Министерство образования Российской Федерации

|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | *Московский государственный технический университет  имени Н.Э. Баумана*  Калужский филиал |

**Факультет ЭИУК**

# Кафедра ЭИУ1-КФ

# «Конструирование и производство электронной аппаратуры»

**ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**

**Тема работы:**

**«Микросхема интегральная 574УД2А»**

Выполнил: Потапов А.В.

Группа: РПД\_С-121

Руководитель на ОАО «Восход»-КРЛЗ: Зайцев Ю.А.

Проверил: Андреев В.В.

Калуга, 2013 г.

Оглавление

[Назначение устройства 3](#_Toc350889565)

[Основные технические характеристики 3](#_Toc350889566)

[Описание принципа функционирования 3](#_Toc350889567)

[Обоснование выбора элементной базы 4](#_Toc350889568)

[Производственные мощности базового предприятия 8](#_Toc350889569)

[Технологический процесс 9](#_Toc350889570)

[Аттестация технологического процесса 25](#_Toc350889571)

[Приложение 32](#_Toc350889572)

## Назначение устройства

Модуль регулятора сварочного цикла входить в состав сварочного аппарата. Сварочный аппарат предназначен для сварки и наплавки различных металлов. Аппарат используется только в научной работе, для определения физических свойств шва свариваемых материалов.

Функцией модуля регулятора сварочного цикла является установка режима сварки, включающий такие составляющие как: сила сварочного тока, прижатие электрода, длительность первого импульса, пауза после первого импульса, длительность второго импульса, запуск ковки, пауза, количество итераций сварочного цикла. Кроме того, модуль постоянно контролирует мгновенное значение сварочного тока, и сравнивая его с уставочным, регулирует угол открытия тиристоров контактора сварочного аппарата. При залипании сварочного электрода аппарат в аварийном порядке завершает цикл, для предотвращения выхода из строя силового трансформатора.

## Основные технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Напряжение питания, В | 220/380(в зависимости от модификации) |
| Потребляемая мощность, ВА | 60 |
| Рабочий диапазон температур, ºС | -30..+70 |
| Допустимый уровень вибраций при эксплуатации, Гц | 16 |
| Допустимая влажность, % | 90..98 |
| Масса, не более, кг | 2 |

## Описание принципа функционирования

Модуль входит в состав сварочного аппарата, предназначенного для сварки однородных и разнородных металлов.

Основную часть модуля представляет микроконтроллер производства Analog Devices ADuC812 (DA1). Микроконтроллер работает согласно управляющей программе, записанной в него при подключении к ПК через соединитель XP3. Запись управляющей программы производится через специальный программатор, подключенный к последовательному порту ПК из специальной программы.

Установка режимов сварки осуществляется с помощью клавиатуры, подключенной к разъему XP4, подключаемой к микроконтроллеру через буфер DD3 для согласования логических уровней управляющих сигналов.

Индикация режимов сварки осуществляется с помощью дисплея, подключенного к разъему XP5. Регулирование контрастности символов дисплея осуществляется подстроечным резистором R16 на предприятии перед контрольными испытаниями.

Т.к. управляющая программа микроконтроллера содержит ПИД регулятор сварочного тока, то для снятия мгновенного значения через разъем XP2 к микроконтроллеру подключен токовый трансформатор, с которого снимается эквивалентное току падение напряжение на эквиваленте нагрузки.

Транзисторные оптопары U1-U8 предназначены для гальванической развязки управляющего напряжения контактора и механизма подачи электрода от сигнальных цепей и цепей питания микроконтроллера и его периферийных микросхем. Управляющее напряжение для контактора и механизма подачи электрода подключается с помощью соединителей XP1 и XP6.

Диоды VD1-VD8 предназначены для защиты входа транзисторной оптопары от отрицательных напряжений.

## Обоснование выбора элементной базы

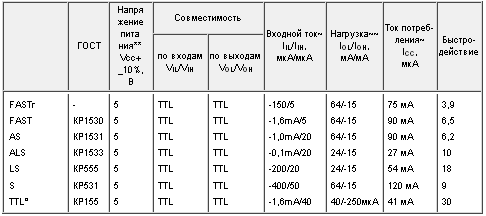
Для изготовления модуля я решил использовать SMD-компоненты, что объясняет стремление к миниатюризации изделия и упрощение технологического процесса сборки платы. Кроме того, была необходимость использовать элементы, освоенные на предприятии, а это отечественные микросхемы логики в DIP корпусах. Введение других типов элементов привело бы к неоправданным затратам на поиск других поставщиков, а так же возможному увеличению затрат на закупку ЭРЭ. Временные и экономические затраты, связанные с переходом на другую элементную базу, а так же связанный с этим риск нецелесообразны.

Микросхемы:

Для реализации схемы электрической принципиальной необходимые следующие типы микросхем: логический элемент И-НЕ, буфер, логический элемент НЕ (инвертор), микроконтроллер.

Одной из задач было использование элементной базы, освоенной на предприятии, поэтому для реализации функций элемента И-НЕ, НЕ и буфера были использованы ИМС российского производства. Для обеспечения небольшого потребления энергии и необходимого быстродействия целесообразно использовать 555 серию ИМС ТТЛ логики, имеющие следующие характеристики: время задержки 10 нс, мощность потребления 2 мВт/вентиль.

Рассмотрим характеристики логических ИМС отечественно и импортного производств:



Рассмотрев предоставленные условия был сделан выбор в пользу следующих микросхем:

* К555АП6
* К555ЛА3
* К555ЛН1

Кроме того, в схеме будет использоваться микроконтроллер. На данный момент, зарубежом существуют несколько крупных производителей микроконтроллеров: AD, Atmel, Microchip, ST. Несколько вариантом микроконтроллеров:

* ADuC812 (AD);
* PIC16F877 (Microchip);
* Atmega8 (Atmel);
* STM8S105 (ST).

Рассмотрим основные характеристики представленных микросхем:

**ADuC812**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Напряжение питания, В | 5 |
| Количество каналов АЦП | 8 |
| Разрядность АЦП, бит | 12 |
| Наличие ЦАП | есть |
| Диапазон рабочих температур, ºС | -40..+85 |
| Максимальная потребляемая мощность, МВт | 150 |
| Архитектура | Фон-неймановская |

**PIC16F877**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Напряжение питания, В | 5 |
| Количество каналов АЦП | 8 |
| Разрядность АЦП, бит | 10 |
| Наличие ЦАП | нет |
| Диапазон рабочих температур, ºС | -40..+85 |
| Максимальная потребляемая мощность, МВт | 150 |
| Архитектура | Гарвардская |

**Atmega8**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Напряжение питания, В | 5 |
| Количество каналов АЦП | 8 |
| Разрядность АЦП, бит | 10 |
| Наличие ЦАП | есть |
| Диапазон рабочих температур, ºС | -40..+85 |
| Максимальная потребляемая мощность, МВт | 150 |
| Архитектура | Гарвардская |

**STM8S105**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Напряжение питания, В | 5/3,3 |
| Количество каналов АЦП | 10 |
| Разрядность АЦП, бит | 10 |
| Наличие ЦАП | нет |
| Диапазон рабочих температур, ºС | -40..+85 |
| Максимальная потребляемая мощность, МВт | 150 |
| Архитектура | Гарвардская |

**Вывод:** выбор делаем в пользу ADuC812, имеющего ряд преимуществ. Во первых, данный микроконтроллер рекомендовано использовать на предприятии при разработке. Во вторых, данный микроконтроллер содержит 12 битный АЦП, что позволяет достичь большей точности в измерении сварочного тока, что в свою очередь влечет более точную работу ПИД-регулятора, реализованного программно. В-третьих, контроллер имеет Фон-неймановскую архитектуру, что может упростить разработку управляющей программы для регулятора.

Пассивные компоненты:

Т.к. отечественная промышленность не выпускает резисторы и конденсаторы в SMD-исполнении, то используются компоненты зарубежного производства.

Конденсаторы фирмы Murata:

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Номинальное напряжение, В | 50 |
| Номинальная емкость, нФ | 22 |
| Допустимое отклонение емкости, % | 20 |
| Диапазон рабочих температур, ºС | -55..+125 |

Данные конденсаторы выбраны из-за величины их номинальной емкости, которая удовлетворяет требованиям схемы, а так же хорошим соотношением цена-качество.

Остальные пассивные компоненты выбираются исходя из соображений применения элементной базы, освоенной на предприятии.

Элементы управления и коммутации:

Разъемы, тактовые кнопки, тумблеры и светодиоды выбираем с учетом того, какие наименования подобных ЭРЭ применяются на заводе. Все выбранные элементы входят в каталог фирмы- поставщика.

Для примера рассмотрим разъемы.

Рассмотрим параметры разъема BH-20:

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Форма контактов | Прямые |
| Способ монтажа | В отверстия |
| Контактное сопротивление, мОм | 20 |
| Предельное напряжение, не менее, В | 500 |
| Сопротивление изоляции, МОм | 1000 |
| Диапазон рабочих температур, ºС | -45..+105 |

Данные разъем полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым при проектировании.

## Производственные мощности базового предприятия

Курсовой проект выполняется на основе материалов, полученных на базовом предприятии НПП «Велд». На предприятии освоены практически все виды производств, необходимые в приборостроении: заготовительное, литейное, инструментальное, металлообрабатывающее, холодная штамповка, обработка пластмасс, производство резинотехнических изделий, нанесение защитных и защитно-декоративных гальванических и лакокрасочных покрытий, производство печатных плат до третьего класса точности, деревообрабатывающее, волноводное, слесарно-сборочное, механосборочное, сборочно-монтажное, регулировочно-сдаточное. Для решения производственных задач на предприятии используется как автоматизированное оборудование: станки (фрезерные, токарные, сверлильные и т.д.), прессы (гидравлические) и т.п., так и ручные машины: монтажные столы, верстаки и т.д. Кроме того, применяются ручные орудия труда: паяльники, молотки, зубила и т.п. Данный выбор оборудования обусловлен единичным типом производства.

## Технологический процесс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **А/Б** | **№ опер** | **Наименование и содержание операции** |
| **А** | 005 | **Распаковка** |
| **Б** |  | Стол рабочего. |
| **О** |  | 1. Получить упаковку печатных плат со склада. 2. Разрезать упаковку платы. 3. Извлечь плату из упаковки. 4. Поместить плату в контейнер. 5. Для всех плат из упаковки повторить п. 3 – 4. 6. Очистить рабочее место от остатков упаковки печатных плат. Остатки поместить в мусорный бак. |
| **Т** |  | Нож, перчатки трикотажные ГОСТ 1165-86, контейнер с пометкой «Брак», контейнер, мусорный бак |
| А | 010 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Контролировать визуальным осмотром плату на наличие печатных проводников. 3. В случае отсутствия проводников, или при наличии их обрывов поместить плату в контейнер для брака. 4. Контролировать визуально наличие и целостность металлизации платы. 5. В случае обрывов или отсутствия металлизации поместить плату в контейнер для брака. 6. Поместить плату в контейнер. |
| Т |  | Линза 8066 с 3-х кратным увеличением, перчатки трикотажные ГОСТ 1165-86, контейнер с пометкой «Брак», контейнер. |
| А | 015 | **Управляющая** |
| Б |  | Персональный компьютер |
| О |  | 1. Включить ПК. 2. Открыть PCB-файл платы в ПО, идущим в комплекте с автоматом установки компонентов поверхностного монтажа. 3. Визуально проверить соответствие PCB-файла и КД. В случае несовпадения, корректировать PCB-файл . 4. Установить соответствие питатель – элемент. 5. Создать файлы запуска программы для верхней и нижней сторон печатной платы. 6. Перенести файлы запуска на съемный накопитель. |
| Т |  | ПК, съемный накопитель, комплект КД. |
| А | 020 | **Комплектовочная** |
| Б |  | Стол антистатический GWB-715 фирмы TRESTON |
| О |  | 1. Получить на складе компоненты согласно перечню. 2. Контролировать номиналы компонентов согласно перечню элементов. 3. Разложить компоненты позиций 1 (кварцевый резонатор), 36 – 42 (разъемы типа «папа») по тарам. 4. Маркировать тару бирками с указанием типа компонента . Закрепить бирку на таре липкой лентой. 5. Контролировать целостность катушек с SMD-элементами. 6. Контролировать пеналы с микросхемами позиций 8 – 11. Микросхемы в пеналах должны быть сориентированы ключом в одну сторону. 7. Поместить комплект компонентов в тару. 8. Выдать комплект компонентов на соответствующий участок. |
| Т |  | Антистатический браслет с заземлением, перчатки трикотажные ГОСТ 1165-86, карандаш, липкая лента, полоски бумаги, тара |
| А | 025 | **Очистка** |
| Б |  | Ультразвуковая ванна для очистки печатных плат UltraClean |
| О |  | 1. Извлечь ПП из контейнера. 2. Поместить платы в раму. 3. Налить жидкость для ультразвуковой ванны Techniк-Z в ванну. 4. Поместить в ванну раму с закрепленными на ней платами. 5. Включить ультразвуковую ванну на минимальной мощности. 6. Очистить платы от консервирующего флюса. 7. Отключить ультразвуковую ванну. 8. Извлечь из ванны раму с платами. 9. Извлечь платы из рамы. 10. Поместить платы в контейнер. |
| Р |  | t = 20 мин. |
| Т |  | Перчатки трикотажные ГОСТ 1165-86, жидкость Technik-Z, рама для закрепления плат, контейнер |
| А | 030 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
|  |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Контролировать плату на отсутствие консервирующего флюса. При легком надавливании на текстолит платы пальцем в напальчнике не должно ощущаться прилипание. 3. При наличии подтеков консервирующего флюса поместить плату в тару красного цвета. 4. Отправить платы в таре красного цвета на операцию 025 для повторной очистки. 5. Поместить очищенную плату в контейнер. |
|  |  | Тара красного цвета, контейнер, Напальчник тип 2, вид Б, №2, ТУ38-106-567-80. |
| А | 035 | **Сушка** |
| Б |  | Сушильный шкаф Air 2000 |
| О |  | 1. Извлечь мокрую плату из контейнера. 2. Включить сушильный шкаф. 3. Подать на вход сушильного шкафа плату. 4. Дождаться ухода ПП вовнутрь сушильного шкафа и подать на вход следующую ПП. 5. Принять на выходе из сушильного шкафа сухую ПП. 6. Поместить ПП в контейнер. |
| Т |  | Тара, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86. |
| А | 040 | **Лужение** |
| Б |  | Стол антистатический GWB-715 фирмы TRESTON |
| О |  | Лудить выводы соединителей поз. 36 – поз.42 методом погружения в расплавленный припой.  Общее количество эл-ов: 6.  Общее количество выводов: 119.  2х выводные эл-ты – общее кол-во 1, поз. 37;  5ти выводные эл-ты – общее кол-во 1, поз. 38;  6ти выводные эл-ты – общее кол-во 1, поз. 36;  14ти выводные эл-ты – общее кол-во 1, поз. 39;  20ти выводные эл-ты – общее кол-во 1, поз. 42;  32х выводные эл-ты – общее кол-во 1, поз. 40;  40ка выводные эл-ты – общее кол-во 1, поз. 41.   1. Вынуть соединитель из тары пинцетом. 2. Погрузить соединитель в ванну с расплавленным припоем. 3. Лудить выводы соединителя. 4. Вынуть соединитель из ванны с припоем. 5. Контролировать качество лужения визуальным осмотром. Не допускаются подтеки припоя, следы коррозии. 6. Погрузить луженый соединитель в соответствующую тару. |
| Т |  | Ванна для припоя MINIATURESOLDERINGALLAS 24V/150W, Пинцет М96890014, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86. |
| А | 045 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Контроль 100%. 2. Вынуть соединитель из тары. 3. Оценить качество лужения. Качественно залуженные выводы должны иметь гладкое, непрерывное и блестящее покрытие. 4. Соединители, не удовлетворяющие требованиям лужения поместить в тару красного цвета и отправить на повторное лужение. 5. Уложить соединитель в тару. |
| Т |  | Пинцет М96890014, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, линза 8066 с 3-х кратным увеличением |
| А | 050 | **Трафаретная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Получить запакованный трафарет для паяльной пасты на складе. 2. Распаковать трафарет. 3. Аккуратно извлечь трафарет из упаковки, не допуская изгибов фольги трафарета. 4. Закрепить трафарет на рамке. 5. Равномерно натянуть трафарет с помощью специальных регуляторов на рамке. 6. Извлечь ПП из контейнера. 7. Установить плату в принтер для нанесения паяльной пасты. 8. Установить рамку с натянутым трафаретом в принтер для нанесения паяльной пасты. 9. С помощью регуляторов на принтере совместить трафарет и ПП по реперным знакам. 10. Открыть баночку с паяльной пастой. 11. С помощью лопатки нанести паяльную пасту на трафарет. 12. Распределить паяльную пасту ракелем по трафарету до равномерного заполнения окон трафарета паяльной пастой. 13. Контролировать равномерность распределения паяльной пасты в окнах трафарета. В случае необходимости повторить п. 12. 14. С помощью специальной рукоятки на принтере опустить печатную плату вниз по направляющим. 15. Выдвинуть с помощью ручки ПП из принтера. 16. Вынуть ПП из принтера. 17. Контролировать визуально качество и точность нанесения паяльной пасты на ПП. В случае брака стереть паяльную пасту с ПП специальной тканью и повторить п. 7 – 16. 18. Отправить ПП с нанесенной паяльной пасты на контроль. 19. Очистку трафарета проводить через каждые 10 циклов, используя специальную ткань, не оставляющую пыли и ворсинок с помощью жидкости Vigon SC200. Дополнительно очистить трафареты сжатым воздухом. |
| Т |  | Принтер LPKF ProtoPrint S, трафарет, паяльная паста AOYUE W001, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, жидкость Vigon SC200, специальная ткань «микрофибра» произ-ва фирмы Zepter. |
| А | 055 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Проверить рисунок нанесения пасты на соответствие чертежу. Печать должна быть равномерной. Загрязнение и комкование паяльной пасты недопустимы. 3. Контролировать высоту рисунка паяльной пасты. Высота должна быть равномерной. 4. Контролировать смещение паяльной пасты относительно контактной площадки. Допустимое максимальное смещение - 0,1 мм относительно края контактной площадки. 5. Контролировать образование припойных перемычек. 6. При невыполнении одного из условий стереть паяльную пасту специальной тканью с применением жидкости Vigon SC200. И вернуть плату на операцию 050. 7. Уложить плату в контейнер. |
| Т |  | Электронный микроскоп MITUTOYO FS300, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, жидкость Vigon SC200, специальная ткань «микрофибра» произ-ва фирмы Zepter. |
| А | 060 | **Установочная** |
| Б |  | Автомат установки компонентов поверхностного монтажа AUTOTRONIK BS384V1 |
| О |  | 1. Включить автомат. 2. Загрузить в автомат со съемного накопителя файл запуска. 3. Загрузить в автомат катушки с компонентами для монтажа на верхнюю сторону платы. 4. Загрузить в автомат печатную плату с нанесенной паяльной пастой. 5. Запустить программу установки компонентов. 6. Установить компоненты на верхнюю сторону печатной платы. 7. После установки компонентов на первую плату снять плату с конвейера после автомата и контролировать правильность установки компонентов. Выводы компонентов должны находится в пределах КП на паяльной пасте. 8. Подать в автомат остальные печатные платы для установки. 9. Завершить программу установки компонентов. 10. Выключить автомат. |
| Т |  | Съемный накопитель, катушки с компонентами, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, линза 8066 с 3-х кратным увеличением. |
| А | 065 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Снять с конвейера плату. 2. Контролировать сборку печатных узлов согласно КД. 3. Контролировать целостность компонентов. Все компоненты должны быть без трещин, сколов, посторонних включений. 4. Контролировать расположение выводов компонента относительно контактной площадки. Выводы должны быть расположены симметрично. Допуская небольшая несимметричность расположения выводов, при которой выводы элемента находятся в пределах контактной площадки. 5. При браке аккуратно снять пинцетом элементы с платы, поместить их в тару. Плату очистить от паяльной пасты специальной тканью с применением жидкости Vigon SC200 и уложить в контейнер красного цвета. 6. Уложить плату в контейнер. 7. Контейнер красного цвета отправить на операцию 50. |
| Т |  | Электронный микроскоп MITUTOYO FS300, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, жидкость Vigon SC200, специальная ткань «микрофибра» произ-ва фирмы Zepter. |
| А | 070 | **Оплавление** |
| Б |  | Полноконвекционная печь TWS-1380 |
| О |  | 1. Включить печь. 2. Установить термопрофиль для данного типа паяльной пасты. 3. Подать печатную плату в печь. 4. Пропустить плату через печь. 5. Снять плату с конвейера после прохождения печи и уложить в контейнер. 6. Выключить печь. 7. Уложить плату в контейнер. |
| Т |  | Перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, контейнер, документация на паяльную пасту. |
| А | 075 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Контролировать качество паяного соединения. Паяное соединение должно полностью покрывать вывод элемента и контактную площадку. 3. Галтель припоя должна быть гладкой и не иметь трещин. 4. Контролировать отсутствие перемычек между контактными площадками. 5. Контролировать отсутствие припойного бисера – шариков припоя, разбрызганных из-за неправильного термопрофиля паяльной пасты. 6. Контролировать непропаи. 7. В случае брака поместить плату в красный контейнер. 8. Поместить годную плату в контейнер. 9. Платы в красном контейнере отправить на доработку. |
| Т |  | Электронный микроскоп MITUTOYO FS300, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86. |
| А | 080 | **Доработка** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из красного контейнера. 2. Нанести на места непропаев немного флюса. 3. Захватить жалом паяльника небольшое количество припоя. 4. Исправить непропаи быстрым прикосновением паяльника. 5. Уложить плату в контейнер. |
| Т |  | Флюс WF-9942, припой ПОС-61, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86 |
| А | 085 | **Клеевая** |
| Б |  | Стол монтажника |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Повернуть плату нижней стороной вверх (вид А). 3. С помощью аппликатора нанести каплю клея на место установки элемента поз. 2. 4. Повторить п.4 для элементов поз. 3-5, поз.11, поз. 12. 5. Отправить плату на монтаж |
| Т |  | Аппликатор для клея CA, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, клей УП-5-245 |
| А | 090 | **Монтажная** |
| Б |  | автомат установки компонентов поверхностного монтажа AUTOTRONIK BS384V1 |
| О |  | 1. Включить автомат. 2. Загрузить в автомат со съемного накопителя файл запуска. 3. Загрузить в автомат катушки с компонентами для монтажа на нижнюю сторону платы. 4. Загрузить в автомат печатную плату с нанесенным клеем 5. Запустить программу установки компонентов нижней стороны. 6. Установить компоненты на нижнюю сторону печатной платы. 7. Завершить программу установки компонентов. 8. Выключить автомат. |
| Т |  | Перчатки текстильные ГОСТ 1165-86,съемный накопитель, катушки с компонентами |
| А | 095 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Снять с конвейера плату. 2. Контролировать сборку печатных узлов согласно КД. 3. Контролировать целостность компонентов. Все компоненты должны быть без трещин, сколов, посторонних включений. 4. Контролировать расположение выводов компонента относительно контактной площадки. Выводы должны быть расположены симметрично. Допуская небольшая несимметричность расположения выводов, при которой выводы элемента находятся в пределах контактной площадки. 5. При браке аккуратно поправить расположение элементов пинцетом. Плату очистить от остатков клея специальной тканью с применением жидкости Vigon SC200 и уложить в контейнер. |
| Т |  | Электронный микроскоп MITUTOYO FS300, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, жидкость Vigon SC200, специальная ткань «микрофибра» произ-ва фирмы Zepter, контейнер с пометкой «Брак». |
| А | 100 | **Вулканизация** |
| Б |  | Полноконвекционная печь TWS-1380 |
| О |  | 1. Включить печь. 2. Установить термопрофиль для вулканизации клея согласно документации по эксплуатации клея. 3. Подать печатные платы в печь. 4. Вулканизировать клей на плате. 5. Вынуть платы из печи и уложить в контейнер. 6. Выключить печь. |
| Т |  | Перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, контейнер, документация на клей. |
| А | 105 | **Монтажная 1** |
| Б |  | Автомат установки компонентов поверхностного монтажа AUTOTRONIK BS384V1 |
| О |  | 1. Включить автомат. 2. Загрузить в автомат со съемного накопителя файл запуска. 3. Загрузить в автомат пеналы с компонентами для монтажа в отверстия. 4. Загрузить в автомат печатную плату. 5. Запустить программу установки компонентов верхней стороны. 6. Установить компоненты поз. 7-9, поз 18-24. 7. Завершить программу установки компонентов. 8. Выключить автомат. 9. Уложить плату в контейнер |
| Т |  | Пеналы с компонентами, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, линза 8066 с 3-х кратным увеличением |
| А | 110 | **Клеевая** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Извлечь из упаковки элемент поз. 25. 3. Смазать элемент с помощью аппликатора клеем. 4. Приклеить элемент на плату согласно сборочному чертежу. 5. Отправить плату на вулканизацию |
| Т |  | Аппликатор для клея CA, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, клей УП-5-245 |
| А | 115 | **Вулканизация** |
| Б |  | Полноконвекционная печь TWS-1380 |
| О |  | 1. Включить печь. 2. Установить термопрофиль для вулканизации клея согласно документации по эксплуатации клея. 3. Подать печатные платы в печь. 4. Вулканизировать клей на плате. 5. Вынуть платы из печи и уложить в контейнер. 6. Выключить печь. |
| Т |  | Перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, контейнер, документация на клей. |
| А | 120 | **Сборочно-монтажная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Извлечь элемент поз. 17 из тары. 3. Формовать элемент по ОСТ 4 ГО.010.030-81 вариант IIa с помощью пинцета. 4. Подогнуть выводы элемента с обратной стороны платы для надежности закрепления элемента. 5. Повторить п.3 – п.4 для всех элементов поз.17. 6. Установить элементы на верхнюю сторону печатной платы согласно сборочному чертежу. 7. Извлечь из контейнера элемент поз.1 8. Установить элемент на приклеенную прокладку согласно сборочному чертежу на плате. 9. Подогнуть выводы элемента с обратной стороны платы для надежности закрепления элемента. 10. Уложить плату в контейнер. |
| Т |  | Пинцет ГОСТ 21241-89, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, линза 8066 с 3-х кратным увеличением, Аппликатор для клея CA, клей ГИПК 23-12 ОСТ 107,460007.009-02. |
| А | 125 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Контролировать сборку печатных узлов согласно КД. 3. Контролировать целостность компонентов. Все компоненты должны быть без трещин, сколов, посторонних включений, с ровными выводами. 4. Контролировать глубину установки компонентов. Все компоненты должны быть установлены до упора. 5. Контролировать качество клеевого соединения кварца. Соединение должно быть прочным и без подтеков клея. 6. В случае плохого качества установки выводных элементов, исправить ошибки установки элементов с помощью пинцета. 7. Контролировать качество закрепления элементов на нижней стороне платы. 8. Уложить платы в контейнер. |
| Т |  | Электронный микроскоп MITUTOYO FS300, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, пинцет ГОСТ 21241-89 |
| А | 130 | **Пайка волной припоя** |
| Б |  | Установки пайки волной припоя ERSA ETS 330 |
| О |  | 1. Включить установку для пайки волной припоя. 2. Установить рабочую температуру установки и скорость движения ленты. 3. Загрузить в бачок установки припоя пруток припоя. 4. Залить в бачок флюсующего устройства флюс. 5. Извлечь плату из контейнера. 6. Закрепить плату в держателе. 7. Включить установку. 8. Проверить на гребне волны припоя температуру термометром. Температура должна соответствовать установленной. 9. Установить на направляющие установки плату в держателе. 10. Включить транспортер установки. 11. Провести пайку волной припоя. 12. Снять плату с держателем. 13. Повесить держатель на подставку и дождаться остывания платы. 14. Извлечь плату из держателя. 15. Проверить внешним осмотром качество пайки. В случае неудовлетворительного качества пайки, поместить плату в контейнер красного цвета. 16. Уложить плату в контейнер. |
| Т |  | Флюс WF-9942, припой ПОС-61, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, держатель, подставка. |
| А | 135 | **Контрольная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Контролировать качество паяного соединения. Паяное соединение должно полностью покрывать вывод элемента и контактную площадку. 3. Галтель припоя должна быть гладкой и не иметь трещин. 4. Контролировать отсутствие перемычек между контактными площадками. 5. Контролировать непропаи. 6. В случае брака поместить плату в красный контейнер. 7. Поместить годную плату в контейнер и отправить на операцию 145. 8. Платы в красном контейнере отправить на доработку. |
| Т |  | Электронный микроскоп MITUTOYO FS300, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86. |
| А | 140 | **Доработка** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из красного контейнера. 2. Нанести на места непропаев немного флюса. 3. Захватить жалом паяльника небольшое количество припоя. 4. Исправить непропаи быстрым прикосновением паяльника. 5. Уложить плату в контейнер. |
| Т |  | Флюс WF-9942, припой ПОС-61, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86 |
| А | 145 | **Очистка** |
| Б |  | Ультразвуковая ванна для очистки печатных плат UltraClean |
| О |  | 1. Извлечь ПП из контейнера. 2. Поместить платы в раму. 3. Налить жидкость для ультразвуковой ванны Techniк-Z в ванну. 4. Поместить в ванну раму с закрепленными на ней платами. 5. Включить ультразвуковую ванну на минимальной мощности. 6. Очистить платы от консервирующего флюса. 7. Отключить ультразвуковую ванну. 8. Извлечь из ванны раму с платами. 9. Извлечь платы из рамы. 10. Поместить платы в контейнер. |
| Т |  | Перчатки трикотажные ГОСТ 1165-86, жидкость Technik-Z, рама для закрепления плат. |
| А | 150 | **Контроль параметров** |
| Б |  | Тестовый стенд |
| О |  | 1. Вынуть плату из контейнера. 2. Подключить через все разъемы устройств к тестовому стенду. 3. Включить тестовый стенд. 4. Протестировать плату на стенде. 5. В случае успешных испытаний приклеить на плату подтверждающую бирку. 6. В случае неуспешного прохождения теста поместить плату в контейнер для брака. Занести в сопроводительную документацию номера неудачных тестов. 7. Уложить прошедшие тест платы в контейнер. 8. Контейнер для брака отправить на ремонтную операцию. |
| Т |  | Контейнер, контейнер с пометкой «Брак», перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, бирки зеленого цвета, клейкая лента. |
| А | 155 | **Ремонтная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера для брака. 2. Узнать номер неудачного теста из сопроводительной документации. 3. По описанию устройства и схеме электрической принципиальной установить неисправные элементы. 4. Заменить несправные элементы. 5. Уложить плату в контейнер. 6. Контейнер отправить на контроль параметров. |
| Т |  | Перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, комплект ТД на изделие, паяльная станция Lukey 702. |
| А | 160 | **Регулировочная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Подключить к плате дисплей (разъем XP5). 3. Подключить питание (разъем XP1). 4. Отрегулировать контрастность дисплея подстроечным резистором позиции 15. 5. После настройки регулировочный винт подстроечного резистора застопорить эмалью ЭП-51 ГОСТ 9640-85. 6. Уложить плату в контейнер |
| Т |  | Контейнер, эмаль ЭП-51 ГОСТ 9640-85, кисть ГОСТ 10597-87, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86 |
| А | 165 | **Контроль ОТК** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Проверить сопутствующую документацию к плате 3. Проверить плату на соответствие сборочному чертежу. 4. Проверить номиналы и типы установленных элементов. 5. Проверить качество пайки. 6. Поставить клеймо ОТК согласно чертежу краской трафаретной серии 45971-84 белая нейтральная ТУ29-02-889-93. 7. Плату с дефектами отправить в контейнер для брака 8. Поместить плату в контейнер. |
| Т |  | Краска трафаретная серии 45971-84 белая нейтральная ТУ29-02-889-93, штамп ОТК, эмаль ЭП-51 ГОСТ 9640-85, аппликатор для эмали, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86, контейнер |
| А | 170 | **Маркировочная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Макнуть штамп с номером платы в подушечку с краской. 3. Оттиснуть на плате ее номер с помощью штампа. 4. Контролировать четкость оттиска. Номер платы должен быть четко различим. 5. Поместить плату в контейнер. |
| Т |  | Контейнер, штамп с номером платы, подушечка для краски, краска трафаретная серии 45971-84 белая нейтральная ТУ29-02-889-93, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86. |
| А | 175 | **Упаковка** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь плату из контейнера. 2. Уложить плату в упаковку, обложив упаковочным антистатическим материалом. 3. Закрыть упаковку. 4. Заклеить упаковку клейкой лентой. 5. Отложить упаковку в сторону. 6. Повторить п. 1 – 6 для всех плат. |
| Т |  | Ножницы 175 ГОСТ Р51268-99, клейкая лента, обкладочный антистатический материал, халат х/б ГОСТ 621-73, перчатки текстильные ГОСТ 1165-86. |

## Аттестация технологического процесса

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.

Для аттестации ТП используются семь показателей, рассмотрим каждый из них:

**Показатель производительности труда:**

лимитное значение технологической трудоемкости, нормо-ч

- фактическая технологическая трудоемкость, нормо-ч



**Показатель прогрессивности используемого оборудования:**

фактический коэффициент прогрессивности оборудования,

нормативный коэффициент прогрессивности оборудования.

коэффициент прогрессивности *i*-той группы оборудования,

количество групп оборудования.

В данном ТП можно выделить 6 группы оборудования, из них:

Коэффициент прогрессивности для групп оборудования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа оборудования | Рабочее место | Коэффициент прогрессивности |
| Ручное орудие труда | Стол рабочего | 0.1 |
| Стол антистатический |
| Машина ручного действия | Принтер | 0.2 |
| Машина-полуавтомат | Ультразвуковая ванна | 0.5 |
| Машина автомат | Установка для сушки | 0.6 |
| Автомат монтажа |
| Установка пайки волной |
| Конвекционная печь |



нормативный коэффициент прогрессивности оборудования *i*-го вида производства

фактическая трудоемкость ТП по *i*-му виду производства.

Коэффициент прогрессивности для видов производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид производства | Коэффициент прогрессивности | Фактическая трудоемкость |
| Пайка, склеивание | 0.45 | 228 |
| Сборочно-монтажная | 0.5 | 180 |
| Прочие | 0.45 | 255 |





**Показатель механизации и автоматизации рабочих мест:**

степень механизации и автоматизации ручного труда,

норматив степени механизации и автоматизации ручного труда

численность рабочих, занятых механизированным и автоматизированным трудом в ТП,

общая численность рабочих, занятых в ТП

В данном ТП занято 17 рабочих, из них 7 заняты автоматизированным трудом и 1 механизированным трудом :



норматив степени механизации и автоматизации труда i-го производства.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид производства | Коэффициент прогрессивности | Фактическая трудоемкость |
| Пайка, склеивание | 0.55 | 228 |
| Сборочно-монтажная | 0.55 | 180 |





**Показатель использования материалов:**

коэффициент использования материалов,

нормативный коэффициент использования материалов

масса i-го материала программы выпуска изделий

потребность в i-ом материале по программе выпуска изделий.

В данном ТП используется 4 вида материалов:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал | Масса материала | Потребность | Коэффициент использования материала |
| Клей | 15 | 25 | 0.96 |
| Краска | 20 | 30 | 0.85 |
| Паяльная паста | 90 | 135 | 0.8 |
| Припой | 70 | 100 | 0.78 |



– нормативный коэффициент использования материалов





**Ритмичность:**

количество выпущенных изделий по плану за рассматриваемый период времени.

количество изделий фактически выпущенных за рассматриваемый период времени.

**Удельный вес продукции, сдаваемой с первого предъявления:**

количество изделий, сдаваемых с первого предъявления,

общее количество изделий.

**Показатель выброса вредных веществ:**

фактический коэффициент выброс вредных веществ,

нормативное значение коэффициента выброса вредных веществ.

Сведем все показатели в таблицу:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Граничные значения показателей по категории | | Значение показателей аттестуемого ТП |
| Высшей | Первой |
| Показатель производительности труда | 0.85…0.92 | 0.76…0.84 | 0.769 |
| Показатель прогрессивности применяемого оборудования | 0.65…0.76 | 0.56…0.67 | 0.88 |
| Показатель механизации и автоматизации труда | 0.76…0.77 | 0.70…0.75 | 0.85 |
| Показатель использования материалов | 0.81…0.85 | 0.76…0.80 | 0.78 |
| Показатель ритмичности производства | <0.90 | 0.80…0.90 | 0.85 |
| Удельный вес продукции, сдаваемой с первого раза | <0.95 | 0.86…0.94 | 0.89 |
| Показатель выброса вредных веществ | 1 | 1 | 1 |

Значения показателей аттестуемого ТП попадает в значения граничных значений показателей первой категории. Таким образом, данный ТП относится к первой категории.

Анализируя значения показателей следует сделать вывод о необходимости повышения показателя механизации и автоматизации путем использования при сборке автоматического и автоматизированного оборудования, например в сборочно-монтажных операциях и операциях по нанесению защитных покрытий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ