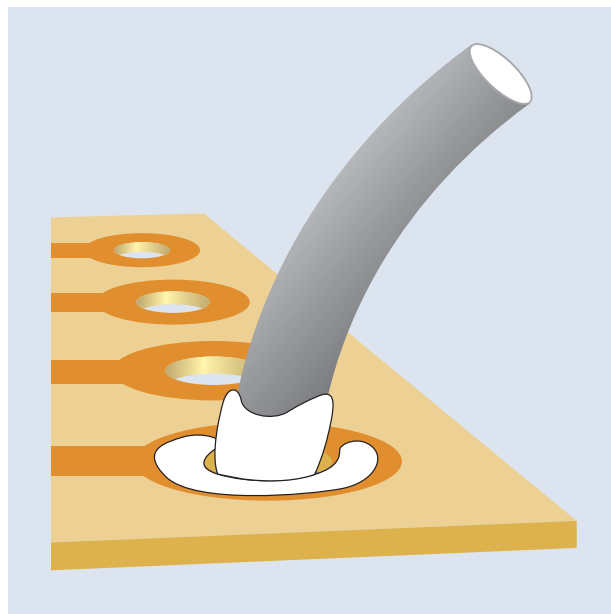


Рис. 4.52. Слишком малое количество припоя (или недостаточный нагрев) может оставить припаянный провод не соединенным с припаиваемой медью на макетной плате. Достаточно зазора толщиной всего лишь с волос, чтобы нарушить электрическое соединение

Советую вам распечатать копию схемы и каждый раз, когда вы создаете соединение на перфорированной плате, выделять маркером этот провод на бумаге.

4. Мусор. Когда вы отрезаете провода, их мелкие кусочки не исчезают бесследно. Они начинают скапливаться на вашем рабочем месте, и один из них может легко попасть на перфорированную плату, создавая замыкание там, где вы совсем не ждете.

Очистите обратную сторону платы старой зубной щеткой, прежде чем подавать на нее питание. Обмакните щетку в спирт для протирки, чтобы удалить остатки флюса. По возможности поддерживайте чистоту вашего рабочего места. Чем аккуратнее вы будете, тем меньше проблем возникнет в будущем.

И еще раз убедитесь в том, что проверили каждое соединение с помощью увеличительного стекла.

Поиск неисправностей на перфорированной плате

Если устройство, которое нормально функционировало на макетной плате, не работает после монтажа на перфорированной плате, то поиск неисправностей будет отличаться от того, что я описывал ранее.

Вначале посмотрите на размещение компонентов, потому что его проще всего проверить.

Если все компоненты размещены правильно, слегка согните плату, подавая питание. Если теперь схема время от времени «оживает», то можете быть почти уверены в том, что все дело в плохой пайке: либо замыкания из-за припоя, либо микротрещины в контактах.

Закрепите черный провод мультиметра на отрицательной клемме источника питания, а затем подайте питание и пройдите по схеме от точки

к точке сверху вниз, проверяя напряжение в каждой точке красным проводом мультиметра, продолжая сгибать плату. В большинстве схем почти на каждом участке должно быть хоть какое-то напряжение. Если вы нашли «мертвую» зону или показания мультиметра «скачут», то можете сосредоточиться на соединении, с которым что-то не в порядке, даже если на первый взгляд оно не вызывает подозрений.

Яркая настольная лампа и увеличительный прибор незаменимы для этой процедуры. Зазора величиной в 0,002 мм или меньше уже достаточно, чтобы нарушить работу вашей схемы. Но вам будет сложно его найти без увеличения, и даже в этом случае иногда свет должен падать точно на него.

Грязь, вода или жир могут помешать хорошему прилипанию припоя к проводам и медным дорожкам. Это еще одна причина для того, чтобы сделать аккуратность одной из рабочих привычек.

Корпус для устройства

Самый простой способ защитить вашу перфорированную плату от внешних воздействий — поместить ее в корпус. Я упоминал об этом в списке компонентов и расходных материалов в начале главы 3. Существуют сотни вариантов. Алюминиевые корпуса выглядят стильно и профессионально, но вам придется изолировать плату, чтобы предотвратить короткое замыкание внутри такого корпуса. Пластиковые корпуса проще, да и дешевле.

Чтобы все выглядело профессионально, не следует необдуманно начинать сверлить отверстия для переключателей и светодиодов. Нарисуйте эскиз на бумаге (или используйте графическое приложение, а затем распечатайте изображение). Убедитесь в том, что для размещения компонентов достаточно места, и попробуйте расположить их как на схеме, чтобы уменьшить риск путаницы.

**Книги
Чарльза Платта
по электронике**



**Электроника
для
начинающих**



**Электроника:
логические
микросхемы,
усилители
и датчики для
начинающих**



**Энциклопедия
электронных
компонентов,
т. 1**



**Энциклопедия
электронных
компонентов,
т. 2**



**Энциклопедия
электронных
компонентов,
т. 3**

Минимальный набор инструментов

Кусачки,
плоскогубцы,
мультиметр

Кусачки,
плоскогубцы,
мультиметр

Не требуется

Не требуется

Не требуется

Другие рекомендованные инструменты

Паяльник,
припой

Паяльник,
припой

Не требуется

Не требуется

Не требуется

Содержит эксперименты

✓

✓

Содержит справочные данные

✓

✓

✓

✓

✓

Содержит типовые схемы подключения

✓

✓

✓

Для начинающих

✓

Нет
Прочитайте
сначала
«Электроника
для начинающих»

Нет
Прочитайте
сначала
«Электроника
для начинающих»

Нет
Прочитайте
сначала
«Электроника
для начинающих»

Нет
Прочитайте
сначала
«Электроника
для начинающих»

Есть базовые знания по электротехнике

✓

Для радиолюбителей всех возрастов

✓

✓

✓

Вводный курс в электронику

✓

Рассмотрены базовые электронные компоненты

✓

✓

✓

Рассмотрены сложные логические микросхемы

✓

✓

Рассмотрены датчики

✓

✓

✓