**РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту

на тему:

"Датчик Шума"

# **Введение**

Данный курсовой проект выполнен на основе материала, полученного на предприятии ФГУП «Калугаприбор» г. Калуги.

В данном курсовом проекте при разработке печатного узла учитывались условия его работы.

Условия эксплуатации блока подразумевают постоянное действие вибрации (10 g) и воздействие ударов (перегрузка 15 g, форма импульса прямоугольная, τ = 15 мс), давление 760 мм. рт. ст., диапазон температур (-60 – +100)°С, влажность до 80% при температуре 300С.

Данный узел должен обеспечивать высокое быстродействие и при этом иметь как можно меньшие габариты и вес, а его производство обладать максимальной технологичностью с учетом типа производства.

Все эти требования и стали определяющими при выборе конструктивного варианта исполнения субблока, элементной базы, типа крепления ЭРЭ и выбора защитных покрытий, а также при разработке технологического процесса сборки данного субблока.

Чертежи оформлены с использованием графической системы КОМПАС 7.0, расчетно-пояснительная записка оформлена с использованием текстового редактора MicroSoft Word.

# **Реализация устройства**

ДШ конструктивно выполнен в виде субблока. Структурная схема датчика ДШ представлена на листе 5 графической части.

При построении ДШ использовано известное положение теоремы Ляпунова о том, что закон распределении плотности вероятности суммы независимых случайных величин, имеющих законы распределения отличные от нормального, приближается к нормальному распределению при n стремящемся к бесконечности, где n число слагаемых. Кроме того, если закон распределения каждого из слагаемых симметричен, то закон распределение суммы приближается к нормальному распределению быстрее.

Используемые в ДШ источники шума ИШ генерируют шумовой сигнал (импульсная последовательность пилообразных импульсов) одномерный закон распределения мгновенных значений которого подчиняется закону Реллея.

Сигналы 1 и 3 слагаемых образуются суммированием сигналов двух пар ИШ с разной полярностью импульсных последовательностей на эмиттерных повторителях ЭП с последующим амплитудным ограничением на ограничителях Огр. дли стабилизации уровня сигнала и одновременного расширения спектра в область низких частот.

Для формирования сигналов 2 и 4 слагаемых используются две нелинейные цепи с несимметричными выходами9 в состав каждой из которых, кроме пары ИШ с разной полярностью импульсных последовательностей, входят усилитель-ограничитель а фильтр низкой частоты,

После суммирования сумматором двух предельно-ограниченных сигналов8 число которых обусловлено заданной степенью приближения закона распределения суммы сигналов к нормальному распределению, образованный шумовой сигнал проходит через ФНЧ1.1, формирующей требуемое распределение спектральной плотности сигнала по частоте, и поступает на регулируемый усилитель на выходе которого сигнал имеет постоянную величину независимо, от его ширины спектра.

Управление полосой пропускания ФНЧ1, коэффициентом усиленна УР осуществляется одновременно через коммутатор.

С выхода УР1.1 шумовой сигнал поступает на вход модулятора, при помощи которого возможно осуществление модуляции сигнала низкочастотным случайным сигналом со спектром 0–30 Гц. Формирование низкочастотного сигнала производится путем фильтрации одного из исходных ограниченных сигналов ФНЧ2.

В ДШ применяется резервирование кепи формирования шумового сигнала, состоящей из последовательно соединенные сумматора, ФНЧ и УР. На входы первой цепи поступают сигналы 1 и 2 слагаемого,: а на входы второй 3 и 4 слагаемого. Управление полосой пропускания ФНЧ1 и усилением УР1 осуществляется синхронно через соответствующие КОММУТ.1 и КОММУТ.2.

# **Принцип функционирования**

Источниками шума служат диоды VD1 – VD8.

Рабочий ток 50 мкА через диоды стабилизируется источниками тока на транзисторах микросхем DD1, DD2 с токозадающими резисторами R1 – R6.

Шумовые сигналы от источников шума непосредственно и через разделительные конденсаторы С1, С3, С5 и согласующие резисторы R8 – R15 поступают на входы ЭП, выполненных на транзисторах микросхемы DD3.

Далее сигналы через разделительные конденсаторы С9, С10 попадают на ограничители., выполненные на широкополосных усилителях микросхем DD5, DD6 с корректирующими конденсаторами С11 – С14, С17, С18,

Шумовые сигналы с диодов VD2, VD3, VD6, VD7 через разделительные конденсаторы С2, С4, C7, С8 поступают на выход усилителей-ограничителей собранных на микросхеме DD4.

• Усилители-ограничители содержат три каскада. Первый из них работает в линейном режиме, а второй и третий в режиме ограничения амплитуды, что обеспечивает стабильность выходных уровней.

С выходов усилителей-ограничителей сигналы через разделительные конденсаторы C15, C16 поступают на входы фильтров низкой частоты, выполненных на RC элементах (R26-C24, R27-C25). Ограниченные шумовые сигналы через согласующие резисторы R20, R21, R31, R32 поступают на входы соответствующих сумматоров, выполненных на ЭП микросхем DD5, DD6.

С выхода каждого сумматора сигнал вначале подается на предварительный фильтр НЧ. собранный на элементах R29, 1? 33, С26, С28, и RЗО, R34, С27, С29, L 2, а затем на формирующий ФНЧ1.

В фильтрах НЧ1.1 и НЧ1.2 предусмотрено изменение полосы пропускания путем выборочного подключения к общей шине конденсаторов СЗЗ-С35 (СЗО и R35 подключены постоянно) и C36-C38 (С31 и R36 подключены постоянно). Подключение конденсаторов осуществляется через коммутаторы (входы АЭ-А2 микросхем DD7 и DD8).

Сформированный сигнал с выхода каждого ФНЧ1 поступает на соответствующий инвертирующий усилитель с дискретно регулируемым коэффициентом усиления (микросхемы DD9, DD10). Регулировка коэффициента усиления производится путем изменения коэффициента передачи цепи обратной связи на элементах R37-R44, R48, R49. Подключение резисторов R37-R44 к обшей шине осуществляется через коммутаторы (входы ВО-ВЗ микросхем DD7 и DD8), на управляющие входы которых подаются логические \*1\* и «О\*.

С выхода усилителя DD10.1 через разделительные конденсаторы С39, С42 и согласующий резистор R51 сигнал подается на первый вход модулятора, выполненного на микросхеме DD11. Элементы R54, R55, R64, C52 осуществляют начальное смещение на первом входе модулятора, а элементы R50, R52, R53, C43 нa втором входе модулятора. Для установки заданной глубины модуляции предназначен потенциометр R58 с согласующим резистором R56. Резисторы R57, R59-коллекторные нагрузки выходных транзисторов модулятора.

На второй вход модулятора через конденсатор С44 поступает низкочастотный случайный сигнал с выхода второго фильтра НЧ, выполненного на операционном усилителе (ОУ) DD9 с элементами R28, R45-R47, С21, С32.

Модулированный сигнал снимается с резистора R59 и подается на вход согласующего инвертирующего усилителя на микросхеме DD10.2 через конденсаторы С49 и С50

Далее усиленный сигнал поступает через резистор R7O поступает на выход субблока.

Одновременно с выходов ОУ микросхем DD9 и DD10.1 сформированные сигналы через разделительные конденсаторы С45-С48 поступают на вход инвертирующего сумматора выполненного на ОУ DD13, с выхода которого через согласующий резистор R68 усиленный сигнал поступает на выход субблока, контакт А28.

Параллельно инвертирующим входам ОУ Д13, Д10.2 включены ключи на транзисторах микросхемы DD12 с резисторами R69, R71. При подаче на управляющие входы ключей (базы транзисторов) напряжения (12–15) В ключи открываются и подключают входы ОУ к общей шине, что исключает прохождение входного сигнала ОУ на выход субблока. Режим работы субблока без модуляции обеспечивается при включенном ключе DD12.1 и выключенном ключе DD12.2, а режим с модуляцией – при включенном ключе DD12.2 и выключенном ключе DD12.1.

Элементы R22, R23, V9, VIО и R76, R77, Vll, V12 выполняют функции стабилизаторов напряжения для микросхем DD5-DD8; элементы С54-С61, R72-R75-функции фильтров цепей питания – 15 В; элементы R78, С62-функции фильтра цепи питания микросхемы DD4.

# **Основание выбора элементной базы**

Данный проект выполнен в соответствие с современными требованиями, обеспечением точностных и временных характеристик. Исходя из этого считаю целесообразным выполнить поверхностный монтаж всех элементов, для чего используются не только отечественные но и импортные компоненты.

Преимущества SMD технологии:

* 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.
* Возможность исключения операции отмывки.
* Использование современной элементной базы.

Высокая точность и повторяемость установки компонентов.

Конструкция системы ориентирована на обеспечение наилучшего быстродействия, высокой надежности и относительно небольшую стоимость. Практически все элементы схемы, кроме конденсаторов импортные. Конденсаторы и резисторы – малогабаритные в корпусах 0603,0805,1206 для поверхностного (SMD) монтажа.

Рассмотрим конденсаторы типа К53–56А фирмы ОАО НИИ «Гириконд»(Санкт-Петербург) Танталовые чип-конденсаторы защищенной конструкции для автоматического монтажа на поверхность

Наиболее широкая шкала номинальных емкостей и напряжений. Низкие значения полного сопротивления. Высокие значения удельного заряда. Повышенная стойкость к механическим нагрузкам. Допускают использование автоматического монтажа в аппаратуру.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение корпуса | Габаритные размеры\*, мм, макс. | | | | |
| L | B | A | b | m |
| 1 | 3,2±0,2 | 1,6±0,2 | 1,6±0,2 | 1,2±0,1 | 0,7±0,2 |
| 2 | 3,6±0,2 | 2,8±0,2 | 1,8±0,2 | 2,0±0,1 | 0,7±0,2 |
| 3 | 6,3±0,3 | 3,2±0,3 | 2,5±0,3 | 2,0±0,1 | 1,3±0,3 |
| 4 | 7,1±0,3 | 4,5±0,3 | 2,8±0,3 | 3,0±0,1 | 1,3±0,3 |
| 5 | 7,1±0,3 | 4,5±0,3 | 4,0±0,3 | 3,0±0,1 | 1,3±0,3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение корпуса | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сном, мкФ | Uном, В | | | | | | | | |  | Сном, мкФ | Uном, В | | | | | | | | |
| 4,0 | 6,3 | 10 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 4,0 | 6,3 | 10 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 0,10 |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 | 6,8 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 0,15 |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 | 10 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 0,22 |  |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 | 2 | 15 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |  |
| 0,33 |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 22 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |  |  |
| 0,47 |  |  |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 33 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |  |  |  |
| 0,68 |  |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 47 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |  |  |  |
| 1,0 |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 68 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |  |  |  |  |
| 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 100 | 3 | 4 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |
| 2,2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 150 | 4 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |  |
| 3,3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 220 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |  |  |

Таким образом, можно утверждать, что элементы субблока для поверхностного монтажа выбраны правильно и соответствуют всем характеристикам, необходимым для правильной работы блока.

## Расчет конструкции РЭА при действии вибрации

Вибрация – длительные знакопеременные процессы. В результате воздействия механических нагрузок могут иметь место различные повреждения РЭС: нарушение герметичности, полное разрушение корпуса РЭА или отдельных его частей вследствие механического резонанса или усталости, обрыв монтажных связей, отслоение печатных проводников, отрыв навесных ЭРЭ, поломка керамических и ситалловых подложек, временный или окончательный выход из строя разъемных и неразъемных соединений, изменение паразитных связей и т.д.

Различают два понятия: вибрационная устойчивость и вибрационная прочность. Вибрационная устойчивость – свойство объекта при заданной вибрации выполнять заданные функции и сохранять значения своих параметров в пределах нормы. Вибрационная прочность – прочность при заданной вибрации и после ее прекращения. Целью расчета конструкции РЭА при действии вибрации является определение действующих на элементы изделия максимальных перегрузок и перемещений.

Периодическая вибрация характеризуется спектром (диапазон частот), виброускорением, перегрузкой. Коэффициент перегрузки n, амплитуда виброускорения а, и виброперемещения S, связаны между собой соотношениями:

**

Исходные данные:

Размеры ПП: а×b×h = 165×120×1,5 мм;

Материал ПП – стеклотекстолит (γ = 2,05×104 Н/м3);

Для стеклотекстолита:

Е = 3,02×1010 Па,

μ = 0,22,

ρ = 2050 кг/м3.

Диапазон частот вибрации 10 – 40 Гц.

Решение:

Масса ПП mn =а×b×h×ρ=0,165×0,120×0,0015×2050 = 61 г.,

Масса элементов mэ = Σ ni mi =(резисторы) + (микросхемы) + +(конденсаторы)= (78\*4,5) + (13×1,5) + (62×2,8) = 174 г.

тогда



2. Так как ПП шарнирно оперта по трем сторонам, то



3. Находим цилиндрическую жесткость ПП:



4. Определяем собственную частоту колебаний ПП:



fc = 107 Гц

5. Находим амплитуду колебаний (прогиб) ПП на частоте fc из диапазона частот воздействующих на плату, максимально близкой к fс при заданном коэффициенте перегрузки n:



6. Определяем коэффициент динамичности в диапазоне частот вибрации, близких к fc:



где ε – показатель затухания колебаний (для стеклотекстолита при напряжениях, близких к допустимым, принимаем ε=0,06).

7. Динамический прогиб ПП при ее возбуждении с частотой f:

S = KД × A = 1,16 × 0,2183 = 0,002533 мм = 0,000002533 м

8. Эквивалентная этому прогибу равномерно распределенная нагрузка при

С1 = 0,00406 + 0,018 lg (a/b) = 0,00406 + 0,018 lg (100/65) = 0,0074



9. Максимальный распределенный изгибающий момент при

С2=0,0479 + 0,18 lg (a/b)= 0,0479 + 0,18 Ig (100/65) = 0,082



10. Находим максимальное динамическое значение изгиба:



σmax = 0,19МПа

11. Проверяем условие виброустойчивости:

=0,19

где σ-1 – предел выносливости материала ПП, для стеклотекстолита σ-1=105 МПа.

nσ=1,8÷2 – допустимый запас прочности для стеклотекстолита.

Таким образом, условие виброустойчивости выполнено.

## 

## Расчёт конструкции РЭС на действие удара

Явление удара в конструкциях РЭС возникает в случаях, когда объект, на котором установлена машина, претерпевает быстрое изменение ускорения.

Удар характеризуется ускорением, длительностью и числом ударных импульсов. Различают удары одиночные и многократные.

Также ударные воздействия характеризуются формой и параметрами ударного импульса. Ударные импульсы могут быть полусинусоидальной, четверть синусоидальной, прямоугольной, треугольной и трапециевидной формы. Максимальное воздействие на механическую систему оказывает импульс прямоугольной формы. Параметрами ударного импульса являются:

*–*длительность ударного импульса (τ)

– амплитуда ускорения ударного импульса (НY).

Целью расчета является определение ударопрочности конструкции при воздействии удара.

Ударный импульс действует только в течение времени τи. Величина ω = π/τи получила название условной частоты импульса.

Исходными данными для расчета конструкции

на ударопрочность являются:

*–*параметры ударного импульса (τ) и (НY).

– параметры конструкции

– характеристики материалов конструкции или собственная частота колебаний механической системы.

Исходные данные:

Форма ударного импульса – прямоугольная: τи = 15 мс;

Размеры платы a×b×h = 165×120×1,5 (мм);

fс=107Гц (см. расчет на действие вибрации);

Масса ЭРЭ mЭ = 544 г.;

aYдоп = 15g;

Параметры материала ячейки:

Е= 3,02×1010 Па – модуль упругости;

μ = 0,22 – коэффициент Пуассона;

ρ = 2050 кг/м – плотность;

γ = 2,05×104 н/м – удельный вес.

Ударное ускорение НY = 10g = 100 м/с2.

Расчет:

Условная частота ударного импульса

ω = π/τи = 628 (рад/с)

Определяем коэффициент передачи при ударе.

Для прямоугольного импульса.

KY = 2sin (π/2n) = 1,498

где n – коэффициент расстройки:



Находим ударное ускорение

аY = НYКY = 149,8 (м/с2)

Максимальное относительное перемещение будет:



Проверяем условия ударопрочности ПП с ЭРЭ

Smax < 0,003×b

где b – размер стороны ПП, параллельно которой установлены ЭРЭ.

аY< aYдоп

аY = 149,8< 15g = 150

Smax = 0,003 < 0,003×127 = 0,38

Таким образом, условия ударопрочности выполняются.

## Расчёт надёжности

Надежность – свойство электронной аппаратуры выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей в заданных пределах, при соблюдении режимов эксплуатации, правил технического обслуживания, хранения и транспортирования

# 

# **Разработка технологического процесса сборки**

**Технологический процесс** (ГОСТ 3.1109–82) – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Технологические процессы строят по отдельным методам их выполнения (процессы литья, механической и термической обработки, покрытий, сборки, монтажа и контроля РЭА) и разделяют на операции. **Технологическая операция** (ГОСТ 3.1109–82) – это законченная часть ТП, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте, над одним или несколькими одновременно изготавливаемыми или собираемыми изделиями одним или несколько рабочими. Условие непрерывности операции означает выполнение предусмотренной ей работы без перехода к изготовлению или сборке изделия. Например, подготовка ленточных проводов к монтажу включает в себя мерную резку, удаление изоляции с определенных участков провода, нанесение покрытия на оголенные токоведущие жилы. Приведенный пример показывает, что состав операции устанавливают не только на основе технологических соображений, но и с учетом организационной целесообразности.

Технологическая операция является основной единицей производственного планирования и учета. На основе операций оценивается трудоемкость изготовления изделий, и устанавливаются нормы времени и расценки; определяется требуемое количество рабочих, оборудования, приспособлений и инструментов, себестоимость изготовления (сборки); ведется календарное планирование производства и осуществляется контроль качества и сроков выполнения работ.

В условиях автоматизированного производства под **операцией** следует понимать законченную часть ТП, выполняемую непрерывно на автоматической линии, которая состоит из нескольких единиц технологического оборудования, связанных автоматически действующими транспортно-загрузочными устройствами. При гибком автоматизированном производстве непрерывность выполнения операции может нарушаться, например, направлением собранного полуфабриката, электронного узла на промежуточный склад-накопитель в периоды между отдельными позициями, выполняемыми на разных технологических модулях.

Кроме технологических операций в состав ТП включают ряд необходимых для его осуществления **вспомогательных операций** (транспортных, контрольных, маркировочных и т.п.).

В свою очередь, операции делят на установы, позиции, переходы, приемы. **Установ** представляет собой часть технологической операции, выполняемую при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы, например, установ играет важную роль при выполнении такой сложной операции, как операция окончательного профилирования рабочей поверхности плавающего элемента блока магнитных головок, которая представляет собой участок наружной сферической или цилиндрической поверхности радиусом 6 х103 мм и погрешностью формы 0,3…0,6 мкм. **Позиция** – часть операции, выполняемая при неизменном положении инструмента относительно детали.

**Технологический переход** – законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством режимов применяемых инструментов и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке. **Прием** – это законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединенных одним целевым назначением.

В производстве элементов, сборочных единиц и устройств РЭА используется большой перечень ТП, основанных на различных физических и химических методах обработки материалов.

Микроминиатюризация аппаратуры, повышение ее быстродействия и точности функциональных параметров требуют особого внимания к неразрушающим методам контроля и управлению качеством продукции. Использование специальных материалов и химической технологии делает актуальным вопрос об охране окружающей среды и людей, занятых в сфере производства РЭА.

**Разработка маршрутной и операционной технологии**в условиях серийного производства ТП сборки РЭА ведется весьма подробно, вплоть до переходов и рабочих ходов, в условиях же мелкосерийного и единичного производства ограничиваются лишь разработкой технологического маршрута изготовления РЭА. Целью разработки технологического маршрута является установление временной последовательности технологических операций изготовления РЭА, определяющих вариант организационной структуры ТП. Разработка маршрутной технологии изготовления РЭА осуществляется в следующей последовательности: определяется (ориентировочно) тип производства РЭА; проводится выбор технологического метода (сборки) изделия с учетом данного типа производства; определяется состав технологических операций (простых, сложных) сборки изделия и выявляются последовательность выполнения во времени данных операций, т.е. формируется структура ТП.

Целью разработки операционной технологии является установление временной последовательности технологических переходов и рабочих ходов, определяющих вариант организационной структуры операции как основного типового элемента ТП. Разработка операционной технологии предполагает выполнение таких работ, как расчет режимов и параметров каждого перехода или рабочего хода; расчет норм времени на сборку; варианты и последовательность установок (позиций) изделия на оборудовании.

По результатам спроектированной маршрутной и операционной технологии осуществляется выбор средств технологического оснащения и уточнение (по результатам выбора) отдельных режимов и параметров операций и их элементов.

**Выбор технологического оборудования**должен быть основан на анализе затрат, отводимых для реализации ТП в заданный промежуток времени при заданном качестве изделий. Выбор оборудования производят по главному параметру, являющемуся наиболее показательным для выбираемого оборудования, т.е. в наибольшей степени выявляющему его функциональное значение и технические возможности.

В соответствии с разработанным технологическим маршрутом выбирают оборудование для каждой операции (ее части или группы операций) ТП. Все технологическое оборудование, применяемое для реализации ТП производства РЭА (по видам ТП), подразделяют на 4 группы:

1. оборудование широкого назначения (универсальное технологическое оборудование), которое целесообразно применять в единичном и мелкосерийном производстве;
2. оборудование высокой производительности – полуавтоматы и автоматы, имеющее большее ограничение по размерам обрабатываемых (собираемых) изделий, по скорости, выполняемым операциям, которые применяются в серийном и массовом производстве РЭА;
3. специализированное технологическое оборудование – агрегатные станки для сборки какого-либо изделия, которые применяют в серийном производстве при групповой сборки РЭА;
4. специальное оборудование – оборудование, спроектированное и изготовленное для обработки (сборки, контроля) изделия на определенной операции, которое экономически целесообразно в массовом производстве при выпуске изделия в течение ряда лет.

После расчета режимов операции, реализуемой на данном оборудовании (например, усилия прессования при склейке плат, точности позиционирования ЭРЭ на плате и т.д.), следует подтвердить целесообразность выбранного оборудования расчетами коэффициентов использования оборудования по времени технологической себестоимости операции. Рациональность выбранного оборудования определяется сопоставлением значений коэффициентов, полученных по расчетам, с уровнями ЕСТПП, такими как: коэффициент применения автоматов и полуавтоматов, коэффициент применения агрегатного оборудования (для серийного производства), коэффициент применения оборудования с ЧПУ (для мелкосерийного и единичного производства).

**Выбор технологической оснастки**. Под технологической оснасткой, используемой в производстве РЭА, понимают приспособления, вспомогательный и измерительный инструмент. Приспособлением называется дополнительное устройство или оборудование, служащее для ориентации, транспортирования и, установки, закрепления, монтажа деталей и сборочных единиц. Вспомогательный инструмент – это дополнительное устройство к оборудованию, служащее для установки и закрепления инструмента. Потребности предприятия в оснастке следует определять на основании: объема основного производства РЭА; номенклатуры оснастки по технологической документации; нормам расхода оснастки. Расчет потребности по каждому виду оснастки следует проводить для действующего производства РЭА и производства новых изделий отдельно. Потребность в оснастке для производства новой РЭА следует определять с учетом: плановых сроков и трудоемкости освоения и выпуска изделий; планируемой продолжительности выпуска изделий; организационных форм производства РЭА в период ее освоения и выпуска. Все приспособления делят по видам обработки (сборки) для различных условий и типов производства РЭА. Приспособления, как и всю оснастку, выполняют по 6 системам: неразборные специальные приспособления (НСП); универсальные безналадочные приспособления (УБН); универсально-безналадочная оснастка (УБО); сборно-разборные приспособления (СРП); универсально-наладочные приспособления (УНП); специализированные наладочные приспособления (СНП). В хорошо организованном производстве РОЭА следует применять те виды приспособлений, которые обеспечивают наибольшую точность, экономичность, маневренность и производительность труда.

При проектировании ТП производства РЭА технолог должен стремиться к наибольшему использованию покупной технологической оснастки в рамках 6 выделенных систем оснастки. Технико-экономическое обоснование рациональности выбранной системы оснастки определяется путем расчета коэффициента загрузки единицы технологической оснастки Ки определения рентабельности применения приспособления того или иного типа соответственно сроку выпуска (изготовления) РЭА.

**Выбор вспомогательных и измерительных инструментов.**При разработке ТП изготовления РЭА необходимо кроме приспособлений выбрать вспомогательные и измерительные инструменты для каждой операции. Инструменты следует выбирать из инструментальных материалов, обеспечивающих большую стойкость, высокие режимы обработки (сборки), экономичность процесса. Геометрия инструмента имеет большое значение для обеспечения качества РЭА и режимов выполнения операций сборки, сварки и т.д. В крупносерийном производстве РЭА можно пользоваться специальным вспомогательным инструментом, если изготовление его в этом случае будет экономически целесообразным. В серийном и единичном производстве следует применять стандартные универсальные инструменты.

Измерительный инструмент должен обеспечивать нужную точность измерения контролируемых параметров РЭА при наименьших затратах труда и времени. В массовом и серийном производстве РЭА надо применять приборы активного контроля, позволяющие производить измерение в процессе изготовления изделия. В мелкосерийном и единичном производстве РЭА необходимо пользоваться универсальным измерительным инструментом.

При проектировании ТП изготовления РЭА технолог должен стремиться наибольшему использованию покупных вспомогательных и измерительных инструментов. Рациональность выбранных в ТП инструментов должна подтверждаться расчетом коэффициента специализированного производства инструментов.

**Оценка рациональности выбранного ТП изготовления РЭА и его технико-экономический анализ.** Радиоэлектронную аппаратуру можно изготавливать несколькими способами, из которых при проектировании ТП и реализующей его ТС необходимо выбрать рациональный или рассчитать оптимальный вариант ТП (ТС). В соответствии с ГОСТ ЕСТПП рациональность разработанных ТП должна подтверждаться коэффициентами: применяемости высокоэффективных методов изготовления изделия; типовых ТП и групповых методов обработки (сборки). Указанный подход к выбору рационального варианта ТП (ТС), имеющей значительную (до 30%) погрешность. При расчете оптимального варианта ТП необходимо определить степень его технической прогрессивности и экономической эффективности. В качестве одного из возможных критериев оптимальности используется экономичность (технологическая себестоимость) ТП и производительность реализующей его ТС.

# 

# **Технологический процесс сборки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **А/Б** | **№ опер** | **Наименование и содержание операции** |
| А | 005 | Контрольная |
| Б |  | установка для пайки погружением, пинцет М96–8900/4; установка НС 1542 или УПДВ, термометр П72 24066 ГОСТ 2823–73 |
| О |  | 1. Провести внешний осмотр платы 2. Проверить контакты на облуживаемость методом погружения в расплавленный припой при 250÷270˚С в течение 4÷7 секунд. 3. Контакты должны хорошо смачиваться припоем. 4. На облуженной поверхности не допускается следов коррозии, окисной пленки и собирания припоя в капли. 5. Маркировать знаки, нарушенные в процессе изготовления плат. 6. Сушить краску при t=18÷25˚С, 15÷30 минут с последующим покрытием лаком. 7. Покрытие маркировочных обозначений лаком УР-231.9. |
| А | 010 | Программирование |
| Б |  | персональный компьютер |
| О |  | 1. Включить линейный компьютер. 2. Получить PCB файлы, содержащие информацию о центрах компонентов блока, для которых требуется разработать управляющие программы и скопировать их в память линейного компьютера. В визуальном режиме просмотреть запрограммированную плату с необходимым увеличением и убедиться в её соответствии КД (проверить верность расположения компонентов в разных местах платы). В случае несоответствия PCB файлы подлежат корректировке. 3. Просмотреть все типы элементов, устанавливаемые на плату и убедиться, что стандартные библиотеки содержат их описание, тип головки, номера головок. 4. «Привязать» элемент к питателю для его установки. 5. Создать файл запуска программы. 6. Автоматическая проверка программы на выполнение |
| А | 015 | Промывочная |
| Б |  | виброустановка, ванночка – 3 шт. |
| О |  | 1. Включить вентиляцию. 2. Залить СНС в три ванночки, СНС должна полностью закрывать плату. 3. Включить виброустановку (амплитуда колебаний 0,1-мм). 4. Вынуть плату из кассеты. 5. Опустить плату в 1-ю ванну. Удалить консервирующее покрытие с помощью кисти. Время промывки 1,0 мин. 6. Перенести плату во 2-ю ванну. Время промывки 1,0 мин. Удалить консервирующее покрытие с помощью кисти. 7. Перенести плату в 3-ю ванну. Промыть ополаскиванием. Время промывки 1,0 мин. 8. Сушить плату на воздухе 10–15 мин. 9. Контроль.   Произвести внешний осмотр. На плате не должно оставаться следов флюса. При лёгком надавливании пальцем в напальчнике не должно ощущаться прилипание. Удалить подтеки бязевым тампоном, смоченным в СНС.   1. Установить плату в кассету |
| А | 020 | Сушка |
| Б |  | шкаф сушильный КП – 4506; Тележка стеллажная VA-120 |
| О |  | 1. Сушку партии плат производить при t=100ºС в течение 1,5–2 ч. непосредственно перед сборкой. Время начала и конца сушки записать в спец. журнал. |
| А | 025 | Подготовительная |
| Б |  | автомат SIPLACE 80F |
| О |  | 1. Согласно распечатке файла оснащения автомата SIPLACE 80F для данного блока установить на соответствующие позиции рабочего стола автомата необходимое количество питателей. 2. В установленные питатели согласно с SIPLACE 80F зарядить ЭРЭ. 3. Вытащить заглушки из пеналов, в которых поставляются ЭРЭ, устанавливаемые из линеек. Засыпать ЭРЭ в линейки. Отрегулировать вибрацию питателя с линейкой |
| А | 030 | Установочная |
| Б |  | загрузочное устройство линии SMD |
| О |  | 1. Включить и настроить загрузочное устройство согласно техническому описанию. 2. Загрузить платы в магазин. Количество плат в магазине LP – magazine Miko-Rack NKAJ 0525 – max 50 штук. 3. Установить магазин с платами в загрузочное устройство. 4. Запустить плату на линию SMD |
| А | 035 | Установочная |
| Б |  | автомат для нанесения паяльной пасты DEK 260 |
| О |  | 1. Включить автомат и настроить его согласно описанию. На управляющем компьютере выбрать программу для данного собираемого блока. 2. Установить трафарет, предварительно проверив его состояние (чистоту и качество поверхности) |
| А | 040 | Совмещение |
| Б |  |  |
| О |  | 1. Подать плату в зону нанесения пасты, совместить её с трафаретом. 2. Проверить точность расположения платы относительно трафарета, при необходимости провести корректировку. Плату выпустить из автомата |
| А | 045 | Нанесение паяльной пасты |
| Б |  | автомат для нанесения паяльной пасты DEK 260, трафарет на рамке, перчатки резиновые технические |
| О |  | 1. Включить автомат и настроить его согласно описанию. На управляющем компьютере выбрать программу для данного собираемого блока. 2. Установить ракели, проверив их состояние. Механические повреждения поверхностей не допускаются. 3. Нанести паяльную пасту R244 или EP256F816 ракелем или рисунком трафарета, предварительно перемешав пасту в её собственной таре в течение 1 мин. Пасты должно быть достаточное количество. Шов из пасты должен выходить за пределы рисунка на 20 мм.   Примечание: паста должна храниться при 5 С.   1. Запустить плату на линию и нанести пасту. 2. Промежуточную очистку трафарета производить через 10–15 циклов. Для очистки использовать специальную бумагу, не оставляющую пыли и ворсинок и применять промывочные жидкости (спирт). Дополнительно произвести очистку трафарета сжатым воздухом. |
| А | 050 | Промывочная |
| Б |  | ракель для снятия пасты, отвертки для снятия трафарета с автомата, Установка отмывки трафарета тип 355 / Ех |
| О |  | 1. Включить и настроить установку промывки согласно техническому описанию 2. Через отверстия заливки заполнить установку моющим средством (смесь спирта и дистиллированной воды 1:1). Уровень моющего средства на несколько см. ниже уровня ящика для отходов (осадка). 3. Закрыть и заблокировать крышку отверстия для заливки моющего средства. 4. Вручную снять остатки пасты с трафарета ракелем. Поместить остатки пасты обратно в ее собственную тару. 5. Снять трафарет, задвинуть трафарет в несущую раму установки (трафарет задвигается в рамку сбоку). Опустить раму с трафаретом в установку промывки. Закрыть крышку установки и заблокировать её с помощью винта. 6. Переключением выключателя на головке двигателя запустить процесс промывки. Время промывки в зависимости от степени загрязнения от 2 до 5 минут. 7. С помощью трёхпозиционного крана запустить процесс дополнительной промывки (чистовое полоскание) через наружный фильтр с меньшим давлением. 8. После отключения установки открыть крышку, выдвинуть раму с трафаретом и снять трафарет с рамы |
| А | 055 | Установочная |
| Б |  | автомат SIPLACE 80F, лупа RLL122/122T, линза 8066 с 3х увеличением |
| О |  | 1. Включить автомат и линейный компьютер, настроить согласно техническому описанию. 2. Выбрать программу установки элементов из линейного компьютера. 3. Запустить программу на линию. 4. Запустить на линию первую плату, и после сборки снять её с конвейера и проверить правильность установки радиоэлементов на соответствие чертежу. Выводы элементов должны находиться в пределах площадок.   При несоответствии собранной платы требованиям КД необходимо сообщить мастеру или технологу об ошибках программы, проверить правильность заполнения питателей |
| А | 060 | Контрольная |
| Б |  | Лупа RLL122/122Т |
| О |  | 1. Снять печатную плату с конвейера. 2. Проверить правильность установки радиоэлементов на соответствие чертежу. 3. При несоответствии собранной платы требованиям КД необходимо сообщить мастеру или технологу об ошибках программы, проверить правильность заполнения питателей.   В случае дефектов устранить вручную. В случае неустранимых дефектов – брак |
| А | 065 | Оплавление |
| Б |  | установка оплавления паяльной пасты HotFlow 7, Линза с 3х увеличением |
| О |  | 1. Включить и подготовить установку HotFlow 7 к работе в соответствии с техническим описанием. 2. На управляющем компьютере выбрать и запустить программу оплавления паяльной пасты для данного собираемого блока. Температурный режим согласно программе. 3. Настроить транспортную линию установки – установить поддержку в соответствии с размером и конструкцией платы. 4. Пропустить плату через установку, проверить качество оплавления. При отрицательных результатах проверить работу предыдущих автоматов линии SMD и сообщить мастеру о необходимости отладки программы оплавления паяльной пасты на установке HotFlow 7. 5. Для всех последующих плат выполнить п. 4 |
| А | 070 | Контрольная |
| Б |  |  |
| О |  | 1. Проверить субблок на соответствие чертежу или эталону. 2. Проверить качество установки или пайки элементов согласно эскизу стандарта. 3. В случае дефектов устранить вручную. В случае неустранимых дефектов – брак. |
| А | 075 | Формовочная |
| Б |  | Автомат П-76344 Eggenstein C036; Штангенциркуль ШЦ 1 -125–0,10 ГОСТ 166–89 |
| О |  | Формовка выводов микросхем на автомате П-76344  Eggenstein C036.   1. Включить и настроить автомат для формовки и подрезки выводов радиоэлементов согласно техническому описанию. 2. Изъять ленту с радиоэлементами из тары завода-изготовителя, отсчитать необходимое количество элементов, отрезать ленту. 3. Зарядить ленту с радиоэлементами в автомат. 4. Запустить автомат, формовать выводы согласно КД. Соблюдать читаемость элементов относительно гибки. 5. Проверить качество формовки выводов радиоэлементов |
| А | 080 | Предохранительная |
| Б |  | Ножницы 175  ГОСТ 351268–99; Пинцет ПС 100\*1,5ТУ 64–1–37–78; Магазин LP-Magazin Miko-Rack NKAJ 0525 |
| О |  | Предохранение мест, не подлежащих пайке с помощью липкой ленты «tesa».  1. Изъять плату из тары цеховой.  2. Изъять из тары завода изготовителя бобину липкой ленты на тканевой или бумажной основе tesa необходимой ширины (9, 25 мм…).  3. Отклеить с помощью пинцета кончик липкой ленты tesa, отделить и отрезать ленту необходимой длины (согл. черт.)  4. Заклеить места не подлежащие пайке (пассивные элементы, оплавленные дорожки).  5. Уложить плату в тару цеховую (магазин) |
| А | 085 | Установочная |
| Б |  | Браслет антистатический с гарнитурой заземления;  Пластина заземления; Линза 8066 3х увеличение; Лупа RLL122/122Т;  Паяльная станция WS-51с паяльником LR21; Плоскогубцы 7814–0103 ГОСТ 17440–72;  Пинцет прецизионный антистатический 3CSA; Пинцет М96890014; Бокорезы140.78144080; Кусачки НГ, модель 170М, длина 127 мм, фирма «Xcelite» ГОСТ 28.037–89 |
| О |  | Установка многовыводных радиоэлементов вручную   1. Установить микросхему 2. Паять выводы паяльником в нескольких местах по диагонали (флюс ВФ850, припой Sn05Pb92.5Ag2.5).   Температура жала паяльника 350±10 С.  Время пайки не более 1 с.  Всего количество прихватываемых выводов – 2 вывода.   1. Проверить прочность установки элемента 2. При наличии припоя на проводниках в местах, не допускаемых по чертежу, удалить припой с помощью паяльника. Толщина припоя на контактной площадке не более 0,3 мм. 3. Уложить плату в тару для естественного охлаждения |
| А | 090 | Чистка |
| Б |  | Магазин LP-Magazin Miko-Rack NKAJ 0525; Пинцет прецизионный антистатический 3CSA |
| О |  | Удаление липкой ленты с мест, не подлежащих пайке   1. Изъять плату из тары цеховой (магазина). Плата должна быть охлаждена до комнатной температуры. 2. Удалить липкую ленту с мест, не подлежащих пайке, пинцетом. 3. Уложить плату в тару цеховую |
| А | 95 | Контрольная |
| Б |  | Линза 8066 3х увеличение; Лупа RLL 122/122Т |
| О |  | 1. Проверить блок внешним осмотром на соответствие чертежу 2. Проверить внешним осмотром качество паек. 3. Форма паяных соединений должна быть скелетной с вогнутыми галтелями припоя по шву и без избытка припоя. Она должна позволять визуально просматривать через тонкие слои припоя контуры входящих в соединения отдельных электромонтажных элементов. 4. Допускается соединения с заливной формой пайки, при которых контуры отдельных электромонтажных соединений, входящих в соединение, полностью скрыты под припоем со стороны пайки соединения. Поверхность галтелей припоя по всему периметру паяного шва должна быть вогнутой гладкой, непрерывной, глянцевой или светло-матовой, без темных пятен и посторонних включений. 5. На поверхности диэлектрика печатной платы допускается точечное посветление волокон, проявление текстуры материала, на поверхности платы не должно быть перемычек припоя между близлежащими проводниками и контактными площадками. 6. Допускаются подтеки на проводниках при пайке с маской. 7. Проверить внешним осмотром на отсутствие повреждений корпусов и выводов радиоэлементов, следов излома, задиров, трещин, нарушения покрытий и др. дефектов нарушающих целостность выводов и корпусов. 8. Проверить расстояние в узких местах между проводниками и контактными площадками. Допускается растекание припоя за пределы контактных площадок и проводников, не уменьшающее минимальное допустимое расстояние 0,3 мм. 9. Проверить границу монтажа со стороны установки и пайки ЭРЭ на соответствие чертежу 10. При пайке соединений с применением паяльных паст, паяные соединения не должны иметь остатков припоя (шариков припоя), неоплавленной пасты, непропаев, раковин и наплывов. 11. При дефектах повторить с операции 090 12. При неустранимых дефектах отправить единицу в брак |
| А | 100 | Подготовительная |
| Б |  | бязевый тампон, спирт, Браслет антистатический с гарнитурой заземления, Пластина заземления |
| О |  | Бязевым тампоном, смоченным в спирте, удалить избыточное количество остатков флюса на участках печатной платы в местах соприкосновения платы и предохраняющих планок для пайки «волной» припоя |
| А | 105 | Контрольная |
| Б |  |  |
| О |  | 1. Произвести внешний осмотр. На плате не должно оставаться следов флюса. При лёгком надавливании пальцем в напальчнике не должно ощущаться прилипание. Удалить подтеки бязевым тампоном, смоченным в СНС. 2. Если условия не выполняются повторить операцию 130 |
| А | 110 | Лакокрасочная |
| Б |  | Кисть КХЖП №20, КХЖК №1. №2. ТУ 17–1507–89; Шкаф сушильный КП – 4506; Перчатки трикотажные №10 ГОСТ 1108–74 |
| О |  | 1. Приготовить лак УР-231.9. 2. Нанести 1 слой лака на одну сторону платы и ЭРЭ согласно КД кистью кроме мест, указанных на чертеже. Лак наносить тонким слоем. Допускается в свободных местах, со стороны пайки кисть КХЖП №20, в труднодоступных местах – кистью КХЖК №1,2. 3. Сушить лаковое покрытие на одной стороне платы, установив в приспособление или на крючки при температуре t=23±5˚С 30÷35 минут. 4. Нанести первый слой лака на вторую сторону платы. 5. Сушить лаковое покрытие на второй стороне платы при температуре t=23±5˚С в течение 30÷35 минут. 6. Проверить внешний вид на соответствие. Не допускается попадания лака на незапаянные контактные площадки и в металлизированные отверстия. 7. Сушить первый слой лака окончательно при температуре t=23±5˚С 1,5÷2 часа. 8. Нанести второй слой лака, повторив переходы 2, 3, 4, 5, 6. 9. Сушить второй слой окончательно. Если второй слой окончательный, сушить его по переходу 11 при температуре t=65±5˚С 1,5÷2 часа. 10. Нанести третий слой лака по переходам 2, 3, 4, 5, 6. 11. Сушить третий слой окончательно при температуре t=65±5˚С 8÷9 часов.   Примечание: для исключения стекания лака после его нанесения выдержать платы в горизонтальном положении не менее 30 минут |
| А | 115 | Контрольная |
| Б |  | Штангенциркуль ШЦ 1–125–0,10 ГОСТ 166–89 |
| О |  | 1. Проверить качество лакового покрытия внешним осмотром. Лаковое покрытие должно быть прозрачным, глянцевым, не изолирующим маркировочные обозначения изделий, сплошным по всей поверхности, за исключением мест, указанных на чертеже. 2. Лаковое покрытие не должно иметь раковин, сколов, трещин, вздутий, царапин, отслаиваний, скопления инородных включений, следов коррозии. 3. Не допускается наличие лака на местах, указанных на чертеже и в ТП, приклеивание выводов к корпусам и выводам соседних элементов. 4. На поверхности лакированных печатных плат допускается:    1. Матовые участки, отдельные соринки.    2. Отдельные точечные включения отвердевших частиц лака согласно эталону.    3. Отдельные пузырьки.    4. Отдельные потеки на кромках платы, вокруг ЭРЭ и мест их припайки, а также потеки в виде лучей на поверхности платы.    5. Наличие лаковых перепонок между корпусами ЭРЭ, деталей, расположенных на расстоянии 1 мм и менее.    6. Попадание лака на корпуса ЭРЭ и детали крепления, крепежных мест по чертежу.    7. Шероховатость лаковой пленки на поверхности фольгированных диэлектриков.   5. При дефектах устранить вручную |
| А | 120 | Подмаркировочная |
| Б |  | Линза 8066 3х увеличение; Лупа RLL122/122Т; Кисть КХЖП №20, КХЖК №2.ТУ 17–1507–89; Магазин LP-Magazin |
| О |  | 1. Маркировать знаки, нарушенные при монтаже. 2. Сушить краску при t=18÷25˚С, 15÷30 минут с последующим покрытием лаком.   Покрытие маркировочных обозначений лаком УР-231.9 |
| А | 125 | Испытательная |
| Б |  | стенд испытательный |
| О |  | 1. Поместить субблок на испытательный стенд. 2. Подключить субблок к стенду согласно схеме.   Проверить работу субблока на соответствие параметров |
| А | 130 | Маркировочная |
| Б |  | бокс 779/00000; матрица, ракель, желатин, штемпель, кисть КХЖК №2, шкаф для сушки |
| О |  | 1. Маркировать порядковый номер и знак изготовителя на монтажную сторону в верхнем правом или левом углах краской МК34, черная по ОС Т ГО.054.205У2, шрифт 3 по НО.010.007.   Сушить при температуре t=18÷25˚С, 15÷20 минут, затем при температуре t=65±5˚С 1,5÷2 часа или на воздухе не менее 24 часов |
| А | 135 | Контроль ОТК |
| Б |  | Линза 8066 3х увеличение; Лупа RLL122/122Т; бокс 779/00000; штемпель, кисть КХЖК №2, шкаф для сушки |
| О |  | 1. Не допускается наличие лака на местах, указанных на чертеже и в ТП, приклеивание выводов к корпусам и выводам соседних элементов. 2. На поверхности печатных плат допускается:    1. Матовые участки, отдельные соринки.    2. Отдельные точечные включения отвердевших частиц лака согласно эталону.    3. Отдельные пузырьки.    4. Отдельные потеки на кромках платы, вокруг ЭРЭ и мест их припайки, а также потеки в виде лучей на поверхности платы.    5. Наличие лаковых перепонок между корпусами ЭРЭ, деталей, расположенных на расстоянии 1 мм и менее.    6. Попадание лака на корпуса ЭРЭ и детали крепления, крепежных мест по чертежу.    7. Шероховатость лаковой пленки на поверхности фольгированных диэлектриков. 3. На платах, прошедших приемку, клеймить клеймо ОТК на монтажную сторону в верхнем правом или левом углах краской МК34, черная по ОС Т ГО.054.205У2, шрифт 3 по НО.010.007. При плотном монтаже клеймо наносить в любом свободном месте в верхней части платы.   Сушить при температуре t=18÷25˚С, 15÷20 минут, затем при температуре t=65±5˚С 1,5÷2 часа или на воздухе не менее 24 часов |

# **Перечень технологического оборудования**

1. установка для пайки погружением
2. персональный компьютер
3. виброустановка
4. шкаф сушильный КП – 4506
5. автомат для нанесения паяльной пасты DEK 260
6. Установка отмывки трафарета тип355 / Ех
7. автомат SIPLACE 80F
8. установка оплавления паяльной пасты HotFlow 7
9. Паяльная станция Weller WS81 С ЖАЛОМ ET-GW
10. Микроскоп «Mantis»

# **Описание специальной технологической оснастки**

Под технологической оснасткой, используемой в производстве РЭА, понимают приспособления, вспомогательный и измерительный инструмент. Приспособлением называется дополнительное устройство или оборудование, служащее для ориентации, транспортирования и, установки, закрепления, монтажа деталей и сборочных единиц. Вспомогательный инструмент – это дополнительное устройство к оборудованию, служащее для установки и закрепления инструмента. Потребности предприятия в оснастке следует определять на основании: объема основного производства РЭА; номенклатуры оснастки по технологической документации; нормам расхода оснастки. Расчет потребности по каждому виду оснастки следует проводить для действующего производства РЭА и производства новых изделий отдельно. Потребность в оснастке для производства новой РЭА следует определять с учетом: плановых сроков и трудоемкости освоения и выпуска изделий; планируемой продолжительности выпуска изделий; организационных форм производства РЭА в период ее освоения и выпуска. Все приспособления делят по видам обработки (сборки) для различных условий и типов производства РЭА. Приспособления, как и всю оснастку, выполняют по 6 системам: неразборные специальные приспособления (НСП); универсальные безналадочные приспособления (УБН); универсально-безналадочная оснастка (УБО); сборно-разборные приспособления (СРП); универсально-наладочные приспособления (УНП); специализированные наладочные приспособления (СНП). В хорошо организованном производстве РОЭА следует применять те виды приспособлений, которые обеспечивают наибольшую точность, экономичность, маневренность и производительность труда. При проектировании ТП производства РЭА технолог должен стремиться к наибольшему использованию покупной технологической оснастки в рамках 6 выделенных систем оснастки. Технико-экономическое обоснование рациональности выбранной системы оснастки определяется путем расчета коэффициента загрузки единицы технологической оснастки Ки определения рентабельности применения приспособления того или иного типа соответственно сроку выпуска (изготовления) РЭА.

В качестве технологической оснастки используется трафарет для нанесения паяльной пасты на контактные площадки печатной платы. Трафарет выполнен из легированной стали, представляет собой прямоугольный лист с отверстиями для нанесения паяльной пасты. На поверхности трафарета расположены знаки совмещения трафарета и печатной платы, которые представляют собой вырубленные отверстия в виде крестов. Чертеж трафарета приведен на втором листе графической части.

**Параметры изготовления**

**Диаметр луча** (ширина реза) – 0,040 мм

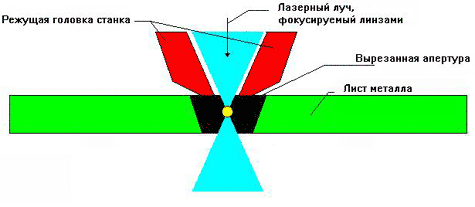
(Размер получаемой прорези – 0,050 ммм, т. к. нужен запас для хода луча. Минимальный размер перемычки в материале между апертурами – не менее 0,1 мм)

**Точность позиционирования** – ±0,001 мм (высокая точность позиционирования достигается за счет применения цельногранитного массивного основания и системы воздушных подшипников. С помощью них рабочий стол установки зависает над основанием на миниатюрной воздушной подушке.)

**Максимальный размер рабочего поля** – 500 х 500 мм (полный размер трафарета, с учетом полей до 600 х 600 мм) На границе полей также возможно выполнение перфорационных отверстий для крепления трафарета)

**Размер отверстия** – ±0,005 мм

**Конусообразность отверстий** по направлению к основанию – ±0,02 мм (Конусообразность – это разница между верхним и нижним размерами отверстия, Наличие конусообразности отверстий позволяет пасте лучше выходить из апертур трафарета).



**Трафарет всегда вырезается со стороны накладываемой на печатную плату**, поэтому **конусообразность апертур увеличивается по направлению к печатной плате**. При резке конус направлен широкой стороной вверх (это особенность процесса резки).

Именно поэтому **реперные знаки** и **текстовая гравировка** всегда **наносятся только со стороны трафарета, направленной к печатной плате.**

**Максимальная толщина** обрабатываемого **материала** – 0,6 мм – до 5КГц

**Частота пульсации луча** – до 5КГц (**чем выше частота пульсации, тем глаже боковые стенки апертур**, что способствует более легкому выскальзыванию паяльной пасты их них)

# **Аттестация разработанного ТП**

Аттестация технологических процессов осуществляется в соответствии с методическими указаниями ЕСТПП.РД. 5053285, где изложены типовые методики регламентирующие процесс аттестации технологических процессов. Стандарт ГОСТ 14.30383 предполагает использование различных методик на ранних стадиях разработки(проектирования) технологических проектов, в том числе и методику расчета экономической эффективности различных вариантов типовых или групповых технологических процессов. Основная информация необходимая для оценки экономической эффективности технологического процесса содержит сведения о трудоемкости и себестоимости различных технологических операций и переходов. Данные сведения могут быть полученными в том же ГОСТе или определены как базовые при проектировании нового технологического процесса.

Согласно ГОСТ 14.30383 все технологические процессы делятся на три категории:

высшая(В). Технологические процессы, которые по своим показателям качества соответствуют лучшим мировым и отечественным достижениям или превосходят их.

первая(I). Технологические процессы. которые по своим показателям качества находятся на уровне современных требований производства и соответствуют утвержденной технологической документации.

вторая(II). Технологические процессы, которые по своим показателям качества не соответствуют современным требованиям производства, значительно уступая достигнутому уровню технологии.

Граничные значения показателя качества:

высшей категории: 1,0 ≥ Ут ≥ 0,92.

первой категории: 0,92 ≥ Ут ≥ 0,7.

второй категории: 0,7 > Ут.

**Определение коэффициентов весомости экспертным методом**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Эксперты | | | | | | | | | | Сред. знач. | Коэф. вес.  *К*i |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. Производительность труда | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,5 | 0,27 |
| 2. Прогрессивность технологического оборудования | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3,7 | 0,22 |
| 3. Уровень механизации и автоматизации | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4,7 | 0,28 |
| 4. Использование материалов и СТО | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 0,24 |
|  |  | | | | | | | | | | =16,9 |  |

1) Коэффициент весомости показателя производительности труда *К*1:

.

2) Коэффициент весомости показателя прогрессивности технологического оборудования *К*2:

.

3) Коэффициент весомости показателя уровня механизации и автоматизации *К*3:

.

4) Коэффициент весомости показателя использования материалов и СТО *К*4:

.

При расчетах использованы следующие данные:

1) Производство мелкосерийное (объем выпуска 100 шт./год);

2) Численность производственного персонала оцениваемого технологического процесса: 5 чел.;

3) Режим работы: 2 смены;

Расчеты:

1. **Показатель производительности труда *П*п:**

,

*В*чп − объем выпуска нормативно-чистой продукции, шт.;

*Ч*п − численность производственного персонала оцениваемого технологического процесса, чел.;

*Н*п − норматив производительности технологического процесса данного типа, шт./чел.

1. **Показатель применения прогрессивного технологического оборудования *П*проб:**

,

*Т*проб − трудоемкость проведения настройки изделия РЭС на прогрессивном технологическом оборудовании, час/шт.;

*Т* − общая трудоемкость проведения настройки изделия РЭС, час/шт.

1. **Показатель охвата рабочих механизированным и автоматизированным трудом *П*ма:**

,

*Ч*ма − число рабочих, занятых механизированным и автоматизированным трудом, чел.;

*Ч*п − численность производственного персонала оцениваемого технологического процесса, чел.

1. **Показатель использования технологического оборудования *П*и.об.:**

,

*П*об − годовой фонд времени использования технологического

оборудования, час;

*П*н − норматив использования данного типа технологического оборудования, час.

1. **Показатель оснащенности ТП:**



Тосн – количество единиц применяемой тех. оснастки

Тдет – общее количество деталей для данной РЭС

К5=0,2

1. **Показатель применения типовых ТП**



Тттп – трудоёмкость изготовления изделий по типовым ТП, в нормочасах

Т – общая трудоёмкость изготовления изделий, в нормочасах

К6=0,3

1. **Показатель применения оборудования с ЧПУ**

****

Тч – оборудование с ЧПУ

Тобщ – общее число оборудования

К7=0,2

1. **Коэффициент загрузки оборудования**



Тгодизд – трудоёмкость изготовления годового выпуска изделий

Тобор – годовой фонд времени работы оборудования

Кзо=0,18

При определении уровня технологического процесса не учитывались показатели Т, так как их нормативные значения устанавливаются предприятиями в зависимости от специфических особенностей видов производства

Уровень технологического процесса *У*т:



где *П*нп, *П*нпроб, *П*нма, *П*ни.об. − нормативные значения соответствующих показателей;

*К*1, *К*2, *К*3, *К*4 − коэффициенты весомости соответствующих показателей.

Таким образом после проведенной оценки уровня технологии процесса сборки субблока установлено, что технологический процесс соответствует первой категории (0,7 *У*т 0,92).

# 

# **Вывод**

Результатом курсового проектирования являются расчет механических параметров, расчет надежности. Расчеты показали полное соответствие конструкции и основных параметров печатного узла требованиям проектирования.

Разработан техпроцесс сборки субблока, выбрана специальная оснастка и выполнена аттестация техпроцесса, в результате которой ему была присвоена первая категория.

Также в результате курсового проектирования были получены навыки работы c программой P-CAD 2002.

**Литература**

1. Проектирование конструкций РЭА, Е.М. Парфенов и др., М., Радио и связь, 1989 г.
2. Проектирование маршрутных и операционных технологических процессов, Метод. пособие к курсовому проекту, Детюк В.И., М., МГТУ, 1991 г.
3. Проектирование технологической оснастки для сборки модулей РЭС, Метод. пособие к курсовому проекту, Детюк В.И., М., МГТУ, 1991 г.
4. Аттестация и оценка уровня качества технологических процессов, Метод. пособие для лабораторных работ, Детюк В.И., М., МГТУ, 1998 г.
5. Технология электрических соединений элементов поверхностного монтажа РЭС, Учебное пособие для упражнений по курсу «Технология РЭС», Калуга, 2002 г.
6. Материалы с сайтов: http://tkd.com.ua

http://www.platan.ru