**Практическое занятие № 9**

**Тема: Оценка технологичности конструкции электронного блока ЭВС**

*Расчёт основных коэффициентов технологичности печатного модуля.*

*Комплексный показатель технологичности*

*Задание*

Определить коэффициенты технологичности:

- коэффициент автоматизации пайки электронных компонентов;

- коэффициент автоматизации установки ЭК, подлежащих пайке;

- коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа;

- коэффициент автоматизации операций контроля и настройки;

- коэффициент повторяемости ЭК;

- коэффициент применения типовых процессов;

- коэффициент сокращения применения деталей;

- комплексный показатель технологичности.

*Теоретические сведения*

Технологичность — это одна из комплексных характеристик электронного средства, которая характеризует организацию его производства, ремонтопригодность и эксплуатационные качества.

С показателями технологичности тесно связаны показатели стандартизации и унификации, характеризующие степень использования в конкретной разработке ЭС стандартизированных деталей, узлов, блоков и других компонентов, а также уровень унификации составных частей конструкции ЭС.

Необходимость замены в производстве конструкций ЭС на более современные, повышение их надежности и качества требует унификации большинства технических и технологических решений по обеспечению совместимости и взаимозаменяемости конструкций, как в процессе создания новых, так и при модернизации уже выпускаемых промышленностью.

Унификация (низшая ступень стандартизации) заключается в уменьшении многообразия конструкций, выполняющих в ЭС одинаковые или сходные функции. Унификации подвергаются как механические детали, сборочные единицы и несущие конструкции, так и элементная база.

Стандартизация, как завершающая стадия унификации является необходимой предпосылкой для создания ЭС современного технического уровня.

Применение принципов стандартизации и унификации позволяет получить следующие преимущества:

– значительно сократить сроки и стоимость проектирования;

– сократить на предприятии номенклатуру применяемых деталей и сборочных единиц, увеличить применяемость и масштаб производства;

– исключить разработку новой специальной оснастки и специального оборудования для каждого нового варианта ЭС, т.е. упростить подготовку производства;

– создать специализированные производства стандартизированных и унифицированных сборочных единиц для централизованного обеспечения предприятий;

– осуществить поэтапное внедрение сложных систем, состоящих из нескольких ЭС, и их постепенное доукомплектование, а также модернизацию в процессе эксплуатации;

– упростить обслуживание и ремонт ЭС, т.е. улучшить эксплуатационную технологичность конструкции.

Одним из основных критериев, определяющих пригодность электронного средства к промышленному выпуску, является технологичность конструкции.

Для оценки технологичности электронных модулей применяют систему базовых коэффициентов, рекомендуемых отраслевыми стандартами. Каждый из коэффициентов технологичности имеет свою весовую характеристику ***φi,*** *определяемую по таблице****.***

Таблица – Показатели технологичности электронных модулей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***i*** | ***Коэффициенты технологичности*** | ***Обозначение*** | ***ϕι*** |
| 1 | Коэффициент автоматизации пайки ЭРЭ | КАП | 1,0 |
| 2 | Коэффициент автоматизации установки ЭРЭ | КАУ | 1,0 |
| 3 | Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа | КТ СБ | 0,36 |
| 4 | Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки | КАКН | 1,0 |
| 5 | Коэффициент повторяемости ЭРЭ | Кпов ЭРЭ | 0,5 |
| 6 | Коэффициент применения типовых техпроцессов | КТП | 1,0 |
| 7 | Коэффициент сокращения применения деталей | Кспд | 1,0 |

*Коэффициент автоматизации пайки электронных компонентов:*

КАП = НАП / НЭК,

где НЭК – количество ЭК (электронных компонентов) в модуле, которое подсчитывается по спецификации на сборочный чертеж;

НАП – количество ЭК, пайка которых осуществляется на автоматах:

НАП = НА СКВ – НСКВ + НА ПМ – НПМ,

где НА СКВ и НА ПМ – соответственно количество ЭК сквозного и поверхностного монтажа, монтируемых на автоматах;

НСКВ и НПМ – соответственно количество вручную монтируемых ЭК обычного и поверхностного монтажа.

*Коэффициент автоматизации установки ЭК, подлежащих пайке:*

КАУ = НАУ / Н,

где НАУ – количество ЭК, устанавливаемых на плату автоматизированными

способами, которое определяется как:

НАУ = НУ СКВ + НУ ПМ,

где НУ СКВ и НУ ПМ – соответственно количество ЭК, монтируемых в отверстия платы, и поверхностного монтажа, устанавливаемых на плату автоматизированными способами.

*Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа равен:*

КТ СБ = 1 / НВМ ,

где НВМ – вид монтажа, определяется по таблице.

Таблица – Выбор вида монтажа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид  монтажа | Поверхностный односторонний | Поверхностный двухсторонний | Смешанно-разнесенный | Смешанный |
| НВМ | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 2,8 |

*Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки:*

КА КН = (НАТ + НАФ) / HКН ,

где НАТ – число автоматизированных операций внутрисхемного тестирования модуля;

НАФ – число автоматизированных операций приемочного функционального контроля модуля,

HКН  – число операций контроля и настройки.

Контроль детали является обязательным и осуществляется двумя способами: визуальным и электрическим. Если в конструкции имеются регулировочные элементы, то количество операций регулировки увеличивается пропорционально числу этих элементов.

*Коэффициент повторяемости ЭК:*

КПОВ = 1 – НТЭК / НЭК,

где НТ ЭК – количество типоразмеров ЭК в модуле.

Под типоразмером ЭК понимаются его габаритные размеры и конфигурация (например, две микросхемы разного назначения, но в одинаковых корпусах имеют один и тот же типоразмер).

Количество типоразмеров ЭК в модуле НТ ЭК определяется по спецификации к сборочному чертежу электронного модуля.

*Коэффициент применения типовых процессов (ТП) равен:*

КТП = (ДТП+ ЕТП) / Д + Е

где ДТП, ЕТП – число деталей и сборочных единиц, изготавливаемых с применением типовых и групповых ТП;

Д, Е – общее число деталей и сборочных единиц, кроме крепежа.

*Коэффициент сокращения применения деталей:*

КС ПД = 1 / Д ,

где Д – количество деталей в модуле (без учета нормализованного крепежа). Количество деталей Д определяется по спецификации.

Таблица – Показатели технологичности устройства

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты технологичности | Обозначение | *i* | Значение |
| Коэффициент автоматизации пайки ЭРЭ | КАП | 1,0 | 1,0 |
| Коэффициент автоматизации установки ЭРЭ | КАУ | 1,0 | 1,0 |
| Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа | КТ СБ | 0,8 | 0,56 |
| Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки | КАКН | 0,5 | 1,0 |
| Коэффициент повторяемости ЭРЭ | Кпов ЭРЭ | 0,3 | 0,82 |
| Коэффициент применения типовых техпроцессов | КТП | 0,2 | 1,0 |
| Коэффициент сокращения применения деталей | Кспд | 0,1 | 1,0 |

*Комплексный показатель технологичности:*



Для определения базового значения комплексного показателя технологичности вычисляется количество электронных компонентов обычного и поверхностного монтажа в партии изготавливаемых модулей:

NС КВ = N х НС КВ, NПМ = N х НПМ,

где N – объем партии изготавливаемых модулей.

Базовое значение комплексного показателя равно:

КБ = (Кс \* NС КВ + 0,8 \* Nпм ) / NС КВ + Nпм

где Кс = 0,55, если NС КВ < 50 000, и КС = 0,70, если NС КВ≥ 50 000.

*Уровень технологичности рассчитывается:*

КУТ = К / КБ

Вывод об отработке электронного модуля на технологичность можно сделать в случае, если КУТ ≥ 1.

Отчет по практическому занятию выполняется в виде электронного документа и помещается в личную папку студента.

*Список рекомендуемых литературных источников*

1. А. Медведев.  Технология производства печатных плат. 2005 г., 360 с.
2. Л.А. Брусницына, Е.И. Степановских.  Технология изготовления печатных плат. Учебное пособие. 2015 г. 200 с.
3. Остек. Материалы для пайки и ремонт печатных плат. 2013 г., 96 с.
4. Технология РЭУ и автоматизация производства / А. П. Достанко [и др.]. – Мн.: Вышэйшая школа, 2002. – 415с.
5. ГОСТ 2.004-88 «Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов»;
6. ГОСТ23751 – 86 Печатные платы. Основные параметры конструкций.
7. ГОСТ 23752−79, Печатные платы. Общие технические условия.
8. ГОСТ 10316−78. Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Технические условия.
9. ГОСТ 29137−91 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы.
10. ГОСТ 12.2.003 Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
11. ГОСТ Р 53432-2009 Платы печатные. Общие технические требования к

производству.

1. ГОСТ 2.004-88 «Общие требования к выполнению конструкторских и

технологических документов»;

1. ГОСТ 2.417-91 «Платы печатные. Правила выполнения чертежей»;
2. ГОСТ 2.316-68. «Правила нанесения на чертежах надписей технических требований и таблиц»;