



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания

«Учебно-технологический практикум»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания

«Учебно-технологический практикум»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2009

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания «Учебно-технологический практикум» / Коллектив
авторов –
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 24 с.: ил.

В данном методическом пособии рассмотрены основные аспекты пайки.
Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

АННОТАЦИЯ

В данном методическом пособии рассматриваются 4 лабораторные работы по получению практических и теоретических навыков пайки. Также здесь рассматриваются технологические аспекты пайки и ее материальное обеспечение.

ANNOTATION

In this methodical manual there 4 laboratorial works to give a student practice and theoretical skills of brazing. Also there are considered different technological aspects of brazing and its material supplies.

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление

СОДЕРЖАНИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
Лабораторная работа №1	7
Лабораторная работа №2	15
Лабораторная работа №3	21
Лабораторная работа №4	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	44

ВВЕДЕНИЕ

Данное методическое пособие было специально создано для курса "Учебно-технологический практикум", который проводится в рамках 1ого курса 1ого семестра на кафедре ИУ4. Данное методическое пособие позволяет выполнить 4 лабораторные работы по получению практических и теоретических навыков пайки и созданию простейших радиоэлектронных устройств.

Лабораторная работа №1

специальностей основ теоретических и практических знаний по существующей технологии разработки, изготовления и эксплуатации РЭА.

Цель настоящего учебного пособия - приобретение студентами практических навыков в изготовлении несложных радиоэлектронных устройств.

Лабораторная работа № 1

ОСНОВЫ ПАЙКИ

Цель работы - ознакомление с технологическим процессом и приобретение практических навыков лужения и пайки.

Материалы и инструменты: 1) электропаяльник; 2) кусачки; 3) пинцет; 3) припой марки ПОС61; 7) канифоль сосновая кусковая; 6) шлифовальная шкурка; 9) монтажный провод.

Монтаж - установка изделия или его составных частей на месте использования.

1. Электромонтаж - выполнение электрического соединения ЭРЭ или его составных частей, имеющих токоведущие элементы.

В процессе электромонтажа при соединении электрических цепей или включении в них электрорадиоэлементов (транзисторов, ламп, резисторов, конденсаторов, реле, выключателей, тумблеров, предохранителей и др.), для получения контактного соединения чаще всего применяют пайку.

2. Пайка - образование соединения с помощью расплава припоя, при котором создаются межатомные связи после нагрева соединяемых материалов ниже температуры их плавления, смачивания их припоем, затекания припоя в зазор и последующей его кристаллизации.

3. Припой - материал для пайки и лужения с температурой плавления ниже температуры плавления паяемых материалов.

В табл. 1 приведены наиболее часто применяемые при электромонтаже припои. Пайка возможна только в том случае, если припой смачивает соединяемые детали. Смачивание представляет собой молекулярное взаимодействие жидкости с поверхностью твердого тела. Оно происходит, если силы притяжения между атомами припоя и металла больше, чем между атомами внутри самого припоя. Если капля припоя не смачивает поверхность, то она имеет приблизительно сферическую форму (рис. 1а). Сила сцепления припоя с поверхностью детали в этом случае очень мала, и капля припоя легко страхивается, не оставляя следов на поверхности. Капля смачивающего припоя в том же объеме имеет большую поверхность соприкосновения с поверхностью детали (рис. 1б, в, г); сила ее сцепления значительная, и припой нельзя полностью удалить страхиванием.

Активированные	КЕЦ	Канифоль, хлористый цинк, спирт	Для пайки черных, цветных и драгоценных металлов
	Паста № 4	Канифоль, хлористый цинк, вазелин	Для соединений повышенной прочности. Детали из черных и цветных металлов, допускающие тщательную промывку

¹⁶
¹⁵ Для улучшения качества пайки и повышения производительности труда при монтаже электрических цепей рекомендуется применять трубчатый припой с канифольным наполнителем. Формы сечения трубчатых припоев показаны на рис.3. Припой представляет собой трубку из оловянно-свинцового сплава, внутри которой помещен канифольный флюс. Измененная форма сердцевинки уменьшает вероятность образования пустот в трубчатом припое и перерывов в подаче флюса в процессе пайки.



Рис.3. Трубчатый припой с флюсом

Для пайки в единичном и мелкосерийном производстве применяют паяльники. Два типа электрических паяльников представлены на рис.4.

Для пайки монтажных соединений используют электрические паяльники с нагревательным элементом в виде спирали или петли из нихромовой проволоки. Требуемую мощность паяльника выбирают в зависимости от массы и марки соединяемых деталей. ¹⁸

При монтаже радиоэлектронной аппаратуры припоем ПОС40 применяют паяльники мощностью 50, 75, 120 Вт с питанием от сети переменного тока напряжением не более 36 В. Паяльники на 75 и 120 Вт используют для пайки соединений со значительной массой металла (провода большого сечения, кабельные наконечники, корпусные лепестки и др.). Для пайки припоем ПОС61 применяется паяльник мощностью 35 Вт.

¹⁷ По конструкции электрические паяльники бывают трех типов: молотковые, торцевые и Г-образные. Все они имеют существенные недостатки: большую потерю времени на разогрев жала, окисление жала, так как оно постоянно нагрето, непроизводительный расход электроэнергии.

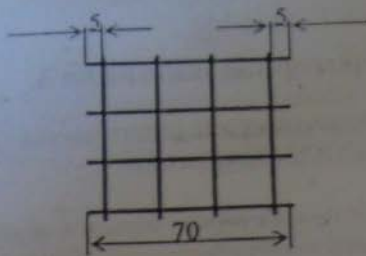


Рис. 5 Эскиз паяного изделия

Требования к оформлению отчета.

Отчет оформляется каждым студентом в отдельной тетради для работ в учебных электромонтажных мастерских.

В отчете необходимо отразить: 1) название работы; 2) используемые материалы и инструмент; 3) эскиз паяного изделия 4) эскиз паяного шва монтажного провода.

Контрольные вопросы

- ✓ 1. Что входит в понятие "электрический монтаж"?
- ✓ 2. Какие физические явления лежат в основе процесса пайки?
- ✓ 3. Как качество и состояние соединяемых поверхностей деталей влияет на качество паяного соединения?
- ✓ 4. Каково назначение флюса? Какие требования предъявляются к флюсу для получения качественного соединения?
- ✓ 5. В чем заключается технологический процесс лужения? Каково его назначение?
- ✓ 6. Какие типы электрических паяльников вы знаете?
- ✓ 7. Для чего необходимо контролировать температуру пайки? Каким образом может осуществляться этот контроль?
- ✓ 8. Какую величину составляет допустимое время пайки и лужения выводов электрорадиоэлементов?
- ✓ 9. Каким образом можно определить качество смачивания поверхности припоем? *сп 5*
10. Что обеспечивает лучшую подготовку поверхности к пайке: механическая очистка поверхности или химическое травление?
- сп 8* ✓ 11. В чем преимущество импульсного паяльника?
- ✓ 12. Какие флюсы применяются при электрическом монтаже?
- ✓ 13. Что такое припой?
14. Какие характеристики припоя имеют наибольшее значение при пайке?
- ✓ 15. Что такое "трубчатый припой"? В чем его достоинства?
16. Припой какой марки наиболее часто применяется при электромонтажной пайке?
17. Как определяется необходимая температура нагрева паяльника?
- ✓ 18. Как определяется требуемая мощность паяльника?

Наименование и марка припоя	Температура плавления, °С	Область применения
Оловянно-свинцовый ПОС18	277	Пайка деталей неответственного назначения из стали, меди, латуни
Оловянно-свинцовый ПОС40	235	Лужение и пайка монтажных деталей, проводов
Оловянно-свинцовый ПОС61	190	Ответственная электромонтажная пайка. Для вторичных паяк, расположенных рядом с пайками, выполненными более тугоплавкими припоями
Оловянно-свинцово-кадмиевый ПОСК50	145	Пайка и лужение ответственных соединений, не допускающих местного перегрева (детали из керамики, стекла и т. д., покрытые серебром)
Сплав Розе (олово, свинец, висмут)	94	Применяется в тех случаях, когда требуется понижение температуры пайки из-за опасности перегрева деталей, а также для вторичных паяк
Сплав Вуда (олово, свинец, висмут, кадмий)	60,5	

Важными свойствами припоя являются также растекаемость и способность затекать в узкие зазоры под действием капиллярных сил.

Затекание припоя в зазор - заполнение расплавленным припоем паяемого зазора.

При наличии загрязнений соединяемых поверхностей растекаемость припоя ухудшается и возможно образование несмачиваемых зон, что снижает качество пайки.

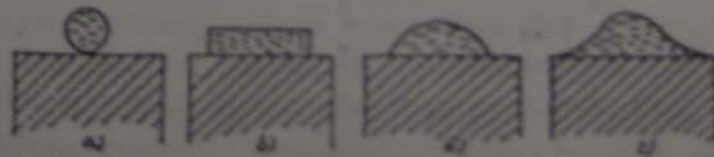


Рис. 1. Смачиваемость поверхности металла: а) отсутствие смачиваемости; б) полное смачивание; в) частичное смачивание; г) хорошее смачивание

Подготовка поверхностей деталей, подлежащих пайке, заключается в удалении загрязнений, ржавчины, окисных и жировых пленок. На смачиваемость и растекаемость припоя существенное влияние оказывает форма шероховатостей поверхности. Если неровности образуют сеть пересекающихся каналов, то смачиваемость и растекаемость припоя будет усиливаться капиллярным действием каналов.

Таким образом, способ зачистки может оказать решающее влияние на качество пайки. Зачистку с образованием пересекającychся канавок получают наждачной шкуркой (это дает лучший результат, чем травление).

Как правило, соединяемые детали перед пайкой подвергаются лужению. Лужение заключается в покрытии поверхностей соединяемых деталей тонкой пленкой припоя. Горячее лужение выполняют паяльником или путем погружения в ванну с расплавленным припоем.

При лужении припой покрывает основной металл, поэтому при пайке луженых поверхностей соединение происходит при более низкой температуре.

Для устранения пленки окислов с поверхности металлов и припоя при пайке, защиты поверхности металлов и припоя от окисления в процессе пайки и уменьшения сил поверхностного натяжения расплавленного припоя на границе металл-припой служат специальные материалы - флюсы. Правильный выбор флюса обеспечивает качественное соединение и существенно влияет на скорость пайки. Выбранный флюс должен быть химически активен и растворять окислы паяемых элементов, термически стабилен и выдерживать температуру пайки без испарения и разложения, проявляя химическую активность в заданном интервале температур.

Все флюсы можно разделить на четыре группы:

- 1) активные или кислотные, применение которых при электрическом монтаже радиоэлектронной аппаратуры запрещено;
- 2) антикоррозионные;
- 3) бескислотные - на основе канифоли. Эта группа флюсов нашла наиболее широкое применение при электрическом монтаже. Остатки бескислотных флюсов легко удаляются спиртом. Такой флюс обладает низкой химической активностью, поэтому требует особо хорошей очистки соединяемых поверхностей от окисных пленок перед пайкой;
- 4) активированные - на основе канифоли, имеющие в своем составе различные катализаторы (вещества, повышающие активность флюса).

Подготовленные поверхности покрывают флюсом непосредственно перед горячим лужением или пайкой.

Механизм действия флюса (рис. 2) заключается в том, что окисные пленки металла и припоя под действием флюса растворяются, разрыхляются и всплывают на его поверхности. Вокруг очищенного металла образуется защитный слой флюса, препятствующий возникновению окисных пленок. Жидкий припой замещает флюс и взаимодействует с основным металлом. Слой припоя постепенно увеличивается и при прекращении нагрева затвердевает.

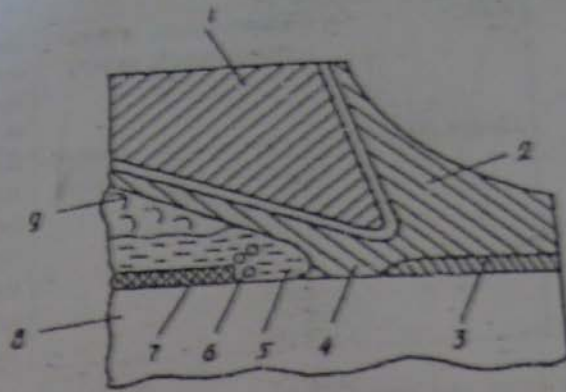
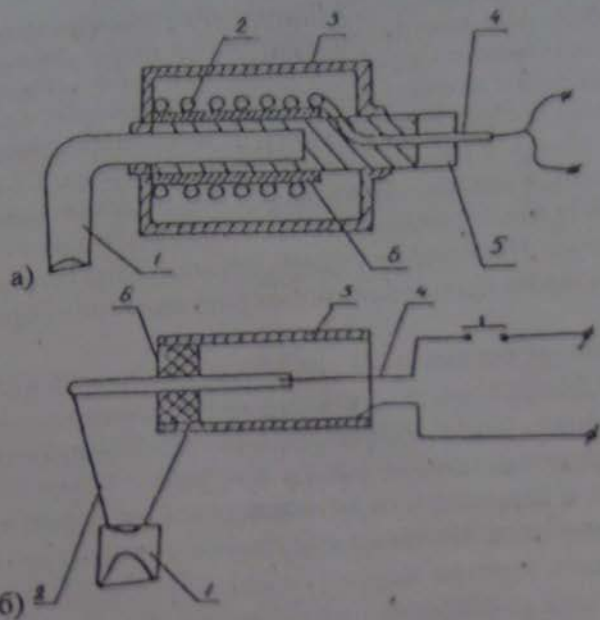


Рис. 2. Схема зоны лужения с помощью паяльника; 1 - наконечник паяльника; 2 - припой; 3 - сплав припоя с основным металлом; 4 - зона взаимодействия припоя с основным металлом; 5 - флюс; 6 - растворенный окисел; 7 - окисел на поверхности основного металла; 8 - основной металл; 9 - газообразный флюс

Марки флюсов и области их применения приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Тип флюса	Марка	Состав	Область применения
Кислотные	Хлористый цинк	Водный раствор хлористого цинка	Детали из черных и цветных металлов, допускающие промывку
Антикоррозионные	ФИМ	Ортофосфорная кислота, спирт, вода	Детали из черных металлов, меди и ее сплавов, допускающие промывку в горячей воде
	ВТС	Вазелин, триэтиленоламин, салициловая кислота, спирт	Монтажные соединения, детали из меди и ее сплавов, серебра, платины
Бескислотные КЭ	Канифоль	Канифоль натуральная	Для пайки монтажных соединений, деталей из цветных металлов и их сплавов



6 Рис. 4. Типы электрических паяльников: а) паяльник с внешним обогревом; б) импульсный паяльник; 1 - медный стержень; 2 - нагреватель из нихромовой проволоки; 3 - кожух; 4 - выводы; 5 - корпус; 6 - слюдяная или асбестовая изоляция; 7 - наконечник

От этих недостатков свободен импульсный паяльник, жало которого представляет собой V-образный медный теплопровод, нагреваемый петлей из нихромовой проволоки в течение 0,5...2 секунд, соединенный со вторичной обмоткой понижающего трансформатора. Конструктивно паяльник оформлен в виде пистолета, в кожухе которого находится трансформатор. При нажатии на курок включается в сеть первичная обмотка трансформатора, а во вторичной обмотке индуцируется ток низкого напряжения в несколько сот ампер и паяльник нагревается до необходимой температуры.

При проведении процесса пайки важно выдерживать необходимую температуру. Пониженная приводит к недостаточной жидкотекучести припоя и плохому смачиванию соединяемых поверхностей. Значительное увеличение температуры вызывает обугливание флюса до активации им поверхностей спая. Оптимальная температура пайки T_p зависит от $T_{пл}$ (плавления припоя):

$$T_p = T_{пл} + (40...80) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

В зависимости от теплоемкости соединения выбирают мощность паяльника. При правильно подобранной мощности падение температуры его рабочей стержня T_c не должно быть более 20...40 $^\circ\text{C}$, т.е.

$$T_c = T_p + (20...40) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Для проведения высококачественной пайки температуру рабочего стержня паяльника необходимо контролировать и, при необходимости регулировать. Для этого в промышленности применяют паяльники с автоматическим регулятором температуры или с автоматической подачей припоя.

17 При правильно выбранной температуре паяльника припой должен быстро плавиться, но не стекать с рабочей части паяльника (жала), а канифоль должна не сгорать мгновенно, а оставаться на жале в виде кипящих капелек.

Качество монтажных соединений во многом зависит от правильности заточки жала паяльника. Наиболее удобной формой жала считается четырехгранная. Поверхность должна быть ровной, без раковин, очищенной от нагара и хорошо облуженной.

Пайка монтажных соединений должна обеспечивать надежность электрического контакта и необходимую механическую прочность. Поверхность деталей, подлежащих пайке, перед монтажом надо подвергнуть горячему лужению предпочтительно припоем, применяемым при пайке. Припой и флюс для пайки должны выбираться в зависимости от подвергаемых пайке материалов, допускаемого нагрева элементов монтажа и рабочих температур. В качестве основных следует применять припои марок ПОС61 и ПОС61М. В качестве основного флюса - 30-процентный раствор канифоли марок А и В в спирте, или кусковую сосновую канифоль марки А и Б. Количество флюса, наносимого на место пайки - минимальное. Обильное смачивание флюсом недопустимо. Время пайки и лужения выводов электрорадиоэлементов не должно превышать величину, указанную в руководящих технических условиях на элементы конкретных типов. При отсутствии таких ограничений длительность процесса пайки или лужения не более 5 с. Поверхность паяных соединений следует очищать тканью из безворсового материала (например, хлопчатобумажной бязью) или кисточкой, смоченной спиртом или спирто-бензиновой смесью. Очищать паяные соединения надо после каждой пайки. В случае применения спирто-бензиновой смеси должны быть приняты меры, исключающие возможность воспламенения паров бензина.

Последовательность проведения работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Отрезать монтажный провод необходимой длины.
3. Зачистить провод от изоляции и возможных окислов шлифовальной шкуркой.
4. Облудить провод.
5. Нарезать проводники в размер в соответствии с эскизом.
6. Произвести раскладку провода в соответствии с эскизом на рис 5.
7. Произвести пайку в местах пересечения проводов.
8. Оформить отчет о проделанной работе.
9. Защитить лабораторную работу и ответить на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 2.

МОНТАЖ ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ НА ОПОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Цель работы - приобретение практических навыков монтажа, составление монтажной схемы по электрической принципиальной схеме соединений и ознакомление с технологическим процессом изготовления объемного монтажа.

Материалы и инструменты: 1) монтажная плата; 2) набор резисторов; 3) электропаяльник; 4) кусачки; 5) круглогубцы; 6) припой марки ПОС61; 7) каннифоль сосновая кусковая; 8) шлифовальная шкурка; 9) монтажный провод; 10) пинцет; 11) омметр цифровой типа ЩЗ4.

По способу установки элементов радиоэлектронной аппаратуры различают навесной и печатный монтаж.

Если выполняется навесной монтаж, то выводы малогабаритных деталей (резисторы, конденсаторы, дроссели) укорачивают и припаивают непосредственно к лепесткам переключателей, ламповых панелей, к контактам разъемов и другим контактным соединениям (рис. 6).

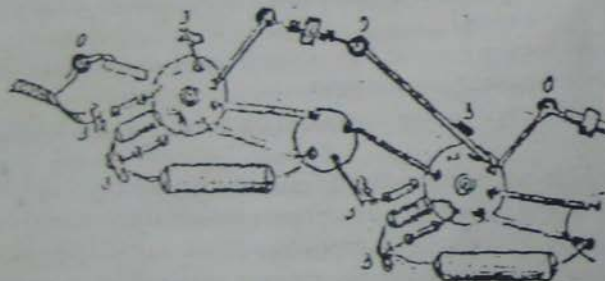


Рис.6. Пример выполнения навесного монтажа

В конструктивно сложной аппаратуре, содержащей большое количество деталей, приходится применять дополнительные проводники, а для соединения и закрепления выводов деталей и монтажных проводников использовать специальные опорные приспособления (штырьки, лепестки, пистоны), смонтированные на изоляционных основаниях. Контакты опорных приспособлений, показанных на рис.7 а, б, изготовлены из медной проволоки, запрессованной в пластмассовые детали. В приспособлениях, представленных на рис. 7 в, г, в пластмассу запрессованы лепестки, причем приспособление, показанное на рис. 7 г, может быть использовано для построения "елочки", в которой каждый последующий лепесток вкладывается в гнездо предыдущего, и все это крепится длинным винтом. Для соединения провода с корпусом (шасси) провод припаивают

вают или приваривают непосредственно к шасси, предварительно пропустив его для прочности через отверстие шасси (рис. 8), или соединяют провод с лепестком, вырезанным из материала шасси, либо со шпилькой или лепестком, привернутым к шасси.

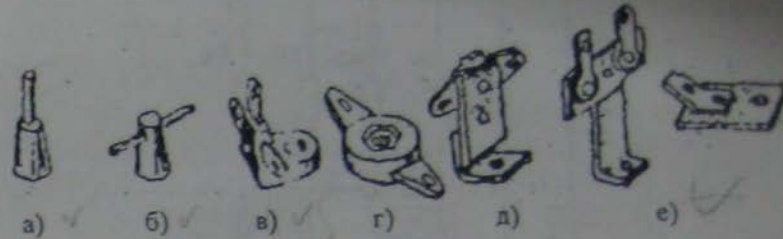


Рис. 7. Варианты опорных приспособлений для навесного монтажа

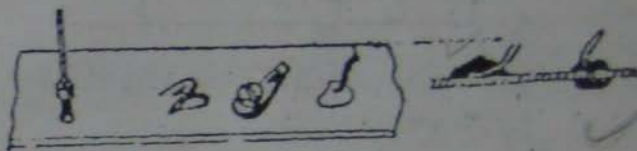


Рис. 8. Варианты элементов для электрического соединения провода с корпусом (шасси) прибора

В аппаратуре, содержащей большое количество резисторов, конденсаторов и других деталей, применяют монтажные платы - пластины из изоляционных материалов, на которых укреплены контактные лепестки или шпильки (см. рис. 10).

Монтажные провода, соединяющие электрорадиоэлементы электрически, могут быть расположены по кратчайшим расстояниям или связаны в жгуты.

4 В условиях единичного производства при опытной изготовлении аппаратуры монтаж ведут по электрическим принципиальным схемам, которые представляют собой схемы электрических соединений электронного устройства (рис. 9). При этом требуется высокая квалификация монтажника и одинаковые блоки можно собрать по-разному.

5 В серийном производстве монтаж ведется по монтажной схеме, которая отражает размещение схемных элементов и проводников (рис. 10). При монтаже по таким схемам получают идентичные электрические характеристики. При большом количестве соединений рекомендуется иметь таблицу соединений (таблицу проводов). В нее заносятся данные о проводах, кабелях, а также адреса их присоединения.

Иногда монтаж проводится по образцу.

8 В условиях массового производства монтаж ведут по операционным технологическим картам. Монтаж сложных устройств всегда расчл. няется на отдельные операции.

В операционных технологических картах имеются эскизы и описания монтажных работ и порядок их выполнения.

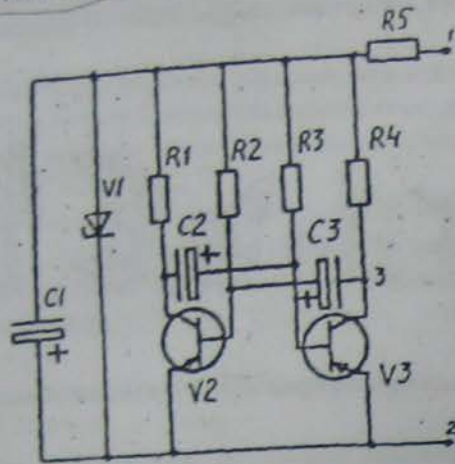


Рис. 9. Принципиальная электрическая схема устройства

Вариант 1

Вариант 2

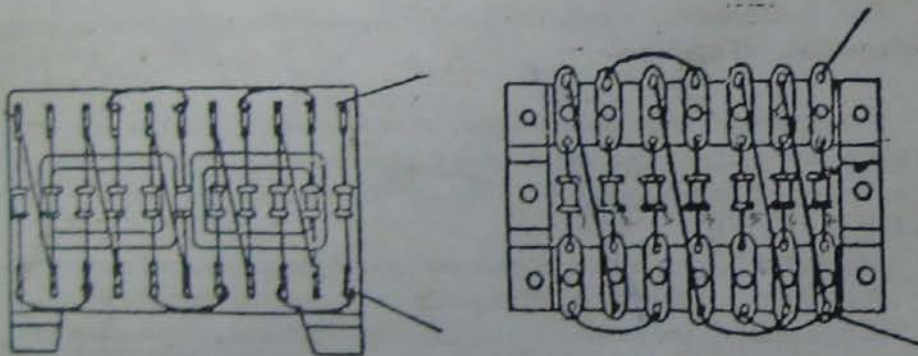


Рис. 10. Примеры монтажных схем при монтаже элементов на опорных поверхностях монтажных плат

Указанная документация носит название оперативной, кроме нее необходима еще и конструкторская документация, куда входят различные технологические инструкции и документы. Все технологические документы можно разделить на следующие виды:

- 1) руководящие технические материалы (РТМ), содержащие сведения о порядке выполнения работ и предъявляемые к этим работам требования по контролю качества;
- 2) отраслевые нормы (отраслевые стандарты), представляющие собой документы, которые определяют выполнение типовых операций (например, установка различных электрических элементов или изготовление и крепление жгутов и

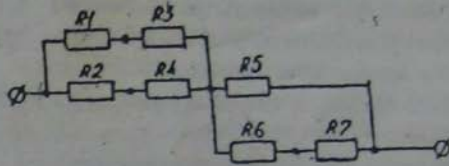
т.п.);

3) заводские нормы (стандарты предприятия), содержащие сведения, не вошедшие в указанные ранее документы или являющиеся развитием их, например сведения о разделке проводов, жгутов. Для конкретных работ такие документы составляются технологами завода или цеха со ссылками на действующие отраслевые нормы.

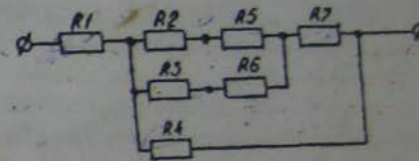
Последовательность проведения работы

1. Изучить теоретический раздел данной работы.
2. Составить монтажную схему соединений в соответствии с принципиальной электрической схемой варианта на рис.11 по заданию преподавателя. Пример монтажной схемы приведен на рис.10.

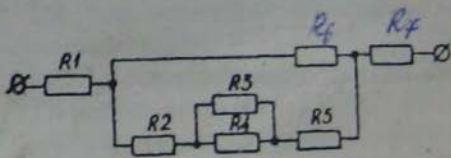
Вариант 1



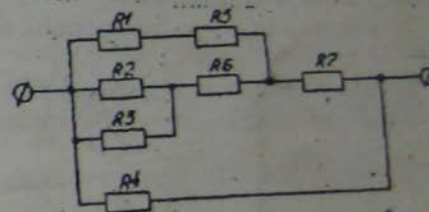
Вариант 2



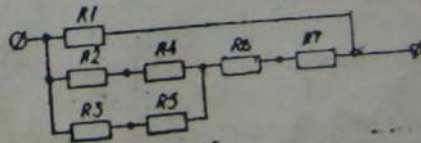
Вариант 3



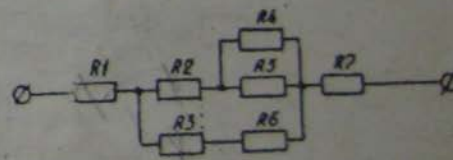
Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6



✓ Рис. 11. Варианты принципиальной схемы электрического соединения элементов

3. Отрезать от бунта необходимое количество монтажных проводов в соответствии с разработанной монтажной схемой размером, измеренным по мес-

- ту установки, с запасом по длине 15..20 мм.
4. Отмерить от каждого конца монтажного провода 7...10 мм и сделать ножом надрез изоляции провода в этом месте.
 5. В месте надрезанной изоляции сделать ножом кольцевой надрез, снять изоляцию, залудить провода на расстоянии 5...6 мм от оголенного конца.
 6. Очистить монтажные отверстия опорных приспособлений на монтажной плате от наплывов припоя нагретым паяльником.
 7. Очистить выводы навесных элементов от загрязнений и окисной пленки с помощью шлифовальной шкурки.
 8. Залудить выводы навесных элементов.
 9. Произвести формовку выводов навесных элементов с помощью круглогубцев в соответствии с учетом расположения опорных приспособлений на монтажной плате.
 10. Облуженные концы монтажных проводов механически закрепить на опорных приспособлениях монтажной платы.
 11. Установить и механически закрепить навесные элементы на опорных приспособлениях монтажной платы в соответствии с эскизом на рис.12.
 12. Произвести пайку навесных элементов и монтажных проводов.
 13. Рассчитать номинальное сопротивление схемы, а также возможный разброс эквивалентного сопротивления соединения.
 14. Измерить с помощью омметра фактическое значение сопротивления схемы.
 15. Предъявить монтажную плату, расчетное и фактическое значения сопротивления схемы преподавателю.
 16. Распаять монтажную схему, сдать инструменты и материалы учебному мастеру.
 17. Оформить отчет о проделанной работе.
 18. Защитить лабораторную работу и ответить на контрольные вопросы.

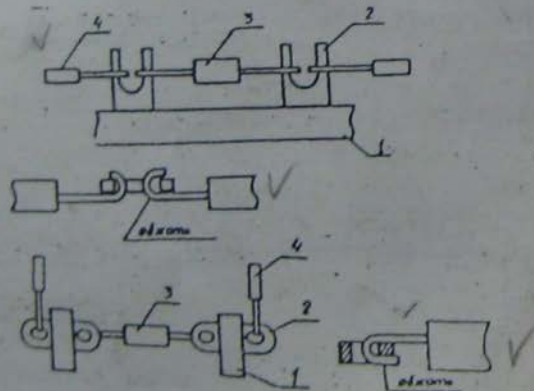


Рис.12. Вариант механического крепления выводов элементов и монтажных проводов на опорных приспособлениях: 1 -монтажная плата; 2 - опорное приспособление; 3 - элемент; 4 - монтажный провод

Требования к оформлению отчета.

Отчет оформляется каждым студентом в отдельной тетради для работ в учебных электроустановочных мастерских.

В отчете необходимо отразить: 1) название работы; 2) используемые материалы и инструмент; 3) электрическую принципиальную схему соединения навесных элементов; 4) монтажную схему соединения; 5) эскиз механического закрепления навесных элементов и монтажных проводов на опорных приспособлениях монтажной платы; 6) эскиз паяного шва соединений навесного элемента и монтажного провода на опорной приспособлении монтажной платы; 7) расчет общего сопротивления схемы; 8) расчет возможного разброса сопротивления схемы; 9) значение измеренного сопротивления схемы.

Контрольные вопросы

- ✓ 1. Какое назначение имеет опорное приспособление при проведении электроустановочных работ?
- ✓ 2. Из чего состоят специальные опорные приспособления, выполняющие роль дополнительных проводников, при соединении и закреплении выводов деталей и монтажных проводников?
- ✓ 3. Приведите возможные варианты конструкций опорных приспособлений.
- ✓ 4. Какая документация используется при проведении электроустановочных работ в единичном производстве?
- ✓ 5. Какая документация используется при проведении электроустановочных работ в серийном производстве?
- ✓ 6. Какая документация используется при проведении электроустановочных работ в массовом производстве?
- ✓ 7. Чем отличается принципиальная электрическая схема прибора от монтажной схемы?
8. Какие существуют методы контроля качества соединений при проведении электроустановочных работ?
9. Предложите несколько собственных вариантов опорных приспособлений.
- ✓ 10. Что такое "галтель паяного шва"?
- ✓ 11. Какой вид галтели паяного шва должен быть в качественном соединении?
- ✓ 12. Каково назначение разрывной машины?
- ✓ 13. Как соединяются провода с корпусом?
- ✓ 14. Из чего состоит монтажная плата при навесном монтаже?
- ✓ 15. Какие виды технологических документов вы знаете?
- ✓ 16. Что содержится в руководящих технических материалах?
- ✓ 17. Что представляют собой отраслевые нормы?
- ✓ 18. Чем заводские нормы отличаются от отраслевых?
- ✓ 19. В какой документации имеются эскизы и описания монтажных работ и порядок их выполнения?
- ✓ 20. Как должны быть расположены монтажные провода, соединяющие электроустановочные элементы при навесном монтаже?

Лабораторная работа №3.

МОНТАЖ ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

Цель работы - ознакомление с технологическим процессом монтажа навесных элементов на печатные платы и приобретение практических навыков проведения электромонтажных работ.

Материалы и инструменты: 1) печатная плата; 2) набор резисторов; 3) электропаяльник; 4) кусачки; 5) круглогубцы; 6) припой марки ПОС61 7) канифоль сосновая кусковая; 8) шлифовальная шкурка; 9) пинцет 10) монтажный провод в изоляции; 11) омметр цифровой типа ЦС34.

В данной работе рассматривается печатный монтаж.

Печатный монтаж - способ соединения радиоэлементов без проводов. Вместо них используют тонкие проводящие полоски, закрепленные на непроводящем основании, называемом печатной платой см. рис.13. При монтаже электрорадиоэлементы устанавливают на печатные платы.

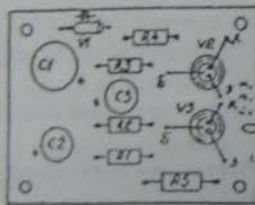


Рис. 13. Пример монтажной схемы электронного устройства на печатной плате

Формовку выводов и установку элементов на печатные платы следует производить в соответствии с вариантами, приведенными на рис.14. Расстояние от корпуса элемента до места изгиба при одноразовой гибке должно соответствовать требованиям ГОСТа или ТУ на элемент. При отсутствии этих сведений стандартом приняты следующие расстояния: от корпуса до места пайки не менее 2,5 мм; от корпуса до оси изогнутого вывода не менее 2 мм. Формовку круглых или планарных выводов необходимо производить при помощи технологической оснастки, исключающей механические нагрузки на места крепления ввода и вывода.

В отдельных случаях для элементов, формовка которых (см. рис. 14) не обеспечивает расстояний до места пайки по государственным стандартам или техническим условиям, допускаются виды формовки выводов, представленные на рис. 15.

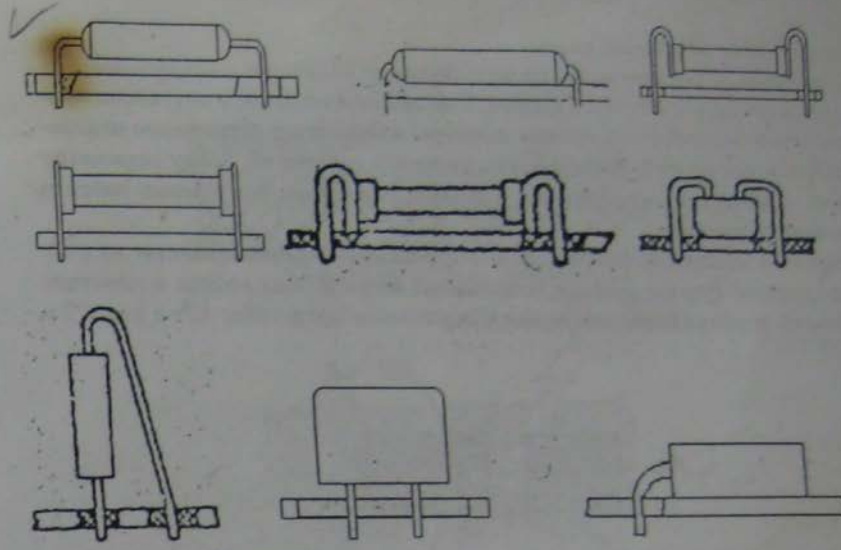


Рис. 14. Рекомендуемые варианты формовки выводов и установки элементов типа R, L, C на печатные платы

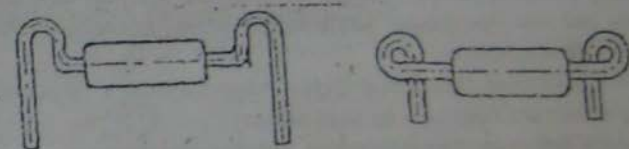


Рис. 15. Допустимые варианты формовки выводов элементов

Корпуса элементов должны располагаться параллельно или перпендикулярно друг другу. Предпочтительное расположение элементов - рядовое.

Навесные элементы крепятся к печатной плате с помощью собственных выводов. В случае необходимости применяют дополнительное механическое крепление. Установку элемента с зазором между его корпусом и платой используют при двустороннем монтаже; при этом печатные проводники могут располагаться под навесным элементом. Лучшим способом с точки зрения восприятия механических нагрузок является установка элементов вплотную к плате, выполняемая с помощью собственных выводов и дополнительного крепления за корпус при помощи проволочных скоб, которые вплавляются в отверстия платы.

Маркировка электрорадиоэлементов должна быть нанесена в соответствии с их обозначениями в электрических принципиальных схемах. Разрешается производить маркировку на самих элементах, если это не повлияет на их работу и не закроет маркировку изготовителя электрорадиоэлемента, которая в любом

случае должна быть отчетливо видна.

Форма паяных соединений - по возможности скелетная с вогнутыми галтелями припоя по шву и без его избытка. Она должна позволять визуально просматривать через тонкий слой припоя контуры входящих в соединение отдельных монтажных элементов. Поверхность галтелей припоя по всему периметру паяного шва - вогнутая, непрерывная, гладкая, глянцевая, без темных пятен и посторонних включений.

Вогнутая и выпуклая галтели паяного шва (ГПШ) представлены на рис. 16. Рекомендуемые формы паяных соединений на печатных платах с неметаллизированными и металлизированными отверстиями представлены на рис. 17 и 18.

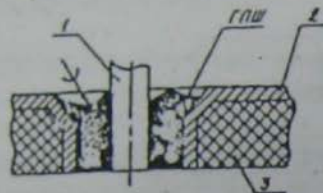


Рис. 16. Форма паяного соединения с дефектом в виде выпуклой галтели: 1 - вывод; 2 - печатный проводник; 3 - подложка печатной платы

Не допускается растекание припоя за пределы контактных площадок по проводнику, так как это уменьшает расстояние между соседними паяными соединениями или проводниками.

Пустотелые заклепки панелей и металлизированных отверстий печатных плат должны заполняться припоем на всю высоту.

Допускаются приемке без подпайки следующие паяные соединения печатного монтажа:

а) с заливной формой пайки, при которой контуры отдельных монтажных элементов, входящих в соединение, полностью скрыты под припоем со стороны пайки соединения;

б) с частичным незаполнением припоем металлизированных отверстий печатного монтажа, если высота заполнения составляет не менее $2/3$ всей высоты отверстия;

в) с растеканием припоя по выводам, печатным проводникам и контактным площадкам с обеих сторон платы, если припой не затекает под корпус радиоэлементов, микросхем и не уменьшает минимально допустимого расстояния между соседними площадками или проводниками, оговоренного в чертеже;

г) с наличием отдельных мелких газовых или усадочных пор.

Качество паяных, подпаяных и перепаяных соединений контролируется визуально у 100% монтажных соединений. Контроль линейных величин допустимых дефектов производится с помощью любого мерительного инструмента, обеспечивающего требуемую точность.

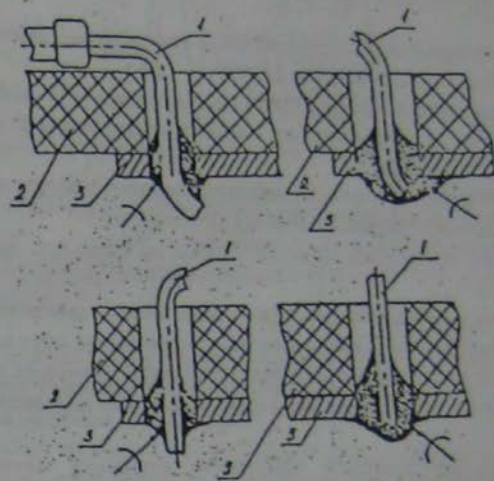


Рис.17. Рекомендуемые формы паяных соединений на печатных платах с неметаллизированными отверстиями: 1 - вывод электрорадиоэлемента; 2 - подложка печатной платы; 3 - печатный проводник.

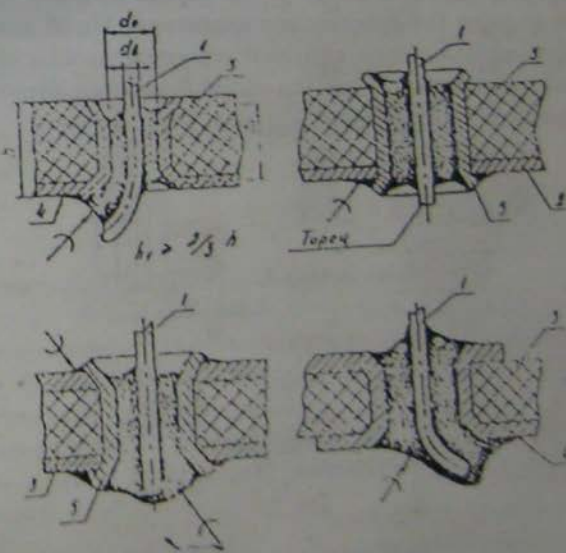


Рис.18. Рекомендуемые формы паяных соединений на печатных платах с металлизированными отверстиями: 1 - вывод электрорадиоэлемента; 2 - печатный проводник; 3 - подложка печатной платы; 4 - колпачковая пайка; 5 - пайка для заделки.

При контроле качества паяных, подпаяных или перепаяных соединений допускается:

- а) применять метод сравнения с эталонными образцами паяных соединений;
- б) применять при визуальном осмотре паяных швов лупы, очки-бинокли и другие оптические приборы с увеличением до $8\times$;
- в) по требованиям заказчика производить дополнительный выборочный контроль с целью выявления в соединениях скрытых дефектов с помощью рентгенотелевизионного микроскопа;
- г) проверять механическую прочность паяных соединений при наличии в технических условиях на изделие требований к их прочности;
- д) применять контроль сопротивления контактного перехода паяных соединений зондовым методом.

Паяные соединения на механическую прочность испытывают на разрывных машинах. Проверка проводится выборочно на контрольных образцах.

Критерием оценки механической прочности является величина сопротивления срезу или отрыву паяного соединения, которая должна составлять не менее 0,5 кг.

В отдельных случаях допускается проводить проверку механической прочности специальным пинцетом непосредственно на изделиях, при этом усилие должно быть направлено вдоль оси припаяного провода.

— При монтаже полупроводниковых приборов руководствуются следующими правилами.

1. Проволочные выводы электродов транзисторов малой мощности, германиевых и кремниевых диодов и стабилитронов можно изгибать на расстоянии не менее 5 мм от корпуса (от стеклянного изолятора). Изгиб должен быть плавным. Варианты формовки выводов транзисторов представлены на рис. 19 и 20. Варианты формовки маломощных диодов и стабилитронов аналогичны вариантам формовки выводов сопротивлений (см. рис. 14).

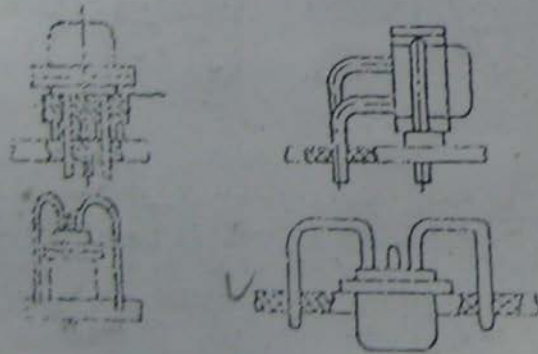


Рис. 9. Рекомендуемые варианты формовки выводов транзисторов

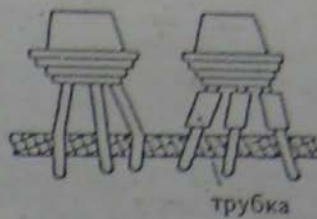


Рис.20. Допустимые варианты формовки выводов транзисторов ✓

2. Недопустимо изгибать жесткие выводы (лепестки) транзисторов и диодов средней и большой мощности, так как это может привести к растрескиванию их стеклянных изоляторов и нарушению герметичности приборов.

3. Чтобы не перегреть полупроводниковый прибор во время пайки:

а) пайку гибких выводов необходимо производить на расстоянии не ближе 10 мм от корпуса прибора (изолятора);

б) процесс пайки выводов должен быть по возможности кратковременным (не более 5...10 с); если пайка не удалась, ее можно повторить не ранее чем через 2...3 мин;

в) при навесном монтаже вывод во время пайки должен быть плотно зажат теплоотводом между корпусом прибора и местом пайки; теплоотвод представляет собой пинцет с медными насадками на губках (рис. 21) или плоскогубцы без насечек;



Рис. 21. Теплоотвод в процессе монтажной пайки

г) при пайке необходимо строго следить за тем, чтобы паяльник даже на короткое время не прикасался к корпусу полупроводникового прибора и чтобы на него не попадали капли припоя и флюса.

Для маркировки выводов полупроводниковых и электровакуумных приборов (со стороны монтажных выводов) рекомендуется пользоваться цветным кодом, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Приборы	Вывод элементов прибора	Цвет провода или трубки	
		основной	заменитель
Полупроводниковые Транзисторы	от эмиттера	Зеленый	желтый, синий
	от коллектора	Красный	розовый
	от базы	Белый	бесцветный
Полевые транзисторы	от затвора	Зеленый	желтый, синий
	от стока	Красный	розовый
	от истока	Белый	бесцветный
Тиристоры	от корпуса	Черный	фиолетовый
	от анода (плюс) от катода (минус)	Красный Зеленый	розовый желтый, синий
Электровакuumные приборы	от управляющего электрода	Белый	бесцветный
	от анода (плюс)	Красный	розовый
	от 1-й сетки	Белый	бесцветный
	от 2-й сетки	Коричневый	бежевый
	от 3-й сетки	Белый	бесцветный
	от катода от накала	Зеленый Синий	желтый голубой

Одно из важнейших условий надежной и стабильной работы всякой электронной аппаратуры с полупроводниковыми приборами – эффективная отдача ими тепла в окружающее пространство. Нормальная работа диодов и транзисторов малой мощности (до 200 мВт) автоматически обеспечивается, если их режимы и температура окружающей среды не превышают максимально допустимых для конкретных приборов значений. Эффективное использование транзисторов большой мощности (свыше 1 Вт) возможно при условии, что они смонтированы на радиаторах – металлических пластинах или металлических конструкциях иной формы, способствующих отдаче тепла от транзисторов в окружающую среду. При этом тепло от электронно-дырочного перехода передается корпусу транзистора, он отдает тепло радиатору, а последний рассеивает его в окружающее пространство. Эффективность отдачи транзистором тепла радиатору зависит от качества теплового контакта между транзистором и радиатором и оценивается по величине теплового сопротивления корпус транзистора – радиатор. Это сопротивление тем меньше, чем лучше обработана прилегающая поверхность транзистора и радиатора. Для обеспечения лучшего

транзистором и радиатором смолой, кремнийорганическим составом или густым невысыхающим маслом (например, силиконовым) снижает тепловое сопротивление контакта. Аналогичный эффект дают прокладки из свинцовой фольги.

По схемным условиям нередко необходимо изолировать корпус транзистора (коллектор) от корпуса прибора (шасси). Помещаемая с этой целью между транзистором и радиатором изоляционная прокладка увеличивает тепловое сопротивление перехода корпус – радиатор. В связи с этим всегда желательно крепить транзистор 2 (рис. 22) непосредственно на радиаторе 1, изолируя последний от шасси прибора изоляционной прокладкой 7.

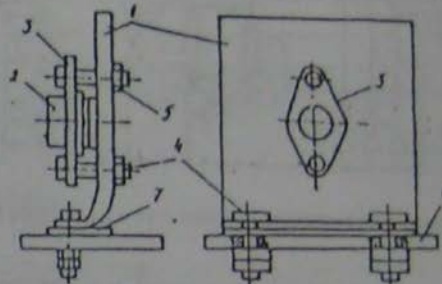


Рис. 22. Монтаж транзисторов на радиатор: 1 – радиатор; 2 – транзистор; 3 – накладной фланец; 4 – крепежные винты; 5 – гайка; 6 – шасси прибора; 7 – изолирующая прокладка

Интегральная микросхема (ИМС) – микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала и имеющая высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов, которые с точки зрения требования к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации рассматриваются как единое целое. На рис. 23, 24 и 25 представлены внешний вид и принципиальные схемы двух ИМС из серии К155.

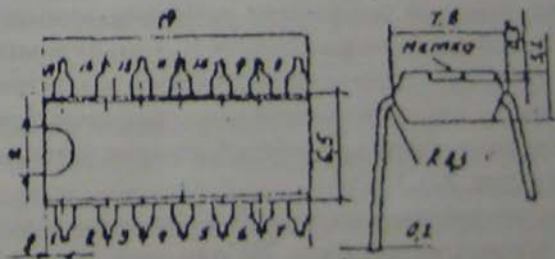


Рис. 23. Корпус микросхемы серии К155

Коммутация микросхемы осуществляется при помощи печатных плат. Формовка выводов микросхемы применяется для увеличения расстояния между выводами, совмещения выводов с отверстиями и контактными площадками печатной платы, фиксации расстояния от корпуса микросхемы до платы. Также применяется установка микросхем без формовки выводов.

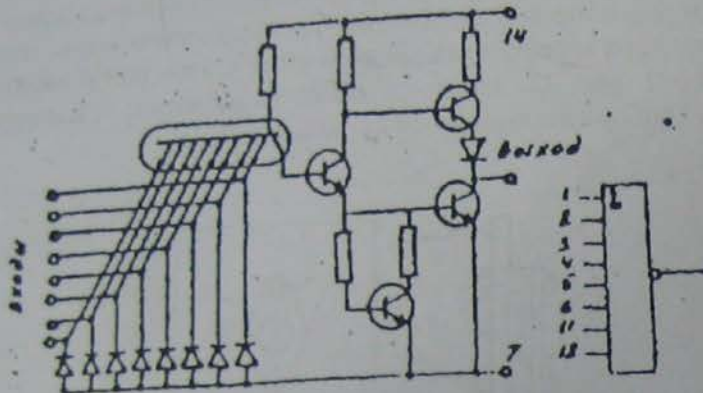


Рис. 24. Принципиальная электрическая схема микросхемы К1ЛБ552

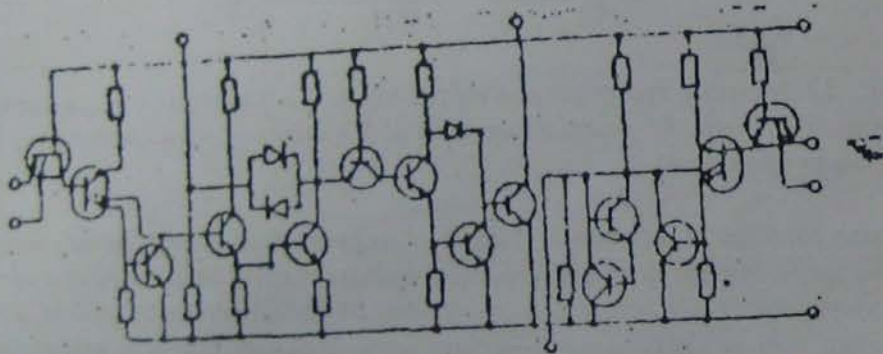


Рис. 25. Принципиальная электрическая схема микросхемы К1ЖЛ551

Интегральные схемы со штыревыми выводами устанавливают только с одной стороны печатной платы на расстоянии 1...3 мм от монтажной плоскости до корпуса платы (рис. 26). Этот зазор необходим для устранения перегрева микросхемы при пайке и для возможности нанесения защитного покрытия. Для дополнительного механического крепления возможна установка ИМС на специальную подставку (рис. 27).

Интегральные микросхемы в корпусах с планарными выводами приклеивают эпоксидным клеем с одной (рис. 28) или двух сторон платы. Если под корпусом микросхемы проходят проводники, то его устанавливают на плату с зазором (рис. 29) или на прокладку из стеклоткани толщиной 0,2...0,3 мм (рис. 30).

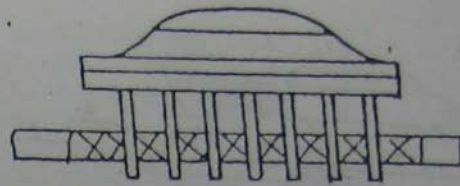


Рис. 26. Установка ИМС со штыревыми выводами на печатной плате

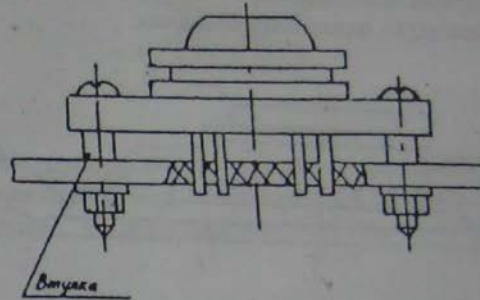


Рис. 27. Установка ИМС со штыревыми выводами на печатной плате с дополнительным механическим креплением

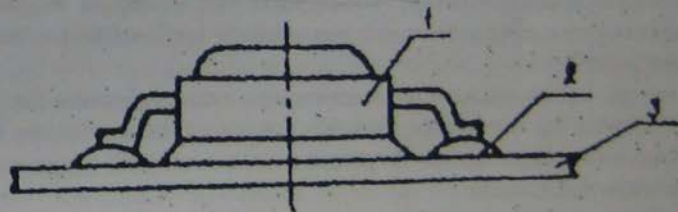


Рис. 28. Установка ИМС с планарными выводами на печатной плате без зазора: 1 - ИМС; 2 - контактная площадка; 3 - основание печатной платы

Основные операции технологического процесса монтажа микросхем на печатной плате: входной контроль печатных плат и микросхем, формовка, обрезка и лужение выводов, установка микросхем на печатные платы, пайка выводов микросхем к контактным площадкам печатной платы, контроль электрических параметров, покрытие лаком, окончательный контроль.

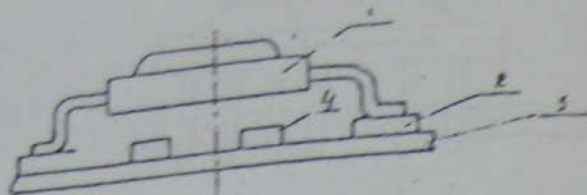


Рис. 29. Установка ИМС с плоскими выводами на печатной плате при наличии под корпусом печатных проводников: 1 - ИМС; 2 - контактная площадка; 3 - основание печатной платы; 4 - печатный проводник

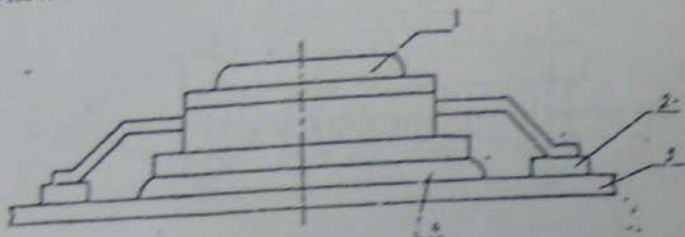


Рис. 30. Установка ИМС на изолирующую прокладку; 1 - ИМС; 2 - контактная площадка; 3 - основание печатной платы; 4 - изолирующая прокладка

Рекомендуемые формы паяных соединений планарных выводов микросхем с контактными площадками печатных плат представлены на рис.31. Требования к качеству паяных соединений аналогично требованиям изложенным в предыдущей работе.

Групповые методы пайки обычно применяют при одностороннем расположении навесных деталей на печатной плате. При двустороннем монтаже групповая пайка возможна только с одной стороны, а пайка с другой стороны производится монтажным паяльником.

Различают несколько типов групповой пайки: пайка погружением, пайка волной припоя, каскадная пайка, избирательная пайка.

Технологический процесс пайки печатных плат с односторонним монтажом методом погружения и волной припоя состоит из следующих этапов: обезжиривание, наклейка маски, пайка, удаление маски и остатков флюса, контроль.

Обезжиривание выполняют погружением платы со стороны монтажа в растворитель, состоящий из смеси спирта с бензином. Затем плату обдувают воздухом до полного высыхания. Участки и проводники платы, которые не подвергаются пайке, закрывают маской. Последнюю штампуют из бумажной ленты, покрытой костным клеем. В маске пробивают отверстия против мест пайки и базовые, маску приклеивают так, чтобы места пайки не выходили за пределы отверстий в маске.

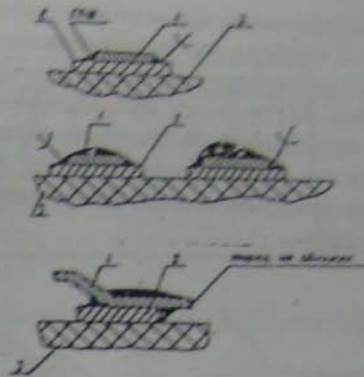


Рис.31. Рекомендуемые формы паяных соединений планарных выводов ИМС с контактными площадками печатных плат: 1 - планарный вывод ИМС; 2 - контактная площадка; 3 - подложка печатной платы; ГПШ - галтель паяного шва

При пайке погружением (рис.32) плату 3 устанавливают в приспособление 4 с вибрационной головкой и погружают на 4..6 с в расплавленный флюс (обычно 40% канифоли и 60 этилового спирта), а затем в припой 2 (ПОС61), расплавленный при помощи нагревателя 1. Через 1 с после погружения включают вибратор 5, что создает условия для проникновения флюса и припоя в отверстия и способствует правильному оформлению гайки. Амплитуда вибрации устанавливается экспериментально для каждого типа и размера плат в пределах такого максимального значения, при котором не происходит разбрызгивания флюса и припоя. Время выдержки при температуре припоя 240°C составляет 6..11 с, а при температуре припоя 250°C 4..8 с. По окончании пайки плату извлекают из припоя и, не включая вибратор, выдерживают над ванной 5..7 с.

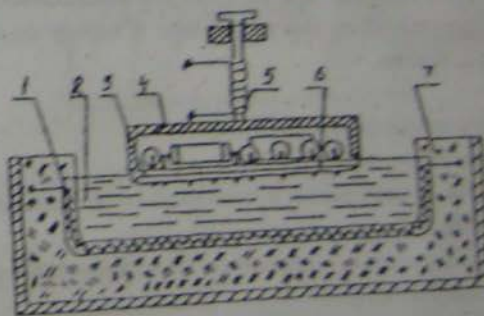


Рис.32. Схема установки для пайки погружением: 1 - нагреватель; 2 - расплавленный припой; 3 - печатная плата с установленными элементами; 4 - установочное приспособление; 5 - вибратор; 6 - маска; 7 - изогнутая

К недостаткам пайки погружением относятся коробление плат вследствие температурных деформаций, необходимость поддержания постоянной высоты уровня припоя в ванне и быстрое окисление расплавленного припоя.

Пайка волной припоя (рис. 33) не имеет этих недостатков. В ванне находится припой, расплавленный нагревателем 4. Печатная плата 2 проходит по гребню волны 1, которая создается подачей припоя через сопло крыльчаткой 3. Контакт платы с постоянным притоком припоя обеспечивает быструю передачу тепла, что сокращает время пайки.

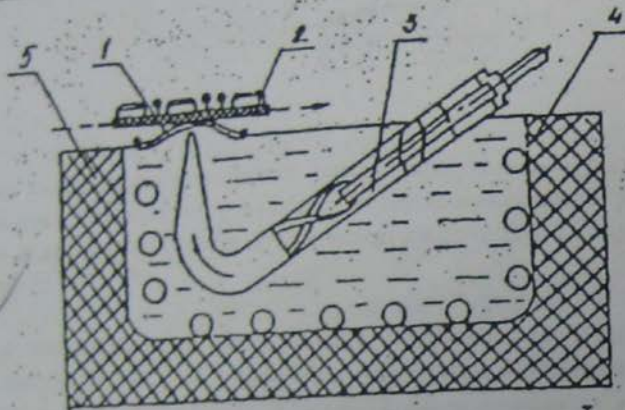


Рис.33. Схема установки для пайки волной припоя: 1 - волна припоя; 2 - печатная плата с установленными элементами; 3 - крыльчатка; 4 - нагреватель; 5 - ванна

Для удаления маски плату погружают на 0,8...0,9 ее толщины в ванну с горячей (90 °С) водой и выдерживают до тех пор пока она не отклеится (2..3 мин). Затем плату обдувают горячим воздухом до полного высыхания.

Удаление флюса осуществляется погружением в ванну со смесью бензина (50%) и спирта (50%) на 2..4 мин.

Последовательность проведения работы.

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Очистить монтажные отверстия и контактные площадки печатных плат от наплывов припоя нагретым паяльником.
3. Очистить выводы навесных элементов от загрязнений и окисной пленки с помощью шлифовальной шкурки.
4. Залудить выводы навесных элементов.
5. Произвести формовку выводов навесных элементов с помощью круглогубцев в соответствии с заданным вариантом формовки (см. рис.14) и с учетом расположения монтажных отверстий на печатной плате.
6. Произвести монтаж и пайку навесных элементов в соответствии с мон-

тажной схемой на рис. 34.

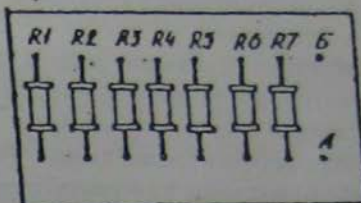


Рис.34. Монтажная схема к лабораторной работе

7. Отрезать от бунта два монтажных провода длиной 5..6 см.
8. Отмерить от каждого конца монтажного провода 7..10 мм и сделать ножом надрез изоляции провода в этом месте.
9. В месте надрезанной изоляции сделать ножом кольцевой надрез, снять изоляцию, залудить провода на расстоянии 5..6 мм от оголенного конца.
10. Облуженные концы монтажных проводов пропустить в отверстие печатной платы и произвести пайку со стороны контактной площадки.
11. По расположению навесных элементов и печатных проводников на плате составить принципиальную схему соединений.
12. Рассчитать номинальное сопротивление схемы, а также возможный разброс сопротивления схемы.
13. В соответствии со схемой на рис. 35 измерить с помощью омметра фактическое значение сопротивления схемы и сравнить его с расчётным.

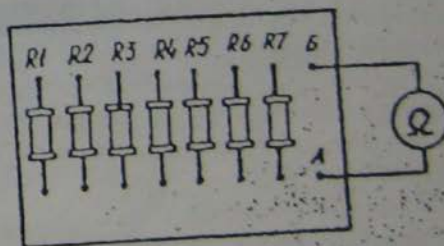


Рис.35. Схема измерения сопротивления

14. Предъявить печатную плату, расчетное и фактическое значение сопротивления схемы преподавателю.
15. Распаковать монтажную схему, сдать инструменты и материалы учебному мастеру.
16. Оформить отчет о проделанной работе.
17. Защитить лабораторную работу и ответить на контрольные вопросы

Требования к оформлению отчета
Отчет оформляется каждым студентом в отдельной тетради для работ и учебных электромонтажных мастерских.

В отчете необходимо отразить: 1) название работы; 2) используемые материалы и инструмент; 3) электрическую принципиальную схему соединения навесных элементов, 4) монтажную схему; 5) возможные варианты формовки сопротивлений; 6) расчет общего сопротивления схемы; 7) расчет возможного разброса сопротивления схемы; 6) значение измеренного сопротивления и схему измерения.

Контрольные вопросы

1. Что такое "печатный монтаж" электрорадиоаппаратуры? Какие еще виды монтажа электрических цепей вы знаете? *в том числе с одной и с двух сторон*
2. Какие требования предъявляются к качеству паяных соединений электрорадиоэлементов при монтаже устройства на печатной плате?
3. Какие варианты формовки выводов электродов полупроводниковых приборов вы знаете?
4. Какие меры защиты предохраняют полупроводниковые приборы от перегрева при проведении электромонтажных работ? *стр 23*
5. Что такое цветной код при проведении электромонтажных работ? Приведите конкретные примеры применения этого кода. *стр 23*
6. Какого цвета изолирующая трубка должна быть надета на базу транзистора? *зеленый*
7. Какое назначение имеет радиатор, используемый при установке мощного полупроводникового прибора в электронный прибор? *охлаждение*
8. От каких технологических факторов зависит эффективность отдачи транзистором тепла радиатору?
9. Каким образом транзистор, установленный на радиаторе, электрически изолируется от корпуса прибора (шасси)? *помощью изолирующей прокладки*
10. С какой целью осуществляется электрическая изоляция радиатора от шасси? *увеличить надежность*
11. Предложите собственные конструкции радиаторов.
12. Что представляет собой интегральная микросхема? В чем особенности электрического монтажа ИМС? *стр 25*
13. Что представляет собой групповая пайка? *все за один шаг*
14. Какие методы групповой пайки вы знаете? *капельная, волновая, погружением*
15. Какие недостатки у пайки погружением? *стр 20*
16. Из каких этапов состоит технологический процесс пайки печатных плат односторонним монтажом методом погружения и волной припоя? *стр 28*
17. Для чего используется вибратор при пайке погружением? *стр 20*
18. Как устанавливаются интегральные схемы со штыревыми выводами? *стр 26*
19. Объясните принцип и достоинства пайки волной припоя. *стр 20*
20. Как устанавливаются интегральные микросхемы в корпусах с планарными выводами? *стр 26*
21. Как удаляют остатки флюса после пайки? *с помощью щетки*
22. Для чего используется маска при групповой пайке? *защита от припоя*
23. Как удаляется маска после пайки? *стр 20*

Лабораторная работа №4

Лабораторная работа № 4.

ЖГУТОВОЙ МОНТАЖ ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА

Цель работы - ознакомление с технологическим процессом выполнения жгутового монтажа, приобретение практических навыков и овладение приемами вязки жгута при монтаже электронного прибора.

Документация, материалы и инструменты: 1) монтажные провода; 2) хлопчатобумажные нитки; 3) шаблон для раскладки и вязки жгута; 4) монтажный нож

Кроме пайки при электрическом монтаже радиоэлектронной аппаратуры присоединяют соединения сваркой, накруткой и проводящими клеящими составами.

Сварка - получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединенными частями при их нагревании и плавлении (или) пластическом деформировании.

Электрическое соединение сваркой имеет ряд преимуществ перед пайкой соединений: отсутствуют затраты на припой и флюсы, нет операции предварительной зачистки поверхностей, минимальны вредные воздействия на человека, ниже трудоемкость, выше надежность соединения. Замена пайки сваркой приводит к необходимости изменения конструкции монтажных деталей, главным образом лепестков. При сварке применяют лепестки в виде полутрубочки (рис.36 а) с отверстиями сбоку. Проводник вставляют через боковое отверстие лепестка так, чтобы конец выступал на 5...6 мм, затем полутрубочку обжимают в трубочку и сваривают (рис.36 б,в).

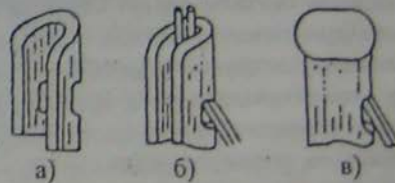


Рис. 36. Получение контактного соединения при электромонтаже сваркой

Недостаток соединения сваркой в том, что его нельзя ремонтировать.

Контактное соединение накруткой (рис.37) обеспечивает высокую надежность электромонтажных соединений. Несколько витков одножильного луженого медного провода навивают с определенным усилием на опорное приспособление, предварительно закрепив на нем выводы элементов.

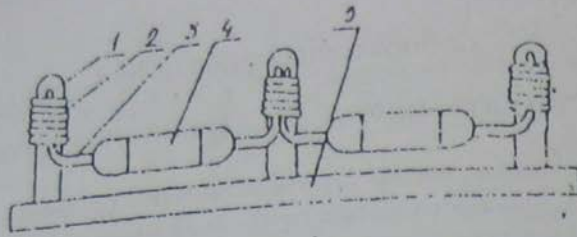


Рис. 37. Получение контактного соединения при электромонтаже накруткой: 1 - опорное приспособление; 2 - бандажная проволока; 3 - вывод навесного элемента; 4 - навесной элемент; 5 - монтажная плата

Недостатки контактного соединения накруткой является увеличение объема и веса монтажного соединения.

Для получения контактных соединений возможно применение токопроводящих паст на основе эпоксидных смол или нитроклея. В качестве наполнителя для получения электропроводности применяют мелкий порошок серебра, золота или других металлов, и в этом случае технологический процесс получения контактного соединения, включает следующие операции: подготовка соединяемых поверхностей, нанесение на контактную площадку токопроводящей пасты, установка на контактную площадку навесных элементов с определенным усилием, нанесение на соединяемые поверхности дополнительной дозы пасты, сушка соединения.

Применение токопроводящих паст упрощает конструкцию контактных соединений, не предусматривает существенного нагрева деталей, но не обеспечивает значительной механической прочности. Соединение склеиванием при электромонтаже применяется в тех случаях, когда другие способы невозможны или недопустимы.

Два и более параллельно идущих по одной трассе изолированных проводов длиной более 50 мм должны быть связаны в жгут. Жгутом называется конструкция, состоящая из двух или более изолированных проводников, скрепленных нитками, лентами или каким-либо другим способом, и предназначенная для электрической связи между элементами аппарата, прибора или устройства.

Технологический процесс жгутового монтажа состоит из следующих этапов: подготовка монтажных проводов, разделка проводов, вязка жгута, маркировка концов проводников, его укладка, распайка. Рассмотрим более подробно каждый из указанных этапов.

Разделка состоит из мерной резки, удаления изоляции и разделки концов проводов, маркировки, обслуживания и свивания проводов.

Резку проводов вручную выполняют простыми инструментами (ножницы, кусачки), определяя длину провода по образцу или с помощью линейки. Зачистку проводов для монтажа осуществляют на 7...10 мм, для многожильных проводов на 10...15 мм. В зависимости от вида изоляции применяют различные способы зачистки: надрез, электрообжиг или терморазмягчение с последующим механическим стягиванием изоляции. Варианты конструкций наконечников

электрообжигалок представлены на рис.38.

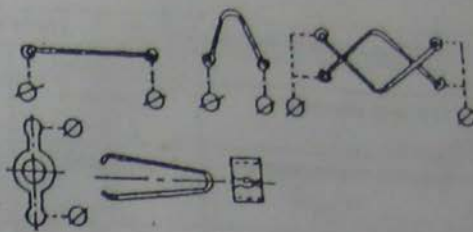


Рис.38. Конструкции наконечников для электрообжигалок

После снятия изоляции оголенные концы проводов зачищают, а многожильный провод кроме того скручивают. Подготовленные таким образом концы проводов подвергают горячему облуживанию.

✓ Маркировка проводов необходима для облегчения монтажа, нахождения неисправностей и контроля. Применяют провода с цветной изоляцией, их маркируют с помощью бирок, липких лент или путем нанесения маркировочных обозначений на изоляцию провода. Рекомендуемые цвета проводов для различных цепей электронной аппаратуры приведены в табл.4.

Монтажные провода в жгуте свивают для исключения электрических наводок и уменьшения взаимного влияния цепей. Шаг свивания зависит от сечения провода (табл.5).

Конструктивно-технологическая обработка жгута дает возможность изготовить его вне прибора путем раскладки монтажных проводов на шаблоне. В зависимости от конфигурации жгутов применяют плоские или объемные шаблоны. Плоский шаблон (рис.39) представляет собой основание, на котором в соответствии с трассировкой и конфигурацией жгута расположены металлические шпильки. Между шпильками укладывают монтажные провода. Чтобы предохранить провода от повреждений, на шпильки надеты изоляционные трубки. Для фиксации концов проводов в конструкции шаблона предусмотрены отверстия, расположенные рядом со шпильками, или специальные зажимы. Существуют универсальные плоские шаблоны, которые имеют отверстия, расположенные с определенным шагом и предназначенные для установки шпилек. Схема размещения шпилек на шаблоне может быть изменена в зависимости от трассировки и конфигурации жгута.

При раскладке проводов на шаблонах надо выполнять некоторые общие правила. Если при монтаже применяют провода равных сечений, рекомендуется изготавливать несколько жгутов так, чтобы в одном жгуте находились провода близких по величине наружных диаметров изоляции.

Цветной код электрических цепей

Таблица 4

Целевое назначение электрических цепей	Цвет провода	
	основной	заменитель
Для цепей, находящихся под положительным потенциалом	красный	розовый
Для цепей, находящихся под отрицательным потенциалом	зеленый	желтый
Для цепей питания переменным током, цепей накала электровакуумных приборов, для искробезопасных цепей	синий	голубой
Для цепей с нулевым потенциалом относительно корпуса прибора	черный	фиолетовый
Для остальных цепей	белый	бесцветный

Таблица 5.

Площадь сечения провода, мм ²	Шаг свивания, мм
0,05..0,12	10..15
0,12..0,2	15..20
0,35	20..25
0,5	25..30
0,75	30..40
1,0..2,0	40..45

Если провода различных сечений укладываются в один жгут, то провода с площадью сечения 0,14 мм² и менее должны быть уложены внутри жгута. Провода в жгуте, основной ствол и ответвления которого расположены в одной плоскости, должны быть уложены так, чтобы провода ответвлений выходили из-под жгута, а провода основного ствола жгута лежали ровным слоем сверху.

Провода в жгуте следует плотно связать. Варианты вязки жгута выбираются в зависимости от марки проводов и условий эксплуатации аппаратуры. Вязку осуществляют в одну, две и более ниток с натяжением в ручную или с помощью приспособлений. Шаг вязки надо выбирать с учетом сечения проводов и в зависимости от диаметра жгута (табл. 6) или 1..2 диаметра жгута. Шаг вязки должен быть равномерным. На криволинейных участках шаг вязки следует уменьшить на 30... 50%. В местах разветвления жгута, до и после разветвления должны быть наложены бандажи из двух-трех рядом лежащих петель. В начале и в конце вязки жгута необходимо наложить бандажи, состоящие из двух-пяти петель вязки.

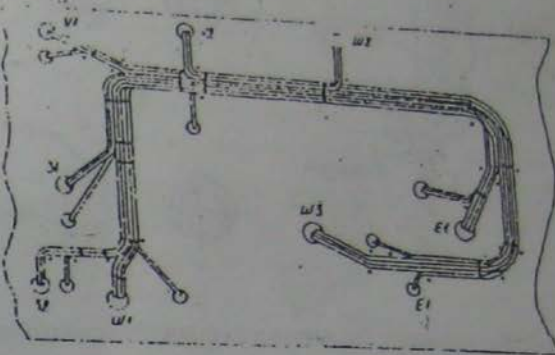


Рис. 39. Плоский шаблон для раскладки проводов

Способы вязки жгута представлены ниже, на рис.43. Жгуты в аппаратуре укладывают согласно монтажной схеме и чертежу прибора. Жгут на шасси прибора крепят металлическими скобами (рис.40) с установкой под ними изоляционных трубок или прокладок. Расстояние между скобами зависит от диаметра жгута. Для предохранения жгутов из незранированных проводов от механических повреждений в местах их прокладки через отверстия в стенках металлических шасси или экранов предусматривают изоляционные трубки (втулки) (рис.41).

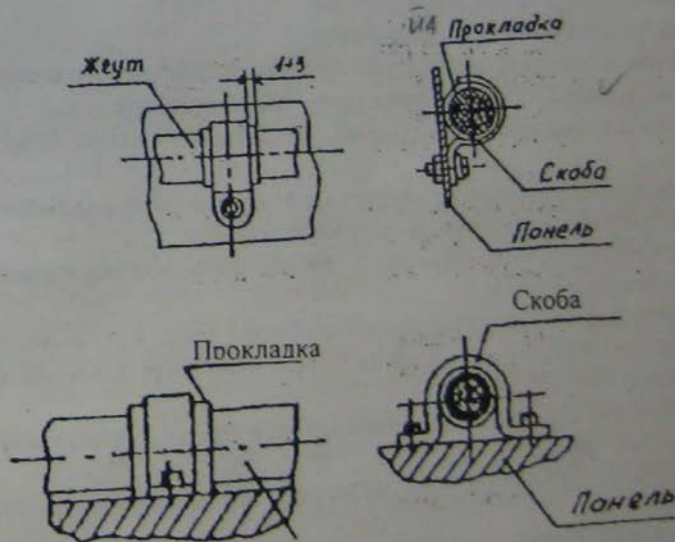


Рис.40. Крепление монтажного жгута скобой на шасси

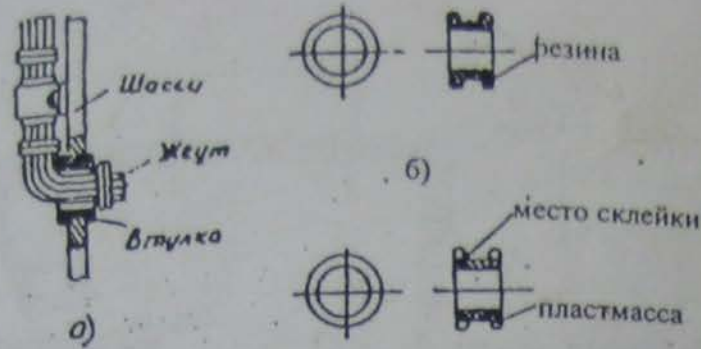


Рис.41. Пример применения (а) и конструкции (б) проходных втулок

Таблица 6

Сечение проводов менее 0,35мм ²		Сечение проводов более 0,35 мм ²	
Диаметр жгута, мм	Шаг вязки, мм	Диаметр жгута, мм	Шаг вязки, мм
5	5-10	10	15-20
5-8	10-12	10-30	20-30
8-10	12-18	30	30-40
10	25-30		

Последовательность проведения работы

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Выровнять и нарезать монтажные провода необходимого цвета и длины в соответствии с табл.7 электрических соединений прибора.
3. От каждого конца провода отмерить 10...12 мм и сделать ножом кольцевой надрез.
4. Очистить надрезанные концы монтажных проводов от изоляции.
5. Зачистить оголенные концы проводов шкуркой.
6. Скрутить многопроволочные жилы зачищенных концов проводов под углом 15...30° к оси провода.
7. Произвести раскладку проводов на шаблоне (рис. 42), пользуясь для этого табл.7 электрических соединений прибора. Наиболее длинные провода расположить в жгуте сверху.
8. Ориентировочно, с помощью линейки, определить диаметр жгута и по табл.6 определить шаг вязки.
9. Произвести вязку жгута в соответствии с эскизами типовых операций на рис.43.
10. Связанный жгут снять с шаблона.
11. Оформить отчет: проделанной работе.
12. Защитить лабораторную работу и ответить на контрольные вопросы.

Таблица 7

Откуда	Куда	Длина провода, мм	Цвет провода
1	3	110	красный
1	5	125	красный
1	6	160	красный
2	4	115	зеленый
2	15	130	зеленый
2	16	239	зеленый
11	12	180	белый
13	14	190	белый
7	9	210	белый
8	10	200	белый

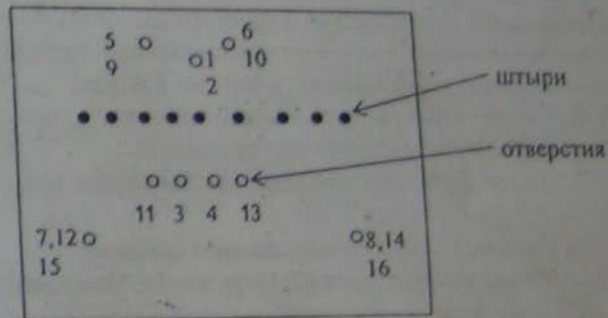


Рис. 42. Эскиз шаблона к лабораторной работе

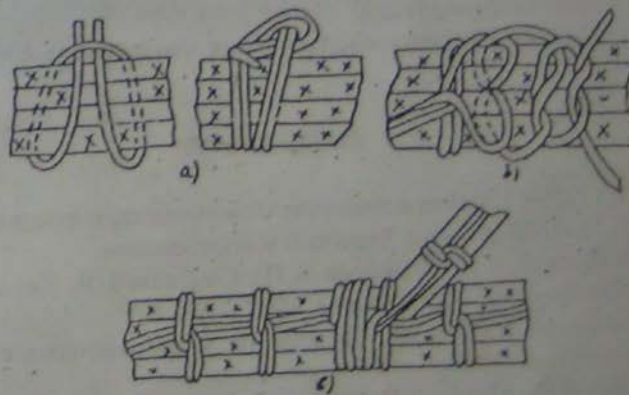


Рис. 43. Эскизы типовых операций при вязке жгута: а) начало вязки; б) конец вязки; в) разветвление жгута

Требования к оформлению отчета

Отчет оформляется в тетради для работ в учебных электроустановочных мастерских. В отчете необходимо отразить: 1) название работы; 2) используемые материалы и инструмент; 3) эскиз изготовленной работы; 4) эскизы типовых операций вязки жгута.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой жгутовой монтаж электронной аппаратуры?
2. Какие операции включает в себя технологический процесс изготовления жгутового монтажа? Какова их последовательность? *подготовка, резка, вязка*
3. Каким образом осуществляется маркировка проводов в жгуте? *маркировка проводов*
4. Для чего служит шаблон при вязке жгута? *для вязки жгута*
5. Каким образом жгут крепится на шасси прибора? *с помощью винтов*
6. Для чего применяются изоляционные втулки в местах прокладки жгута через отверстия в стенках шасси и экранов? *для изоляции жгута*
7. От каких факторов зависит шаг вязки жгута? *диаметр*
8. Какие способы зачистки проводов от изоляции вы знаете? *ручными инструментами*
9. Как подготавливают к монтажу многожильный провод? *ручными инструментами*
10. Для чего проводят маркировку проводов в жгуте? *для маркировки проводов*
11. Для чего монтажные провода в жгуте свивают? *для свивки проводов*
12. Каким образом определяется шаг свивания? *диаметр*
13. Какой должен быть цвет провода, находящегося под отрицательным потенциалом? *зеленый, желтый*
14. Что представляет собой универсальный шаблон? *шаблон*
15. Какие провода должны быть в центре жгута: толстые или тонкие? *тонкие*
16. Как выбирается шаг вязки на криволинейных участках? *шаг вязки*
17. Какие существуют методы получения контактных соединений при проведении электроустановочных работ, кроме пайки? *сварка, скрутка*
18. Что такое соединение накруткой? *соединение накруткой*
19. В чем достоинства и недостатки получения контактного соединения сваркой?

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17325-79. Пайка и лужение. Основные термины и определения.
2. ГОСТ 23667-79. Сборка. Термины и определения.
3. Блаут-Блачева В.И., Болоснов А.П., Смирнов Г.В. Технология производства радиоаппаратуры. - У.: Энергия. 1972. - 376 с.
4. Бушминский И.П. и др. Технология и автоматизация производства РЭА. М.: Радио и связь, 1989.
5. Гриднев В.Н., Малов А.Н., Яншин А.А. Технология элементов ЭВА. / Под ред. А.Н.Малова. - М.: Высшая школа, 1978. - 286 с.
6. Руденко Н.Р. Электромонтаж в приборостроении / Под ред. П. В. Сыроватченко Учебное пособие по выполнению работ в учебных электроустановочных мастерских М.: МВТУ, 1988. - 54 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания преподавателя по выполнению учебно-технологического практикума. - М.: Изд-во МГУ, 2009.