**7. 2 Расчёт конструктивно-технологических параметров печатной платы.**

В зависимости от количества слоёв с электропроводящим рисунком, печатные платы подразделяют на односторонние, двухсторонние и многослойные.

ГОСТ 23751-86 устанавливает пять классов точности выполнения элементов конструкции (проводников, контактных площадок, отверстий и пр.) и предельных отклонений, наименьшие номинальные размеры которых задаются для узкого места.

В соответствии с таблицей определяется класс точности проектируемого электронного средства и определяется:

- минимальная ширина проводника, *t*, мм

- минимальное расстояние между центрами проводников, *S*, мм

- минимальная ширина гарантийного пояска, *В*, мм

Таблица 7.2.1 – Характеристики 4-го класса точности

|  |  |
| --- | --- |
| Условные обозначения элементов печатного монтажа | Значение |
| t, мм | 0,15 |
| S, мм | 0,15 |
| В, мм | 0,05 |
| γ = d/H | 0,25 |
| Δt, мм (без покрытия) | ±0,03 |
| Δt, мм (с покрытием) | ±0,05 |
| Tl , мм ОПП,ДПП,МПП (наружный слой) | 0,03 |
| Tl , мм — ПП (внутр. слой) | 0,08 |

Допуски на расположение отверстий и контактных площадок для 4-го класса точности ПП приведены в таблице 7.2.2.

Таблица 7.2.2 – Допуски на расположение отверстий и контактных площадок для 4-го класса точности ПП

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры | | Значение допуска |
| Допуск на отверстия без металлизации | d < 1мм | ±0,05 |
| d > 1мм | ±0,1 |
| Допуск с металлизацией и оплавлением | d < 1мм | +0  -0,13 |
| d > 1мм | +0,05  -0,18 |
| Допуск на ширину проводника | Без покрытия | ±0,03 |
| С покрытием | ±0,05 |
| Допуск на расстояния отверстий при размере платы менее 180 мм, δd | | 0,05 |
| Допуск на расстояния контактных площадок при размере платы менее 180 мм, δp | | 0,1 |
| Допуск на расстояния проводников при размере платы менее 180 мм, δl | | 0,03 |

Контактные площадки для автоматизированного контроля и диагностики печатных узлов (блоков) следует выполнять прямоугольной или круглой формы, диаметром не менее 0,8 мм и располагать в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм в свободных местах.

Номинальное значение диаметра монтажного отверстия d, мм, рассчитывают по формуле:

d = dэ + r + |∆ d HO|, (7.2.1)

где dэ - максимальное значение диаметра вывода навесного ИЭТ, устанавливаемого на печатную плату. Для прямоугольного вывода за диаметр берется диагональ его сечения;

r - разность между минимальным значением диаметра отверстия и максимальным значением диаметра вывода (для прямоугольных – диагонали сечения устанавливаемого ИЭТ).

∆ d HO - нижнее предельное отклонение номинального значения диаметра отверстия.

Наименьшее номинальное значение диаметра контактной

площадки D, мм под выбранное отверстие рассчитывается по формуле:

(7.2.2)

где d – номинальное значение монтажного отверстия;

*Δdbo* – верхнее предельное отклонение диаметра отверстия;

*Δdtp* – величина подтравливания диэлектрика, которая для МПП принимается равной 0, 03 мм, для ОПП – нулю;

*Тd* – позиционный допуск расположения оси отверстия;

*TD* – позиционный допуск расположения центра контактной площадки;

*Δtbo* – верхнее предельное отклонение диаметра контактной площадки;

*Δtно* – нижнее предельное отклонение диаметра контактной площадки.

Расчёты монтажных отверстий приведены ниже:

Отверстие 0,8 мм

d = 0,6 + 0,2 + |-0,13 | = 0,93 мм

≈

Отверстие 1 мм

d = 0.8 + 0.2 + |0.05 | = 1,05 мм

= 1,443 ≈

Отверстие 1,7 мм

d = 1.5 + 0.2 + |0,05| = 1,75 мм

≈

Расчетную величину диаметра контактной площадки следует *округлять* в большую сторонудо десятых долей миллиметра.

Для контактных площадок формой, отличной от круглой, диаметр определяется диаметром вписанной окружности с центром в узле координатной сетки.

Диаметры контактных площадок рекомендуется выполнять возможно большего размера.

У не металлизированных отверстий площадь контактной площадки, без учета площади отверстия, должна быть:

- не менее 2,5 мм2 для печатных плат 1- и 2-го классов точности и

- не менее 1,6 мм2 – для печатных плат 3 – 5 го классов.

Концевые печатные контакты для соединителей располагают на расстоянии не менее 0,8 мм от края печатной платы.

Расстояние между соседними элементами проводящего рисунка устанавли­вают в зависимости от электрических, конструктивных и технологических требо­ваний.

Расчет ширины проводников:

определяется, протекающим по нему током *JH*, и удельной плотностью тока в материале проводников.

*t* = *tмдJнh ρ*, (7.2.3)

где, t*мд* – минимально допустимая ширина проводника, мм; (из таблицы)

*Jн* – ток нагрузки, А;

*h* – толщина проводника, мм (0,035 или 0,05)

*ρ* – удельная плотность тока, А/мм2:

* для наклеенной фольги – 20 А/мм2;
* для гальванически осаждённой – 15 А/мм2.

t = 0,152,5 0,035 15 = 0,197 мм.

Расчёт наименьшего номинального расстояния Lмм, для прокладки n-го ко­личества печатных проводников между двумя отверстиями с контактными пло­щадками диаметрами D1 и D2:

n + S (n + 1) + (7.2.4)

где n – количество печатных проводников;

t - предельное отклонение ширины элемента проводящего рисунка;

– позиционный допуск расположения печатного проводника, который учитывается только при n>0.

Рассчитаем расстояние для двух печатных проводников.

2 + 1,6 (2 + 1) + 0,03 = 7,43 мм.

После проведения расчетов можно сделать вывод о том, что параметры печатного монтажа отвечают требованиям, предъявляемым к платам 4-го класса точности.