МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

**«Балтийский государственный технический университет ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**

**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)**

Факультет И «Информационные и управляющие системы»   
Кафедра И4 «Радиоэлектронные системы управления»

**Домашнее задание на тему:**

**«Разработка конструкции и технологии изготовления печатного узла»**

Выполнила студентка группы И443

Замятина Е.В.

Проверил:

Жаркой М.Ф.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2017г.

**Содержание**

[**Часть 1. Конструкторское проектирование печатных узлов. Анализ исходных данных.** 3](#_Toc500442495)

[**1.1 Анализ электрической принципиальной схемы и выбор элементной базы с учетом требований ТЗ** 3](#_Toc500442496)

[**1.2 Выбор и обоснование типа и технологии печатной платы** 8](#_Toc500442498)

[**1.2.1 Выбор класса точности, габаритных размеров, материалов, толщины и шага координатной сетки** 8](#_Toc500442499)

[**Часть 2. Конструкторско-технологический расчет платы.** 10](#_Toc500442500)

[**2.1 Расчет проводящего рисунка по постоянному току.** 10](#_Toc500442501)

[**2.2 Расчет проводящего рисунка по переменному току.** 11](#_Toc500442502)

[**Часть 3. Анализ ТЗ и выбор конструкции печатного узла с учетом параметров печатной платы и вида соединителя.** 14](#_Toc500442503)

[**3.1 Расчет теплового режима.** 14](#_Toc500442504)

[**Часть 4. Разработка технологического процесса сборки.** 16](#_Toc500442505)

**Приложение 1.** 40

**Приложение 2.** 41

**Приложение 3.** 42

**Часть 1. Конструкторское проектирование печатных узлов. Анализ исходных данных.**

Печатный узел представляет собой функционально законченный конструктив РЭА, состоящий из печатной платы и установленных на ней электрорадиоэлементов, элементов контроля, крепления, фиксации и электрического соединения.

При проектировании печатных узлов решаются следующие задачи:

* анализ ТЗ и выбор элементной базы;
* выбор варианта конструкции узла;
* выбор типа электрического соединителя и элементов контроля функционирования;
* выбор элементов крепления, жесткости и фиксации;
* конструирование печатного монтажа;
* оценка устойчивости к электромагнитным, тепловым и механическим воздействиям.

**1.1 Анализ электрической принципиальной схемы и выбор элементной базы с учетом требований ТЗ**

На схеме приведен последовательный смеситель сигналов.

Печатный узел представляет собой функционально законченный конструктив РЭА, состоящий из печатной платы и установленных на ней электрорадиоэлементов, элементов контроля, крепления, фиксации и электрического соединения.

Электрическая принципиальная схема данного устройства может использоваться в бортовой РЭА, поэтому на условия ее эксплуатации устанавливаются особые требования- эксплуатационные показатели, которые характеризуют предельные нормы эксплуатации с точки зрения факторов воздействия окружающей среды. Меры воздействия окружающей среды оговариваются для каждой группы аппаратуры и служат критерием для проверки аппаратуры в процессе ее типовых испытаний. Предельные значения параметров, воздействующих на конструкцию бортовой РЭА по каждой группе, установлены в ГОСТ РВ 20.39.304-98. Эти значения в каждом случае указываются в ТУ на вновь разрабатываемую аппаратуру.

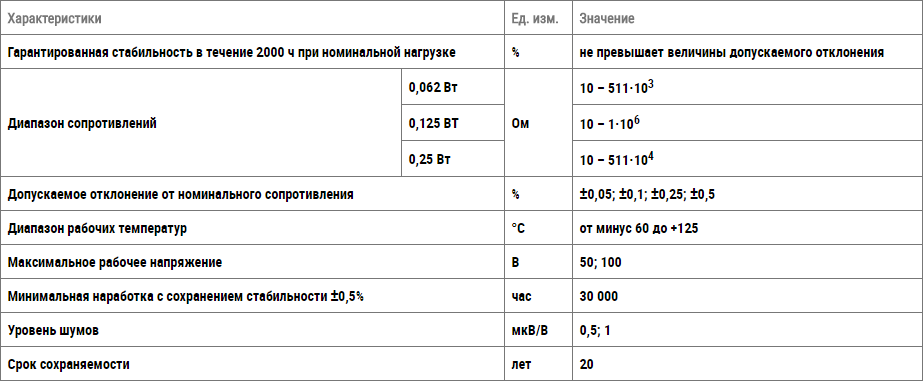
Данный печатный узел состоит из:

* Резисторов:
* R1 (1МОм);
* R2 – переменный (1 МОм);
* R3, R4, R5 (1 кОм);
* Конденсаторов:
* С1 (2 мкФ);
* С2, С3 (0.001 мкФ);
* Транзисторов:
* VT1, VT2 (КП103И)

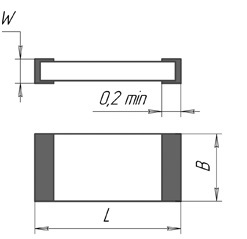
Выбор элементной базы на основе электрической принципиальной схемы с учетом изложенных в ТЗ условий и требований. Эксплуатационная надежность элементной базы, в основном, определяется правильным выбором типа элементов при проектировании и при использовании в режимах, которые не превышают предельно допустимые.

1. *Резисторы*

Фирма: Эркон

Характеристики:  


Размеры: L= 2 мм W= 0.7 мм В= 1.25 мм



Полное обозначение резисторов:

* R1: P1-16П 0603 0.063 1 МОм, ±5% -Л-П-ОЖ0.467.164 TY
* R3: P1-16П 0603 0.063 1 кОм, ±5% -Л-П-ОЖ0.467.164 TY
* R4: P1-16П 0603 0.063 1 кОм, ±5% -Л-П-ОЖ0.467.164 TY
* R5: P1-16П 0603 0.063 1 кОм, ±5% -Л-П-ОЖ0.467.164 TY

Расшифровка обозначения:

Р1-16П - тип резистора

0603 - типоразмер

0.063 Вт - номинальная мощность

1к/МОм – номинальное сопротивление

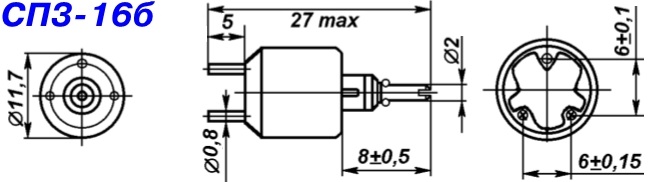
±5% - точность сопротивления (F)

1. *Переменные резисторы*

R2 (переменный) = 1 МОм.

Фирма: Реом

Внешний вид и размеры:



Резистор однооборотный с круговым перемещением подвижной системы

Тип:переменный цилиндрический подстроечный

Модель: СП3-16

Диапазон номинальных сопротивлений: 1 000...1 000 000 Ом   
Точность: 20%

Номин.мощность: 0.5 Вт

Макс.рабочее напряжение: 150 В

Рабочая температура: -60…125 оС

1. *Конденсаторы*

С1 = 2 мкФ;

C2, C3 = 0.001 мкФ.

Фирма: ГИРИКОНД  
  
Рабочее напряжение: 50, 100, 250 и 500 В

Диапазон возможных емкостей: 10 пФ...68 мкФ

Рабочее напряжение: 50 В

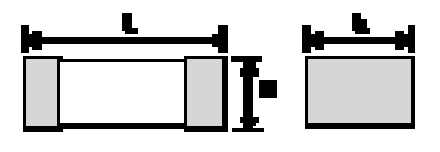
Рабочая температура: -60…125 оС

Размеры:

Длина корпуса L: 2 мм

Ширина корпуса H: 1,25 мм

Высота корпуса W: 1 мм



**W**

**L**

**Н**

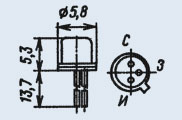
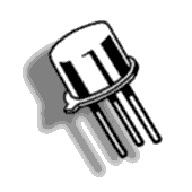
Полное обозначение конденсаторов:

C1: КОНДЕНСАТОР К50-15-50В - 2мкФ (+50 -20)% ОЖО.464.103 ТУ

С2,С3:КОНДЕНСАТОР К50-15-50В – 0,001мкФ (+50 -20)% ОЖО.464.103 ТУ

### *Транзисторы*

VT1, VT2 : КП103И.



Транзисторы КП103Е, КП103Ж, КП103И, КП103К, КП103Л, КП103М кремниевые диффузионно-планарные полевые с затвором на основе p-n перехода и каналом p-типа. Транзисторы выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора указывается на корпусе.  
Масса транзистора не более 1 г.  
Тип корпуса: КТ-1-7 (ТО-18).  
Технические условия: ТФ3.365.000 ТУ1.

Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность полевого транзистора = 21 мВт;

Максимально допустимое напряжение сток-исток = 12 В;

Максимально допустимое напряжение затвор-исток = 15 В;

Температура окружающей среды = -55…+85 С°.

## **1.2 Выбор и обоснование типа и технологии печатной платы**

По конструкции печатные платы бывают: односторонние (ОПП), двусторонние (ДПП) и многослойные (МПП). В данном случае следует использовать двустороннюю печатную плату (ДПП) с металлизированными монтажными и переходными отверстиями, характеризуемую повышенной ремонтопригодностью и прочностью вывода навесного элемента с проводящим рисунком платы. Для ДПП с металлизацией отверстий используются комбинированный (позиционный и негативный), полуаддитивный и аддитивный методы получения проводящего рисунка.

Выбор метода получения зависит от оснащенности производства конкретного предприятия. В данном случае выберем комбинированный позитивный метод печатного монтажа. Метод заключается в получении проводников путем травления фольгированного диэлектрика и металлизации отверстий химико-гальваническим способом.

## **1.2.1 Выбор класса точности, габаритных размеров, материалов, толщины и шага координатной сетки**

Для печатной платы лучше выбрать 2 класс точности, в соответствии с ГОСТ 23.751-86, который обеспечит надежность в эксплуатации при минимальной стоимости. В соответствии с требованиями ОСТ4 ГО.010.011 размеры платы не должны превышать 240х360мм и рекомендуемые соотношения сторон 1:1; 1:2; 2:3; 2:5.

Размеры основных параметров элементов конструкции печатной платы:

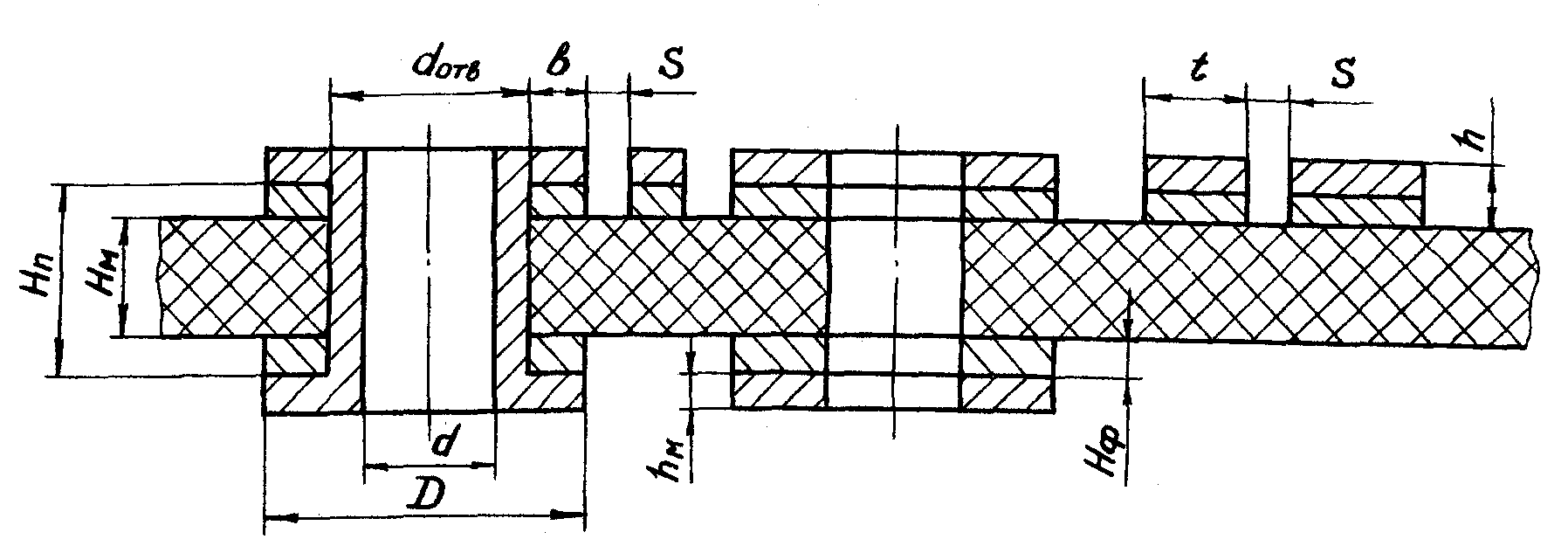
|  |  |
| --- | --- |
| **Название элемента** | **Класс точности - второй** |
| Ширина проводника, t | 0,5 мм |
| Расстояние между элементами, S | 0,5 мм |
| Гарантийный поясок, b | 0,2 мм |
| Отношение диаметра отверстия к толщине | 0,4 |

Габаритные размеры и конфигурация печатной платы:

|  |  |
| --- | --- |
| **Название элемента** | **Значение** |
| Габаритные размеры | 30 мм |
| Соотношение размеров сторон | 1 : 1 |
| Толщина печатной платы | 2 мм |
| Конфигурация печатной платы | круглая |
| Шаг координатной сетки | 1 мм. |

Материал основания: стеклотекстолит фольгированный СТФ-1-70 теплостойкий, представляет собой листы, изготовленные на основе стеклотканей, пропитанных связующим на основе эпоксидных смол и облицованные с одной стороны медной электролитической гальваностойкой фольгой толщиной 70 мкм. Температура у этого материала от -60оС до +105оС. Хорошо поддается механической обработке резкой, сверлением, штамповкой. Температура хранения от -10 оС до + 35 оС. Гарантийный срок хранения 6 месяцев.

Поперечный разрез конструкции ДПП без металлизации отверстий**:**



- толщина основания печатной платы; - толщина печатной платы;

- диаметр отверстия; - диаметр контактной площадки;

- ширина печатного проводника;

- расстояние между краями соседних элементов проводящего рисунка;

- гарантийный поясок;

- толщина проводящего рисунка;

- толщина фольги;

- толщина проводящего покрытия;

- толщина гальванически наращенной меди.

# **Часть 2. Конструкторско-технологический расчет платы.**

## **2.1 Расчет проводящего рисунка по постоянному току.**

Целью расчета по постоянному току является определение падения напряжения на сигнальных шинах и шинах питания, а также оценка сопротивления изоляции.

Падение напряжения на проводнике:



 - толщина фольги;

 - ширина проводника;

 - длина проводника ;

 - ток ;



Необходимо обеспечить условие для сигнальной цепи:

=0,5 В

 , где:

⋅0,05=0,025 мм2



Поверхностное сопротивление изоляции параллельных печатных проводников обусловлено наличием удельного поверхностного сопротивления  диэлектрика платы:

 , где:  Ом;

- зазор между проводниками;

 - наибольшая длина совместного прохождения проводников.

 Ом.

## **2.2 Расчет проводящего рисунка по переменному току.**

Расчет по переменному току позволяет уточнить максимальную длину одиночного проводника, максимальную длину совместного прохож­дения рядом расположенных проводников, зазоры между проводниками.

*Задержка вычисляется следующим образом:*

,

l=10 мм - длина линии питания;

- погонная задержка сигнала по проводнику в вакууме, ;

 - относительные диэлектри­ческая и магнитная проницаемость основания платы;

, где: = 6 – диэлектрическая проницаемость платы;

= 4 – диэлектрическая проницаемость лака.

 = 1.



 нс.

*Емкость и взаимная индуктивность печатных проводников:*

1)Для проводников, расположенных на одной стороне платы:

Емкость печатных проводников:

 ,

где:

l=10 мм - длина совместно идущих проводников;

w=0,05 мм – толщина проводника ;

b =0,45 мм– ширина проводника ;

 - зазор между проводниками.



Коэффициент взаимоиндуктивности:





2)Для проводников, расположенных на противоположных сторонах платы:

 пФ;

l=20 мм



3)Напряжение перекрестной помехи:

Между рядом расположенными проводниками существует электрическая связь через сопротивление изоляции , взаимную емкость  и взаимоиндуктивность М. В этом случае возникает перекрестная помеха, которая обусловлена возбуждением пассивной линии от сигнала в активной линии. Когда активная линия служит для передачи гармонического сигнала с частотой , напряжение помехи на входе-выходе пассивной линии определяется так:

 ,

где:

 - сопротивление изоляции;



; ; ;

 ;

 - частота передачи гармонического сигнала.

# 

# **Часть 3. Анализ ТЗ и выбор конструкции печатного узла с учетом параметров печатной платы и вида соединителя.**

## **3.1 Расчет теплового режима.**

Оптимальный тепловой режим ЭМ1 является одним из важнейших факторов, определяющих эксплуатационную надежность ЭС в целом. Обеспечение теплового режима связано с выбором такой конструкции ЭМ1, которая бы способствовала рассеиванию теплоты в окружающее пространство. Увеличение функциональной и конструктивной сложностей узла, тепловыделения ЭРИ, и, соответственно, повышения температуры внутри корпуса ЭС, способствует росту отказов элементной базы за счет превышения допустимого нагрева отдельных ЭРИ. Поэтому целью анализа теплового режима является оценка температур нагретой зоны и наиболее критичного к нагреву элемента.

Определение эквивалентного коэффициента теплопроводности модуля, в котором расположен ЭРИ.

λэкв=λп ,где

λп- коэффициент теплопроводности материала основания ПП, Вт/(м\*К)

λэкв=0,29 Вт/(м\*К)

Вычисление коэффициента распространения теплового потока.

, где α1 и α2 –коэффициенты теплообмена с 1-й и 2-й стороной ПП (при естественном теплообмене α1+ α2 = 17 Вт/(м2\*К)).

h- толщина платы.

Расчет эквивалентного радиуса корпуса ЭРИ:

, где - площадь основания ЭРИ = 4,2

R = 1,16

Оценка перегрева поверхности корпуса наиболее уязвимого ЭРИ:

где: В и М – условные величины, учитывающие способ установки элементов (При двухстороннем монтаже В=0, M=1)

k=1, т.к. l≥3R – эмпирический коэффициент, выбираемый в зависимости от расстояния l между центром корпуса ЭРИ и торцами ПП

N- число корпусов ЭРИ расположенных вокруг корпуса рассчитываемого элемента на расстояние ri не более чем 10/m. В нашем случае таких элементов нет, следовательно вторая часть формулы будет равняться 0.

kα – коэффициент теплоотдачи от корпуса ЭРИ

- мощность, рассеиваемая ЭРИ

- площадь поверхности ЭРИ

- зазор между ЭРИ и ПП

- коэффициент теплопроводности материала, заполняющего этот зазор.

*°С*

Определение температуры поверхности корпуса ЭРИ:

, где

t0=40°С - среднеобъемная температура окружающего рассматриваемый ЭРИ пространства

°С

Согласно техническим характеристикам данной микросхемы верхнее допустимое значение ее рабочей температуры не должно превышать 70°С, поэтому введения дополнительной системы охлаждения не требуется.

# **Часть 4. Разработка технологического процесса сборки.**

Исходными данными для разработки технологического процесса сборки печатного узла являются:

* объем производства: 10000 шт.
* тип печатной платы: двухсторонняя
* размещение элементов на печатной плате: двухсторонний монтаж
* технология монтажа элементов: смешанная

Основным отличием технологии поверхностного монтажа от традиционной является монтаж радиоэлементов не в отверстия, а на поверхность печатной платы со стороны печатных проводников, что обеспечивает применение прогрессивной технологии установки новейших радиоэлектронных компонентов на печатную плату, а также позволяет повысить качество и надежность выпускаемой продукции.

Преимущества поверхностого монтажа:

* Cнижение массы и габаритов готового изделия;
* Снижение стоимости радиоэлементов;
* Устранение непосредственного контакта персонала с компонентами;
* Использование компонентов прямо из заводской упаковки;
* Возможность полной автоматизации монтажа;
* Использование современной элементной базы;
* Высокая точность и повторяемость установки компонентов;

При этом элементы поверхностного монтажа устанавливаются на контактные площадки, а навесные в металлизированные отверстия.

Порядок проведения процесса:

* нанесение припойной пасты;
* установка компонентов поверхностного монтажа;
* пайка оплавлением;
* промывка верхней части платы;
* установка навесных компонентов, монтируемых в отверстия;
* пайка методом селективного окунания;
* промывка.

Однако в нашем случае нет компонентов, монтируемых в отверстия. Но есть бескорпусные элементы. Технология их монтажа будет рассмотрена далее.

Материалы, применяемые в процессе сборки

Паяльная паста EFD Solder Plus SN62NCLR-A

Паяльная паста на основе сплава Sn62Pb36Ag2 с добавлением флюса класса NO CLEAN для проведения монтажных и ремонтных работ в области электроники без отмывки остатков после пайки.

Защитное покрытие PNE 30251

Материалы Glob Top представляют собой разновидность влагозащитного покрытия, применяемого для защиты кристаллов. Материалы формируют на поверхности подложки защитную полимерную капсулу, надежно предохраняющую кристалл и его выводы от воздействия окружающей среды. Материалы наносятся методом дозирования, обладают высокой вязкостью и при нанесении не растекаются. В то же время, материалы Glob Top засчет капиллярного эффекта заполняют зазоры между проволочными выводами кристаллов, надежно защищая кристалл от воздействий окружающей среды.

Флюс ЛТИ-120

Флюс применяется для предварительного лужения и пайки мягкими припоями /с температурой плавления не выше 330°С/ деталей из углеродистой стали, меди и ее сплавов /в том числе бериллиевой бронзы/, никеля и и его сплавов /в том числе константана/, а также покрытий оловом, сплавами олово-свинец, олово-висмут, кадмием, серебром и цинком.

Температурный интервал флюсующего действия от 160 до 350°С.

Клей ВК-89

Термостойкие клеи, нашли широкое применение в двигателестроении, в изделиях спецтехники, а также в народном хозяйстве. Обеспечивают  работоспособность клеевых соединений при температурах 300 - 350 °С длительно и до температуры  1600 °С кратковременно (в зависимости от марки клея). Свойства и назначение термостойких клеев:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка клея | τв, МПа | | Интервал рабочих температур,  °С | Особые свойства | Назначение |
| при 20°С | при повышенной температуре |
| ВК-89 | 16,0 | 5,0 (400°С) | -60÷+400 | Одноупаковочный | Склеивание магнитопроводов, монтаж кристаллов |

Очистка

**Для промывки платы использует оборудование** Ультразвуковые системы очистки FinnSonic m-03

Eльтразвуковые системы очистки FinnSonic – профессиональное оборудование для высококачественной очистки и отмывки печатных плат. Эффективность ультразвуковой отмывки базируется на высокочастотных звуковых колебаниях, которые являются причиной возникновения сильной кавитации в жидкости. Микроскопические кавитационные пузырьки взрываются на поверхности, обрабатываемого объекта удаляя жир и другие виды загрязнений быстро и эффективно.

При разработке систем особое внимание было уделено эффективности, техническим особенностям, удобству работы пользователя и конструкции. Устройства изготавливаются из нержавеющей стали, что обеспечивает удобное обслуживание и поддержание системы в чистоте.



|  |  |
| --- | --- |
| Теxнические данные | m 03 |
| Объем, л | 2.70 |
| Внешние размеры, мм | 270x 165x 225 |
| Внутренние размеры, мм | 240x 135x 100 |
| Корзина размеры, мм | 200x 110x 75 |
| Ультразвук мощность, Вт | 100 |
| Ультразвук частота, Гц | 40 |
| Нагрев, Вт | 150 |
| Питание, В/Гц | 230/50 |
| Слив | - |
| Мощность, Вт | 250 |
| Вес, кг | 4.5 |

Подготовка паяльной пасты

Для подготовки паяльной пасты к использования используется SPS-1 Устройство для подготовки паяльной пасты (Malcom, Япония).

Для достижения максимального времени жизни паяльной пасты рекомендуется хранить ее при постоянной температуре в прохладном месте, предпочтительно в холодильнике. Перед использованием температура паяльной пасты естественным путем должна быть доведена до температуры окружающей среды, что по времени может занять несколько часов. По достижении температуры окружающей среды, перед нанесением на трафарет, паяльная паста должна быть хорошо перемешана до состояния однородной массы.

Устройство SPS-1 сводит оба процесса, подогрев и перемешивание паяльной пасты, в единую автоматически выполняемую операцию, что, в конечном счете, благоприятно влияет на весь производственный процесс. Таким образом, устройство SPS-1 обеспечивает подготовку паяльной пасты к непосредственному использованию, приводя ее в оптимальное рабочее состояние не более чем за 15 минут, независимо от ее исходной температуры.

Устройство SPS-1 представляет собой центрифугу, содержащую вращающееся коромысло, на одном конце которого закреплен наклонный держатель банки с пальной пастой, а на другом – автоматически регулируемый противовес. Планетарное движение банки, достигаемое за счет того, что держатель медленно вращается в направлении противоположном вращению коромысла, вызывает перемещение пасты внутри банки, приводящее к ее перемешиванию и одновременно к повышению температуры за счет взаимного трения внутренних слоев пасты.

Паяльная паста готова к использованию после 10- 15-ти минутного цикла, достаточного для ее перемешивания и повышения ее температуры от температуры хранения в холодильнике до температуры окружающей среды.

Применение устройства SPS-1 позволит радикально повысить качество сборки печатных узлов (ПУ) с поверхностным монтажом, так как до 70% брака при производстве ПУ происходит вследствие нарушения технологии нанесения паяльной пасты на печатную плату, в том числе и из-за неправильной подготовки паяльной пасты к нанесению.

****

Дозирование паяльной пасты

Для дозирования и нанесения паяльной пасты используемАвтоматический дозатор G3 (Gen3 Systems, Англия).

Система дозирования G3 – высокоточный автоматический диспенсер, выполненный в виде настольной машины. Система обладает высокой гибкостью, что позволяет использовать различные материалы для нанесения и обрабатывать различные изделия. Дружественное программное обеспечение позволяет оператору с лёгкостью переналаживать автомат без отрыва от производства на значительное время. Программное обеспечение выполнено в виде интуитивное понятного приложения, работающего в среде Windows. Система технического зрения установленного в установке использует уникальную технологию CCD. Данная технология позволяет распознать и сохранить начальное положение печатных плат по реперным знакам и сохранять полученные значения в течении всего производственного цикла, а в случае изменения координат платы система моментально меняет алгоритм обработки. Такая система корректировки позволяет минимизировать дефекты и ошибки на производстве.

Система позволяет использовать широкий спектр материалов для нанесения: паяльная паста, клей, гель, различные влагозащитные материалы на основе силикона или эпоксида.

Технические характеристики

Максимальный размер ПП 240 мм x 280 мм

Максимальное перемещение по оси Z 80 мм

Точность перемещения ± 0.01 мм

Повторяемость ± 0.025 мм

Скорость нанесения мм/сек 0 – 800 мм/сек

Система перемещения – 3 или 4-ёх осевая с приводами по осям

Система технического зрения с технологией компенсации и автоматического контроля начального положения

Программное обеспечении под ОС Windows Опционально поставляемый шприц для высокоточного дозирования.

Размеры:

Длинна x Ширина x Высота (мм)

760 мм x 860 мм x 1200 мм

Вес (Кг) 150 кг

Энергопотребление 230В 50Гц

Сжатый воздух 5 Бар

****

Расположение элементов

Расположение элементов SMD будет производиться Многофункциональный автомат поверхностного монтажа М6ez (i-PULSE, Yamaha Motor Group, Япония)

Выпуском на рынок автомат серии M6ex компания i-PULSE существенно упростила своим пользователям задачу, в которой должны с успехом решаться 3 основные задачи – это наименьшая стоимость, возможность ставить корпуса от 01005 включительно и высокая гибкость. Автомат M6ex будет достойной заменой автомата M4e ставшего популярным среди российских пользователей.

Модель М6ez это усовершенствованная модель серии M6ex. Основное отличие заключается в том, что новая модель М6ez может размещать компоненты высотой до 20 мм.

Начиная с 2011 года модель M6ez становится основной моделью предлагаемом производителем для многономенклатурных производств радиоэлектронной промышленности.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Описание |
| Габариты ПП (Д х Ш) | от 50 х 30 мм до 460 х 410 мм |
| Толщина ПП | от 0,5 до 2 мм |
| Направление/Скорость конвейера | направление слева направо, 420 мм/с, функция "мягкая" остановка |
| Скорость размещения | 19 000 комп/час CHIP  17 400 комп/час SOIC16  6 300 комп/час QFP100 |
| Точность размещения (µ+3σ) | CHIP 50 микрон |
| Точность размещения (µ+3σ) | QFP 35 микрон (камера нижнего обзора) |
| Угол размещения | +/- 180 град., разрешение 0.022º |
| Управление по оси Z | 6 шпинделей размещения, с независимыми сервомоторами, разрешение 0.006 мм |
| Высота компонента | 20 мм |
| Уровень компонентов | от 01005 до 56х64 мм TSOP, PLCC, QFP, BGA, CSP, коннекторы, компоненты нестандартной формы и др. |
| Макс. загрузка питателей | 120 типов (для лент 8 мм) |
| Габариты (Д х Г х В), вес | 1750 х 1500 х 1550 мм, 1800 кг |
| Питание | 3-фазы 380 В ±10%, 50 Гц, 1,5 кВт |
| Потребление воздуха | 5-6 Бар, 69 л/мин |



Пайка оплавлением

Создание оптимального температурного профиля оплавления является одним из важнейших факторов в обеспечении качества паяных соединений, получаемых на печатной плате методом поверхностного монтажа.

*Этап предварительного нагрева*

В течение данного этапа паяльная паста высушивается, испаряются ее наиболее летучие компоненты (органические наполнители), удаляется влага из ЭК и ПП. Скорость подъема температуры обычно составляет 1 – 3°С/сек, максимальная температура составляет от 100 до 150°С. Более быстрый рост температуры приводит к разбрызгиванию паяльной пасты, образованию шариков и перемычек припоя, а также может вызвать повреждения термочувствительных ЭК (появление трещин в керамических чип – резисторах и т.д.). Бессвинцовые сплавы требую более высоких температур предварительного нагрева – до 150 – 200°С.

*Выдержка*

При выдержке происходит минимизация градиентов температур компонентов и всех областей ПП, активация флюса, очистка паяемых поверхностей. Скорость подъема температуры выбирается предельно низкой. Температура в конце этапа приближается к точке плавления (130 – 170°С для эвтектических припоев, 180 – 200°С для бессвинцовых). Следствием слишком быстрого подъема температуры является недостаточное флюсование и образование шариков припоя; с другой стороны, низкая скорость обуславливает избыточное окисление пасты и, в результате, ее разбрызгивание, а также увеличивает без необходимости время операционного цикла. Время выдержки составляет 60 – 90 сек, иногда до 120 – 150 сек. Рекомендуется, чтобы разница температур между фазами предварительного нагрева и оплавления была меньше 100°С.

*Оплавление*

В процессе оплавления температура повышается на 1 – 3°С/сек. Чтобы избежать перемычек припоя, недостаточной смачиваемости, эффектов «холодной» пайки и коробления, необходимо выдерживать паяемые ЭК при температуре выше точки плавления (183°C для Sn63, 179°C для Sn62, 217°C для бессвинцовых) по меньшей мере в течение 30 – 90 сек (предпочтительно 60 сек.). Меньшие значения (30 – 60 сек) рекомендуются в случае использования покрытий HASL и OSP, большие (60 – 90 сек) – для покрытий на основе никеля. Температура должна быть достаточной для обеспечения хорошего смачивания и флюсования (обычно – 215 – 220°C) и на 30 – 40°С превышать температуру эвтектики. ЭК должен находиться при температуре, отличающейся от пиковой не более чем на 5°С, в течение 10 – 30 сек. Более длительная, чем необходимо, выдержка ведет к избыточному росту интерметаллических соединений, что придает паяному соединению хрупкость и уменьшает его усталостную прочность. Также повышенная температура может активизировать окисление пасты, что ухудшает смачивание. Температура корпуса ЭК, которая может отличаться от температуры выводов на 15°С, не должна превосходить 220°С. Небольшие ЭК (объем корпуса V<350 мм3) подвергаются большему нагреву, чем крупные. Максимальное значение температуры корпуса для небольших ЭК составляет 240°С. В процессе оплавления не должно происходить изменения цвета или обугливания ПП.

Пиковая температура в процессе оплавления имеет нижний и верхний пределы. Нижний предел – температура, минимально необходимая для получения надежных паяных соединений (определяется, прежде всего, характеристиками припойной пасты). Верхний предел – максимальная температура оплавления, которая должна быть ниже, чем:

тестовая температура, используемая для оценки уровня чувствительности корпуса ЭК к влажности (MSL);

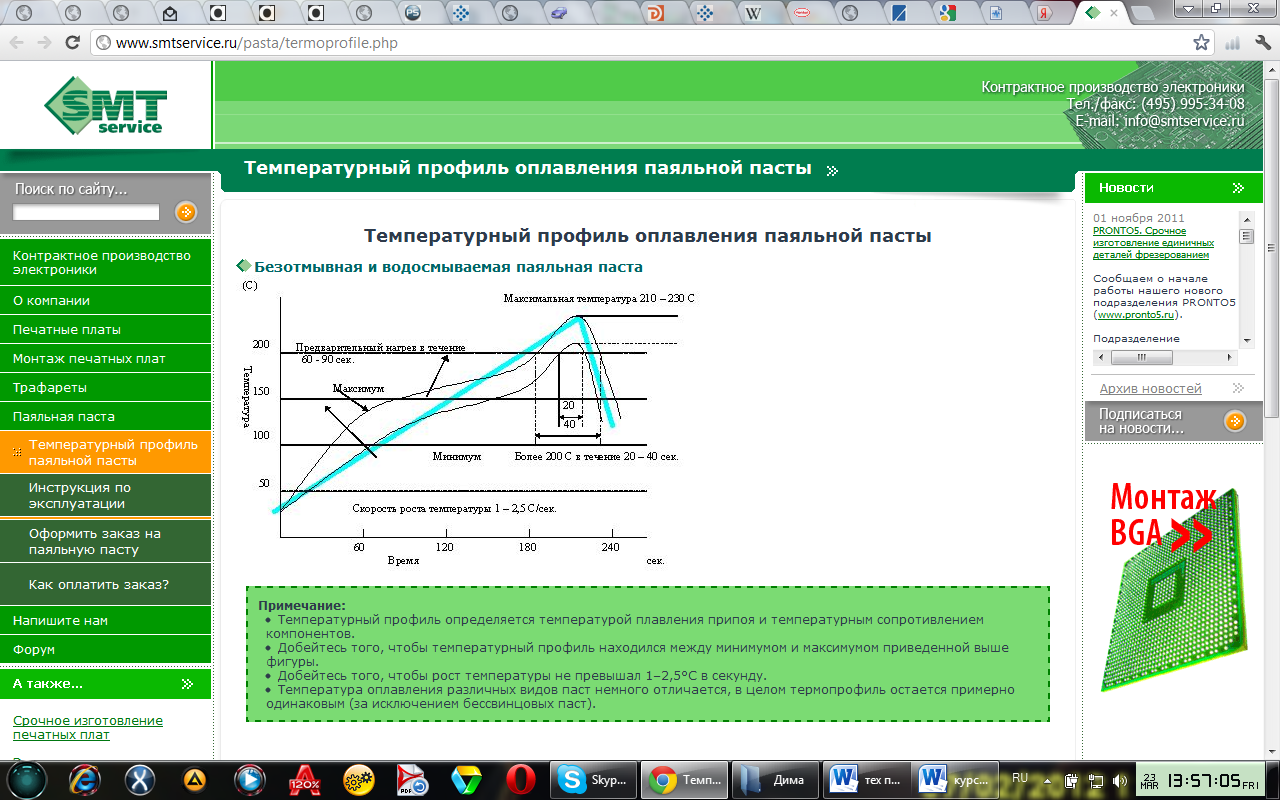
температура, при которой происходит повреждение ПП.

Диапазон между нижним и верхним пределами пиковой температуры определяет т.н. «окно» процесса. Шириной этого окна для традиционной технологии составляет около 35°С. Для бессвинцовых сплавов окно процесса существенно уже (10 – 20°С), и существенно возрастают требования к контролю параметров процесса.

Рекомендуемая пиковая температура лежит в границах 230-240 °C

*Охлаждение*

Процесс пайки считается завершенным, когда сборка охлаждается с образованием прочных паяных соединений. Скорость охлаждения непосредственно влияет на получаемую микроструктуру соединения, а она, в свою очередь, на его механические свойства. Высокая скорость охлаждения уменьшает размер зерна интерметаллических соединений и упрочняет паяные соединения, увеличивает усталостную прочность, соединение получается более блестящим. С другой стороны, быстрое охлаждение вызывает остаточные напряжения в материалах с различными ТКР и коробление ПП. Вследствие этого, следует контролировать процесс охлаждения – как правило, снижением скорости в зависимости от возможностей печи (скорости воздушного потока, расположения нагревательных элементов, ширины конвейера и т.д.). Рекомендуемые значения скорости составляют 3 – 4°С/сек до 130 °С (не более 4°С/сек). Время нахождения платы под воздействием температуры выше температуры стеклования Tg (125° – 175°C) должно быть менее 4 минут. Продолжительность процесса оплавления при подъеме температуры от 45°C до пиковой (215 ± 5°C) составляет, как правило, от 3,5 до 4 минут; общее время пребывания платы в печи – от 4 до 6 минут.



*Обощенный температурный профиль паяльных паст.*

Для пайки оплавления воспользуемся система конвекционной пайки оплавлением GoReflow 1.8 компании SEHO (Германия).

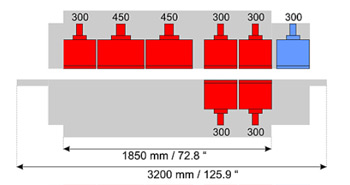
Конвекционная система пайки оплавлением GoReflow 1.8 идеально подходит для мелко и среднесерийного производства. Общая длина зон нагрева составляет 1850 мм. 5 зон нагрева и средняя скорость работы 0.4-0.55 м/мин обеспечивают максимальную гибкость в создании термопрофиля, что очень важно при использовании бессвинцового процесса пайки.

Для возможности охлаждения продуктов после процесса пайки, GoReflow 1.8 оборудована вентиляторным модулем охлаждения. Общая длина модуля охлаждения составляет 300 мм.

Система управления конденсатом с нержавеющим стальным фильтром интегрирована в зону пайки и зону охлаждения. Остатки флюса собираются в пластиковую емкость и легко могут быть удалены.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ

* Длина зоны нагрева: 1850 мм
* Общая длина системы: 3200 мм
* Высота на входе: 840±25 мм
* Направление движения конвейера: слева на право (стандартно)
* Максимальная рабочая ширина: 400 мм



КОНФИГУРАЦИЯ ЗОНЫ НАГРЕВА

* Зоны предварительного нагрева: 3 зоны сверху
* Зоны пайки: 2 зоны сверху и снизу

КОНФИГУРАЦИЯ ЗОНЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

* Длина зоны охлаждения: 300 мм
* Необходимая мощность вытяжки: 1000-1200 м3/ч

ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

* За каждой зоной нагрева ведется непрерывный мониторинг и контроль
* Легкость в программировании
* Возможность быстрой настройки параметров
* Возможность записи до 100 программ пайки
* Интерфейс для принтера
* Функция защиты паролем



Промывка

Установка для отмывки печатных плат **«Радуга 60.1»**

Максимальный размер обрабатываемых изделий 540х480.

Количество одновременно обрабатываемых плат - до 5шт.

Время машинного полоскания - до 20минут.

Маркировка

**Настольный лазерный маркиратор J502-29 компании JOT**

Настольный маркировщик предназначен для нанесения маркировки на поверхность печатных плат.

Применяется для маркировки штрихкодами, 2D кодами, текстом и графикой

Компактный дизайн

Высокое качество маркировки

Не требует расходных материалов и периодического обслуживания

Технические характеристики:

Параметры лазера:

Длинна волны - 1,07μm

Мощность лазера 10 Вт



Визуальный контроль

Контроль печатной платы проводится отпическим методом с применением Системы автоматической оптической инспекции и рентгеновского контроля K серии (i-PULSE, Yamaha Motor Group, Япония).

Системы автоматической оптической инспекции (АОИ) компании i-PULSE вобрали в себя все последние достижения в области оптической инспекции ПП. Модели могут использоваться на всех этапах производства (для проверки качества нанесения паяльной пасты, качества монтажа компонентов на паяльную пасту, качество пайки после процесса оплавления). Как настольные, так и конвейерные системы могут быть оснащены системой маркировки ПП (это может быть нанесение любой информации на инспектируемую ПП: дата проверки, порядковый номер, тип или место дефекта и пр.).

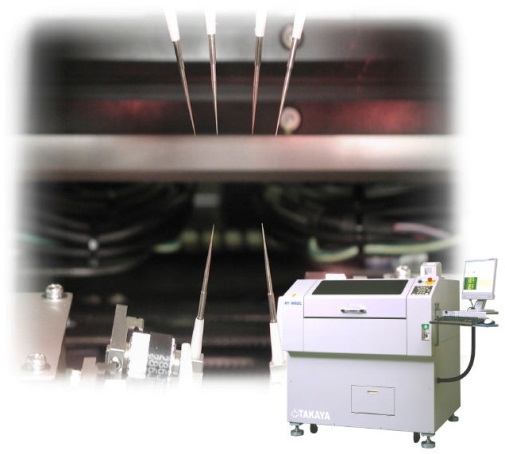


Тестирование печатных плат

Тестирование печатных плат может проводиться Автоматическая установка APT-9600 для тестирования смонтированных печатных плат зондовым методом, компания TAKAYA Corp. (Япония).

Это супергибкая система, которая подходит для применения в любых условиях – от опытных до крупносерийных производств.

Особенности APT-9600:

* Система оперирует только подвижными зондами – 4-мя с верхней стороны и 2-мя с нижней. Т.е. уже в начальной комплектации система имеет подвижные нижние зонды.
* Возможность тестирования микросхем с нижней стороны методом IC open test
* Тестируемая область: 535x460 мм – с верхней стороны, 330x255 мм – с нижней стороны
* Система обладает несколько отличными параметрами по размерам тестируемых компонентов (с нижней стороны макс. высота компонентов – 35 мм, против 95 мм у APT-9411)
* Данная система не поддерживает функцию периферийного сканирования JTAG (Boundary Scan)
* Возможность тестирования «голых» ПП
* Для обеих систем – APT-9411 и APT-9600 – теперь доступен новый модуль обмена данными и программирования – PCU2009, который открывает новые возможности тестирования.

**Монтирование бескорпусных элементов**

Для установки кристаллов следует учесть, что на сборку поставляются кристаллы с выводами, каждый в отдельной таре, для предотвращения повреждений. При установке на плату, ориентация идет по реперным точкам, нанесенным в месте будущего расположения кристалла.

Для монтажа бескорпусных элементов была выбрана технология COB (Chip-on-board), подразумевающая установку кристалла прямиком на плату.

*Рассмотрим технологию .*

Процесс сборки СОВ-содержащих изделий схож с процессом сборки гибридных модулей. Разница лишь в базовых материалах (в СОВ в качестве подложки используется печатная плата, а не керамика) и типе корпуса (полупроводниковый кристалл герметизируется заливкой (glob-top), а не закрывается металлическим или пластиковым корпусом).

Наиболее распространенным методом является монтаж кристаллов эпоксидный адгезив, который отверждается и проходит дегазацию при температурах до 150 °С. Однако нам необходимо обеспечивать теплоотвод, поэтому, как указано в главе 3, применять будем клей ВК-89. Для предотвращения выхода из строя других элементов, сушку будет производить при температуре 700С.

Перед установкой кристалла необходима его плазменная чистка в специальном оборудовании от пыли и других загрязнений, так как это может привести к возникновению пор во время герметизации.

Кристалл устанавливается при помощи вакуумного наконечника, которые предупреждает механическое воздействие и возможность повредить поверхность кристалла.

После монтажа кристалла и отверждения адгезива наступает очередь формирования электрических связей между выводами изделия и контактными площадками кристаллов. В подавляющем большинстве случаев такие связи делаются ультразвуковой сваркой алюминиевой проволокой (тип соединения «клин-клин») или термозвуковой сваркой золотой проволокой (тип соединения «шарик-клин»). Преимущество ультразвуковой сварки алюминиевой проволокой в том, что процесс выполняется при комнатной температуре. Недостаток — почти в три раза большая, чем в случае термозвуковой сварки, длительность образования сварного соединения. Несмотря на это, надежность алюминиевой проволоки гораздо выше при термических нагрузках на изделие или при термо-циклироеании. В основном алюминиевая проволока применяется в силовой, автомобильной электронике и бытовой технике.

Процесс сварки алюминиевой проволокой является фрикционным (нагрев осуществляется трением свариваемых поверхностей). Чистые металлы прижимаются друг к другу с заданным усилием; затем при помощи пье-зопреобразователя колебаний к месту сварки по рабочему инструменту подается механическое колебание ультразвуковой частоты (как правило, 60, 100 или 140 кГц) до тех пор, пока не произойдет плавление металлов в месте контакта и не образуется слой взаимно диффундировавших из противоположных слоев молекул алюминия. Амплитуда таких колебаний составляет 1-2 мкм.

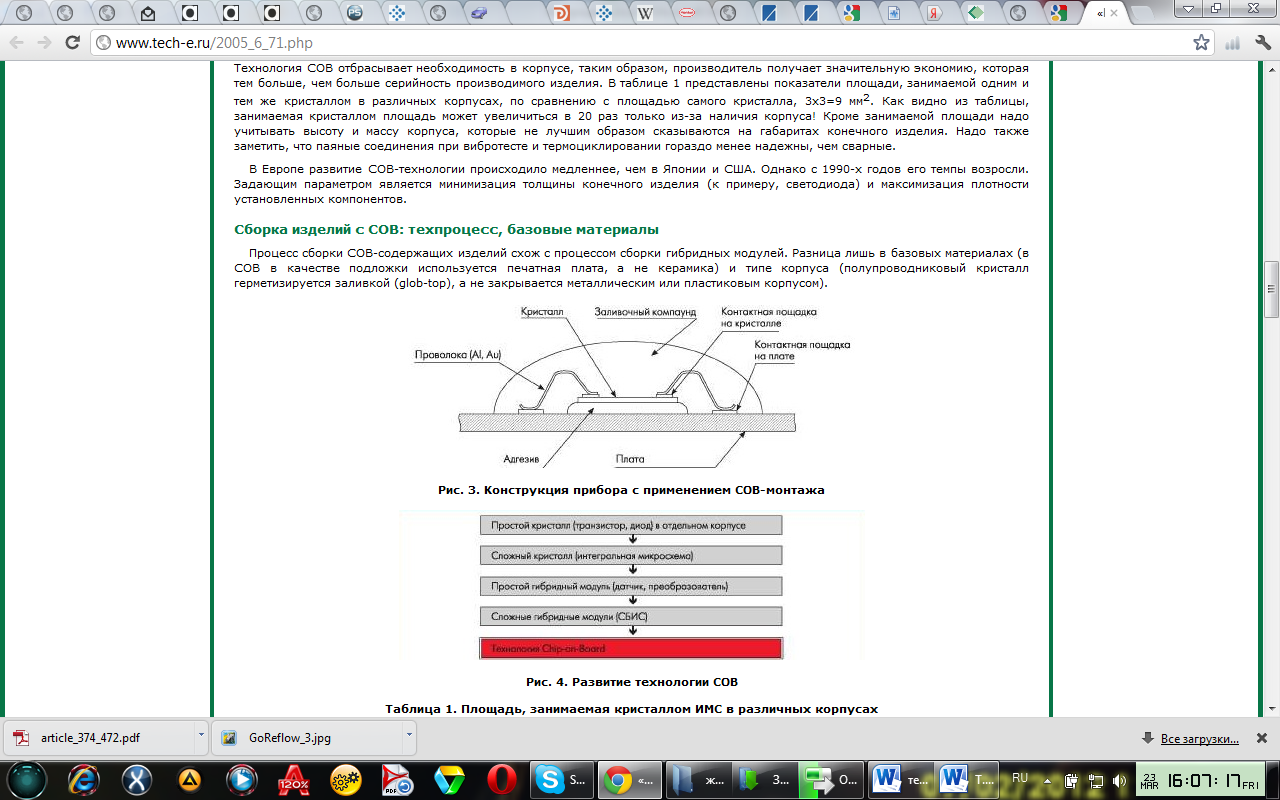
Процесс сварки разделен на три явно выраженные фазы: очистка поверхностей, прорыв поверхностного оксида алюминия и, наконец, фаза взаимной диффузии молекул металлов. Металлы при ультразвуковой сварке прижимаются друг к другу, пока расстояние между их поверхностями не сравняется с одним межатомным расстоянием их кристаллической решетки. В результате получается соединение высокой прочности и абсолютно стабилизированное, то есть лишенное каких-либо механических напряжений.

Металлизация контактных площадок большинства кристаллов выполняется из алюминия или его сплава толщиной 0,8-2 мкм, оптимально подходящего для ультразвуковой сварки алюминиевой проволокой. Идеальная контактная площадка печатной платы состоит из медного проводника, покрытого слоем химического никеля толщиной 2-4 мкм, покрытого слоем химического золота толщиной 0,1-0,2 мкм.

Ультразвуковая сварка — процесс, проходящий при комнатной температуре без каких-либо посторонних катализаторов. Наиболее важные моменты — прочный захват и прижим печатной платы во время сварки. Вибрации платы или ее перемещения по рабочему столу могут существенно ухудшить результаты процесса. Лучшим способом фиксации платы является вакуумный прижим.

Термозвуковая сварка золотой проволокой

В отличие описанного типа, сварка «шарик-клин» не может быть проведена при комнатной температуре. Для достижения приемлемого качества рекомендуется нагрев платы до температуры 120 °С. Практические данные говорят о том, что отлаженная установка сварки в сочетании с материалами хорошего качества способна снизить температуру нагрева до 85-90 °С, расширяя окно процесса. Остальные требования схожи с требованиями для ультразвуковой сварки: поверхность платы должна быть ровной и чистой (во избежание разницы температуры на поверхности платы и потерь передаваемой на рабочий инструмент энергии).



Для решения всех поставленных задач используется:

-Дозирование компаундов

Установка прецизионного дозирования  DS500

Технические характеристики:

* точность позиционирования головы: 10 мкм;
* точность дозирования (толщина слоя): 50 мкм;
* время цикла от 5 с;
* габаритные размеры: 1683х1045х1870 мм;
* вес: 900 кг.



-монтаж кристаллов

Монтаж кристаллов будет осуществляться высококвалифицированным оператором при помощи вакуумного пинцета. Так как производство мелкосерийное и монтаж бескорпусных элементов Chip-on-board является не такой частоприменяемой операцией, то использование дорогостоящих аппаратов не обосновано. Помимо этого, переход на полную автоматизацию потребует изменений в формате поставки: вместо кристаллов с уже установленными выводами, потребуется поставка пластин, содержащих кристаллы. Применение второго варианта требует больших затрат на поиски необходимого поставщика, а также введение дополнительных операций скрайбирования и сврарки выводов, при этом повышается риск механического воздействия и возможного выхода из строя кристаллов, что несет отрицательный экономический эффект.

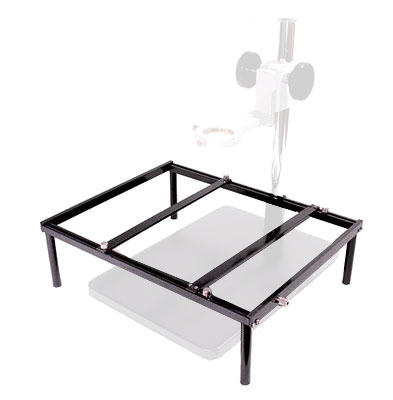
**Вакуумный пинцет Quick-381**

****Вакуумный пинцет Quick-381 ESD позволяет легко перемещать интегральные микросхемы, сопротивления и другие электронные компонент. Встроенный диафрагменный насос Quick-381 ESD обеспечивает необходимое для подъема предметов разрежение воздуха. Позволяет поднимать предметы весом до 120 г. Для большей безопасности и снижения риска повреждения деталей статическим электричеством все элементы вакуумного пинцета – ручка, наконечники и присоски сделаны из антистатических материалов.

* Потребляемая мощность 7 Вт
* Разрежение всасывания 280 мм ртутного столба обеспечивает поднятие деталей весом до 120 гр
* Сменные присоски из токопроводящего силикона
* Соответствует требованиям ESD-защиты

**Держатель платы Quick800L**

* Для прецизионных ремонтных работ
* Размер держателя платы: 382х300х110 мм



[](http://www.sovtest.ru/sites/default/files/img_oborud/lynx_0.jpg)**Безокулярный cтереомикроскоп Lynx**

Безокулярный cтереомикроскоп является эффективной и универсальной системой визуального контроля.

Данная модель позволяет значительно повысить производительность оператора за счет значительно большей площади обзора по сравнению с традиционными микроскопами, снижения утомляемости зрения и повышенному комфорту, благодаря свободе положения головы и тела. Оператор может работать в очках или контактных линзах.

В стандартной комплектации позволяет получить увеличение до 40 крат. С помощью дополнительных объективов можно повысить увеличение до 120 крат.

-Разварка выводов

**Полуавтоматическая установка ультразвуковой разварки клином SHB-150.**

Установка SHB-150 – это ручная/полуавтоматическая установка разварки клином алюминиевых проволок. Система  управления монтажным усилием с автоматическим контролем касания гарантирует постоянное монтажное усилие. Горизонтально расположенная система подачи проволоки позволяет оператору с легкостью заправить проволоку и обеспечивает её плавную подачу. Система имеет сенсорный экран для настройки всех параметров, а также кнопки на передней панели для проведения процесса разварки. Определение места разварки устанавливается при помощи манипулятора (4:1).

Особенности модели:

* Настольная установка имеет компактный дизайн.
* Установка снабжена новейшей системой  управления монтажным усилием.
*  Моторизированная монтажная головка позволяет достигнуть высокой повторяемости проволочных соединений.
* Функция моторизированной резки проволоки основывается на настройке  глубины резки канавки проволоки.
* Установка легка в управлении и настройке, управление осуществляется при помощи сенсорного экрана.
* Установка имеет устройство автоматической блокировки координатного стола в момент проведения разварки.
* Установка позволяет выполнять 3-х шовные соединения с индивидуальной настройки высоты петли.
* Доступно 3 режимов разварки: полуавтоматический, пошаговый,  ручной.
* Алюминиевая проволока диаметром от 100- мкм до 500 мкм.
* Также доступна функция разварки лентой.

|  |  |
| --- | --- |
| Технические характеристики | PLL, саморегулируемая, 62,5 кГц (±2,5 кГц) |
| Система генерирования ультразвука | 50 Вт |
| Максимальная мощность ультразвука | 1 мс— 5000 мс |
| Диапазон настройки времени монтажа | 100 — 1500 г |
| Диапазон настройки монтажного усилия | 100 — 500 мкм (Al) |
| Диаметр свариваемой проволоки | 100 — 500 мкм (Al) |
| Материалы свариваемой проволоки и базы | Алюминиевая проволока может быть сварена на базе из алюминия (Al), золота (Au) и никеля  (Ni) |
| Перемещение монтажной головки | Следящий привод по осям XY |
| Диапазон перемещения монтажной головки | Перемещение по оси Z: 50 мм, Перемещение по оси Y: 50 мм |
| Движение стола | Ручное управление манипулятором |
| Диапазон перемещения стола | ± 25 мм от центра стола |
| Максимальный размер захвата стола | 86 мм x  50 мм x 45 (В) мм |
| Максимальное количество программ | Макс. 2500 (128 МБ встроенной памяти) |
| Размеры установки | 750 мм (Ш) x  650 мм  (Г) x 430 мм (В) |
| Вес установки | Около 60 кг |
| Потребляемая мощность | Узел питания 100—120 В / 200—240 В,  50/50 Гц |

Полуавтоматические установки шариковой микросварки проволочных выводов 4522, 4524AD

Многоцелевые полуавтоматические системы шариковой разварки выводов серии 4500 предназначены для мелкосерийного и пилотного производства и обладают высокой производительностью и отличной повторяемостью, необходимыми для решения любой задачи разварки золотыми шариками. Установки оснащаются микроскопом, эргономичным манипулятором и системой целевой подсветки, имеют возможность полуавтоматической работы в режимах полного ручного управления.

Полуавтоматический и ручной режимы работы, индивидуальный контроль параметров сварки и способность использования широкого диапазона диаметров проволоки предоставляют возможность применения данных установок в операциях монтажа методом шариковой микросварки, нанесения шариковых выступов, формовке, выполнении ответственных соединений, в том числе с установкой ПМИ.

* Одна и та же сварочная головка как для операций в труднодоступных местах, так и для обычной микросварки.
* Постоянная длина наконечника с возможностью точной настройки
* Простота в обращении (ручной и полуавтоматический режимы).
* Постоянный размер шарика, обеспечиваемый методом импульсного электронного оплавления
* Обнаружение отсутствующих шариков и функция автоматической остановки
* Большая рабочая область (152 х 152 мм)
* Возможность глубокого доступа (опция)
* Перемещение по оси "Z" при помощи сервопривода с обратной связью
* Встроенный регулятор температуры
* Портативный блок ручных регуляторов (4522)
* Цифровая индикация всех параметров сварки (4523AD)

-пайка соединителя

**Установки селективной пайки миниволной припоя SPA-300NC**

Установка является системой, предназначеной для селективной пайки миниволной припоя компонентов навесного монтажа: разъемов, трансформаторов, резисторов, реле и т.д.

Для пайки плата с установленными компонентами фиксируется в паллете и устанавливается через загрузочное окно на транспортную систему. Далее она последовательно, в соответствии с программой, перемещается к флюсователю, преднагреву и к паяльной ванне. Пайка может осуществляться, как точечно (окунанием) отдельных выводов, так и линией по оси X/Y при пайке разъемов и других многовыводных компонентов.

[](http://www.sovtest.ru/sites/default/files/img_oborud/SPA-300NC.jpg)

-сушка

**Сушильный шкаф печатных плат ЭКС-0,5/3,5-И2**

Мощность: 9,0 кВт

Диапазон температур: 50÷350 °С

Размеры рабочей камеры, мм:

[](http://lab-term.ru/cnol-500.html)ширина - 700

длина - 800

высота - 900

Габаритные размеры, мм:

ширина - 1400

длина - 1300

высота – 2000

Последовательность операции при сборке

Входной контроль

Визуальный контроль печатной платы на отсутствие замыканий и обрывов проводников

Очистка

Промывка платы для обезжиривания

Нанесение припойной пасты

Нанесение припойной пасты SolderPlus 63NCLR-A в места установки SMD-компонентов

Размещение SMD-компонентов

Размещения SMD-компонентов

Визуальный контроль

Правильность установки SMD

Оплавление припоя

Пайка оплавлением

Визуальный контроль

Контроль качества пайки SMD

Установка соединителя

Ручная установка соединителя в отверстие

Пайка соединителя

Производится пайка соединителя миниволной припоя на установке SPA-300NC.

Очистка

Промывка платы для удаления остатков флюса

Нанесения клея

Нанесение клея на плату, при этом ориентироваться на реперную точку будущего расположения кристаллов

Размещение кристаллов

Размещение кристаллов точно по реперным точкам

Сушка адгезива

Сушка адгезива в сушильном шкафу

Разварка золотых соединений

Разварка золотых соединений термозвуковой сваркой.

Разварка алюминиевых соединений

Разварка алюминиевых соединений ультразвуковой микросваркой.

Герметизация

Герметизация кристалла и выводов

Сушка

Сушка герметика в шкафу

Лакировка

Покрытием лаком

Сушка

Сушка лака в шкафу

Маркировка

Нанесение маркировки

Выходной контроль

Визуальный выходной контроль

Тестирование

Тестирование на работоспособность