**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДУЛЯ СОПРЯЖЕНИЯ ЦИФРОВОГО МУЛЬТИМЕТРА С КОМПЬЮТЕРОМ**

**1 Технологическая характеристика модуля сопряжения как объекта автоматизированной сборки и монтажа**

Модуль сопряжения цифрового мультиметра с компьютером удовлетворяет следующим требованиям:

- радиоэлектронный модуль является функционально законченным и его изготовление, а также электрический контроль, можно организовать на специализированном участке;

- все электрорадиоэлементы со штырьковыми выводами располагаются на печатной плате только с одной стороны для обеспечения возможности применения групповой пайки окунанием платы;

- число вариантов формовки выводов электрорадиоэлементов ограниченно: для элементов с цилиндрическими корпусами и осевыми выводами применяется П-образная формовка и установка на печатной плате без зазора, для конденсаторов и транзисторов применяется I-образная формовка, для элементов в корпусах DIP типа формовка не производится;

- конструкция модуля исключает применение прокладок между элементами и печатной платой, экранов и изоляционных трубок на корпусах и выводах элементов;

- конструкция модуля исключает применение дополнительных креплений элементов на печатную плату.

**2 Технологическая характеристика модуля сопряжения как объекта автоматизированной сборки и монтажа**

Типовой технологический процесс разрабатывается для изготовления в конкретных производственных условиях типового представителя группы изделий, обладающих общими конструктивно-технологическими признаками. К типовому представителю группы изделий относятся изделие, обработка которого требует наибольшего количества основных и вспомогательных операций, характерных для изделий, входящих в эту группу. Типовой технологический процесс может применяться как рабочий технологический процесс или как информационная основа при разработке рабочего технологического процесса. Он уменьшает объём технологической документации без ущерба содержащейся в ней информации, создаёт возможность разработки групповых приспособлений и средств автоматизации, исключает грубых ошибок в нормировании материальных и трудовых затрат.

При разработке рабочего технологического процесса использован типовой технологический процесс, который состоит из следующей последовательности действий:

а) входной контроль электрорадиоэлементов;

б) лужение печатной платы;

в) промывка;

г) подготовка электрорадиоэлементов к монтажу;

д) установка элементов на плату;

е) флюсование;

ж) пайка узла;

з) контроль пайки;

и) ручная допайка;

к) промывка;

л) доустановка элементов на плату;

м) ручная допайка;

н) контроль функционирования.

**7**

**5**

**4**

**1**

**2**

**3**

**6**

**8**

**9**

**10**

**11**

**12**

**13**

1 - входной контроль электрорадиоэлементов; 2 – лужение печатной платы; 3 – промывка; 4 – подготовка элементов к монтажу; 5 – установка элементов на плату; 6- флюсование; 7 - пайка узла; 8 – контроль пайки; 9 – ручная допайка; 10 – промывка; 11 – доустановка элементов на плату; 12 – ручная допайка; 13 – контроль функционирования.

Рисунок 1.1 – Схема типового технологического процесса

**3 Расчет показателей технологичности конструкции**

Отраслевой стандарт ОСТ 4 ГО.091.219 предусматривает выбор состава базовых показателей. В число выбираемых должны включаться показатели, оказывающие наибольшее влияние на технологичность конструкции блоков.

Основным показателем, служащим для оценки технологичности конструкции, является комплексный показатель технологичности , определяемый с помощью базовых показателей по формуле (1.1)

, (1.1)

где:  - значение базового показателя;

 - функция, нормирующая весовую значимость показателя;

 - порядковый номер показателя;

 - общее количество относительных частных показателей.

В качестве базовых показателей технологичности выбираем показатели, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Базовые показатели технологичности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Порядковый номер в ранжировочной последовательности | Коэффициент | Обозначение |  |
| 1 | Использования микросхем и микросборок в блоке |  | 1,000 |
| 2 | Автоматизации и механизации монтажа |  | 1,000 |
| 3 | Механизации подготовки ЭРЭ |  | 0,750 |
| 4 | Механизации контроля и настройки |  | 0,500 |
| 5 | Повторяемости ЭРЭ |  | 0,310 |
| 6 | Применяемости ЭРЭ |  | 0,187 |
| 7 | Прогрессивности формообразования деталей |  | 0,110 |

Для расчета комплексного показателя технологичности необходимо определить базовые показатели приведенные в таблице 5.1.

Коэффициент использования микросхем и микросборок вычисляется по формуле (1.2):

, (1.2)

где:  - общее количество микросхем и микросборок в изделии, шт;

 - общее количество электрорадиоэлементов, шт.

Подставив значения в формулу (1.2) получаем:



Коэффициент автоматизации и механизации монтажа рассчитывается по формуле (1.3):

, (1.3)

где:  - количество монтажных соединений, которые могут осуществляться автоматизированным или механизированным способом;

 - общее количество монтажных соединений.

Рассчитаем коэффициент автоматизации и механизации монтажа:

.

Коэффициент механизации подготовки электрорадиоэлементов вычисляем по формуле (5.4):

, (1.4)

где:  - количество электрорадиоэлементов, шт., подготовка которых к монтажу может осуществляться механизированным или автоматизированным способом.

Подставив значения в формулу (1.4) получаем:

.

Коэффициент механизации контроля и настройки вычисляем по формуле(1.5):

, (1.5)

где:  - количество операций контроля и настройки, которые можно осуществлять механизированным или автоматизированным способом;

 - общее количество операций контроля и настройки.

Вычислим коэффициент механизации контроля и настройки по формуле(1.5):

.

Коэффициент повторяемости электрорадиоэлементов рассчитываем по формуле (1.6):

, (1.6)

где:  - общее количество электрорадиоэлементов, шт;

 - общее количество типоразмеров электрорадиоэлементов в изделии.

Подставив значения в формулу (5.6) получаем:

.

Коэффициент применяемости электрорадиоэлементов рассчитываем по формуле (1.7):

, (1.7)

где:  - количество типоразмеров оригинальных электрорадиоэлементов в изделии.

Подставляя значения в формулу (1.7) получаем:

.

Коэффициент прогрессивности формообразования деталей вычисляется по формуле (1.8):

, (1.8)

где:  - количество деталей, шт., заготовки которых или сами детали получены прогрессивными методами (штамповкой, прессованием, литьем, пайкой, сваркой, склеиванием и др);

 - общее количество деталей в изделии, шт.

После подстановки значений в формулу (5.8) получаем:

.

Подставляя значения рассчитанных базовых показателей технологичности в формулу (1.1) получаем:



Уровень технологичности конструкции блока определяется как отношение достигнутого показателя технологичности к значению базового по формуле (1.9):

, (1.9)

где: КБ – базовый показатель технологичности.

.

В соответствии с ОСТ 4 ГО.091.219 полученный нормативный комплексный показатель технологичности подходит для установочной серии.

**4 Выбор оборудования для производства модуля и расчет технико-экономических показателей поточной линии сборки**

Для выбора оборудования для производства воспользуемся данными, приведенными в [7].

Для производства:

- распаковка электрорадиоэлементов производится вручную на светомонтажном столе СМ-2 – производительность 1000 шт/час;

- входной контроль осуществляется тестером CMS100 – производительность 360 шт/час;

- автомат формовки, обрезки и лужения выводов резисторов, диодов, транзисторов и конденсаторов УФТ 901 – производительность 800 шт/час;

- установка электрорадиоэлементов производится на светомонтажном столе “Тройник-М” – число ячеек: для микросхем – 3, для электрорадиоэлементов – 10;

- пайка осуществляется окунанием платы в ванну с припоем на установке ТН 712, производительность 360 шт/час;

- очистка производится на установке УПИ 901, производительность 60 шт/час;

- функциональный контроль осуществляется устройством “Линза-11”, производительность 80 шт/час.

Рассчитаем такт выпуска каждого модуля, трудоемкость выполнения каждой операции, коэффициент загрузки оборудования.

Программу запуска изделия вычисляем по формуле (1.10):

, (1.10)

где:  - программа выпуска изделий, шт.;

 - коэффициент технологических потерь, принимается равным 1,02.

Подставляя значения в формулу (1.10) получаем:



Такт выпуска одного модуля определяем по формуле (1.11):

, (1.11)

где:  - годовой фонд времени, ч;

 - программа запуска изделий, шт.

Годовой фонд времени вычисляем исходя из следующих данных: количество рабочих дней в году – 250, рабочие работают в одну смену, продолжительность рабочего дня – 8 часов с 1 часом перерыва на обед. Следовательно годовой фонд времени составляет 1750 часов. Подставляя значения в формулу (1.11) получаем:



Трудоемкость операции сборки автомата определяется по формуле (1.12):

, (1.12)

где: T0 – трудоемкость выполнения каждой операции для одного элемента;

n – количество элементов, устанавливаемых на печатную плату при данной операции.

Трудоемкость выполнения каждой операции определяем по формуле (1.13):

, (1.13)

где: P – производительность оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле (1.14):

, (1.14)

где: КСН.Т – коэффициент снижения трудоемкости, принимаем равным 1;

КВ – коэффициент выполнения норм времени, принимаем равным 1.

Результаты расчета показателей поточной линии сборки приведены в таблице 1.2.

Маршрутное описание технологического процесса производства модуля сопряжения цифрового мультиметра с компьютером представлено в приложении в виде маршрутных карт.

Таблица 1.2 – Результаты расчета показателей поточной линии сборки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Оборудование | Производительность оборудования, шт/час | Трудоемкость, мин. | Коэффициент загрузки оборудования зЗО |
| Распаковка ЭРЭ | Светомонтаж-ный столСМ-2 | 1000 | 1,2 | 0,01 |
| Входной контроль | Тестер CMS100 | 360 | 2,33 | 0,033 |
| Формовка выводов | Автомат формовки УФТ901 | 800 | 0,825 | 0,012 |
| Установка ЭРЭ | Светомонтаж-ный стол “Тройник-М” | 900 | 1,33 | 0,019 |
| Пайка | Установка ТН712 | 360 | 3,33 | 0,049 |
| Очистка | Установка УПИ901 | 60 | 20 | 0,29 |
| Функциональный контроль | Установка “Линза-11” | 80 | 15 | 0,22 |

Литература

1 Технология и автоматизация производства РЭА: Учебник для вузов/Под ред. А.П.Достанко.-М.:Радио и связь, 1999.

2 Технология производства ЭВМ – Достанко А.П. и др.:Учеб.-Мн.:Высшая школа, 2004.

3 Технологічне оснащення виробництва електронних обчислювальних засобів: Навч. Посібник/М.С.Макурін.-Харків: ХТУРЕ,2006.

4 Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах/А.В.Егунов, Б.Л.Жожомани, В.Г.Журавский, В.В.Жуков; под ред. В.Г.Журавского. -М.:Радио и связь,1988.

5 Гибкая автоматизация производства РЭА с применением микропроцессоров и роботов. – Ю.В. Иванов, Н.А. Лакота; -М.:Радио и связь,1988.