**7.7.Оценка технологичности проектируемого изделия**

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

Для оценки технологичности электронных блоков применяют систему базовых коэффициентов, рекомендуемых отраслевыми стандартами. Каждый из коэффициентов технологичности имеет свою весовую характеристику *φi*, определяемую по таблице 7.

Таблица 7. 1. – Показатели технологичности электронных модулей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***i*** | Коэффициенты технологичности | Обозначение | ϕ*ι* |
| 1 | Коэффициент автоматизации пайки ИЭТ | КАП | 1,0 |
| 2 | Коэффициент автоматизации установки ИЭТ | 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 ИЭТ | Кпов ЭРЭ | 0,5 |
| 6 | Коэффициент применения типовых техпроцессов | КТП | 1,0 |
| 7 | Коэффициент сокращения применения деталей | Кспд | 1,0 |

Комплексный показатель технологичности определяется по формуле:

 (7. )

Коэффициент автоматизации пайки электронных компонентов (ЭК):

КАП = НАП / НЭК, (7. )

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

НАП – количество ЭК, пайка которых осуществляется на автоматах:

НАП = НА СКВ – НСКВ + НА ПМ– НПМ, (7. )

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.

Для микроконтроллерного устройства управления пятикоординатным станком с ЧПУ коэффициент автоматизации пайки равен:

НАП = НА СКВ – НСКВ + НА ПМ– НПМ=169

КАП = НАП / НЭК=169/169=1

Коэффициент автоматизации установки ЭК, подлежащих пайке:

КАУ = НАУ / НЭК, (7. )

где НАУ – количество ЭК, устанавливаемых на плату автоматизированными способами, которое определяется как:

НАУ = НУ СКВ + НУ ПМ, (7. )

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

НАУ = НУ СКВ + НУ ПМ=169 )

КАУ = НАУ / НЭК=169/169=1 )

Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа равен:

КТ СБ = 1 / НВМ=1/1,8=0,56

где НВМ – вид монтажа, определяемый по таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Выбор вида монтажа

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

Для устройства управления используется смешанно-разнесённый монтаж.

Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки:

КАКН = (НАТ + НАФ) / HКН (7. )

где НАТ – число автоматизированных операций внутрисхемного тестирования модуля;

НАФ – число автоматизированных операций приемочного функционального контроля модуля,

HКН  – число операций контроля и настройки.

Две операции: визуальный контроль и электрический являются обязательными. Если в конструкции имеются регулировочные элементы, то количество операций регулировки увеличивается пропорционально числу этих элементов. Для модуля контроллера температурного:

КАКН = (НАТ + НАФ) / HКН = (1+1) /2 =1 )

Коэффициент повторяемости ЭК:

КПОВ = 1 – НТ ЭК / НЭК = 1 – НТ ЭК / НЭК = 1–30/169 = 0,82

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 модуля.

Коэффициент применения типовых ТП равен:

КТП = (ДТП+ ЕТП) / Д + Е = 1/1 = 1 )

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.

КТП = (ДТП+ ЕТП) / Д + Е (7. )

Коэффициент сокращения применения деталей:

КСПД = 1 / Д = 1/1 = 1 (7. )

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

Полученные значения показателей для рассматриваемого изделия приведём в таблице 9.12.

Таблица 7.3 – Показатели технологичности устройства

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты технологичности | Обозначение | *i* | Значение |
| Коэффициент автоматизации пайки ИЭТ | КАП | 1,0 | 1,0 |
| Коэффициент автоматизации установки ИЭТ | 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 ИЭТ | 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:

 (7. )

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

NСКВ = N НСКВ, NПМ = N НПМ, (7. )

где N – объем партии изготавливаемых модулей.

NСКВ = N НСКВ = 5 000 ∙ 21 = 105 000; NПМ = N НПМ = 5 000 ∙ 148 =740 000

Базовое значение комплексного показателя равно:

КБ= (7. )

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

Уровень технологичности рассчитывается:

КУТ = К / КБ = 0,89/0,79 = 1,13 (7. )

Так как КУТ ≥ 1, то конструкция модуля в достаточной степени отработана на технологичность.