# Расчет надежности и интенсивности отказов

В общем случае расчет интенсивности отказов определяется как произведение  и ряда поправочных коэффициентов.

Для удобства дальнейшего расчета сведем все коэффициенты в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  ЭРЭ | Кол.  конт. |  | Кр | Кэ | Км | Кr | Кс | К(к.к) | К(с.к.) |
| Микросхемы:  STM32F100CB  К554СА3  LM2904  OPA364  LM317  LM1117 | 48  14  8  5  3  3 | 0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1 | 1  1  1  1  1  1 | 1.2  1.2  1.2  1.2  1.2  1.2 |  |  |  |  |  |
| Диоды:  1N4007 | 2 | 0.027 | 1 | 2 | 1 | 0.0722 |  |  |  |
| Чип-резисторы:  0.125Вт 0805 50 Ом  0.125Вт 0805 100 Ом  0.125Вт 0805 240 Ом  0.125Вт 0805 330 Ом  0.125Вт 0805 510 Ом  0.125Вт 0805 720 Ом  0.125Вт 0805 1 кОм  0.125Вт 0805 1,5 кОм  0.125Вт 0805 10 кОм  0.125Вт 0805 100 кОм  0.125Вт 0805 150 кОм  0.125Вт 0805 250 кОм  0.125Вт 0805 1 МОм | 2  2  2  2  2  2  2  2  2  2  2  2  2 | 0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053  0.053 | 0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36  0.36 | 2  2  2  2  2  2  2  2  2  2  2  2  2 | 0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7 | 0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7  0.7 | 1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1 |  |  |
| Регулируемые резисторы:  3266W-1-103 10 кОм | 3 | 0.012 | 0.67 | 2.5 |  | 0.3 |  |  |  |
| Чип-конденсаторы:  GRM216R71 0805 20 пФ  GRM216R71 0805 1 нФ  GRM216R71 0805 10 нФ  GRM216R71 0805 100 нФ | 2  2  2  2 | 0.0194  0.0194  0.0194  0.0194 | 0.33  0.33  0.33  0.33 | 1.5  1.5  1.5  1.5 |  |  | 1.59  1.59  1.59  1.59 |  |  |
| Кварцевый резонатор 110592 МГц имп. HC-49U | 2 | 0.048 |  |  |  |  |  |  |  |
| Разъемы:  IDC-20  WF-2  WF-3  WF-4 | 20  8  3  4 | 0.05  0.05  0.05  0.05 | 1.1  1.1  1.1  1.1 | 1.5  1.5  1.5  1.5 |  |  |  | 4  1.36  1.87  2.02 |  |
| Плата |  | 0.02 |  | 4 |  |  | 1 |  |  |
| Оптопара:  4N35 | 6 | 0.056 |  | 1.5 |  |  |  |  |  |
| Транзисторы:  BC847  D633 | 3  3 | 0.05  0.5 | 0.7  0.7 | 1.5  1.5 |  |  |  |  |  |
| Кнопки  0750HIM-130G | 2 | 0.5 | 1,1 | 1.5 |  |  |  |  |  |
| Соединения «под винт» | 8 | 0,08 |  | 1,5 |  |  |  |  |  |

Рассчитаем интенсивность на отказ каждого типа ЭРЭ с учетом поправочных коэффициентов. Все, неуказанные в таблице и пунктах коэффициенты принять равными единице.

1. Микросхемы в пластмассовом корпусе



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Диоды



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Чип-резисторы



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Регулируемые резисторы



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Чип-конденсаторы



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Кварцевый резонатор



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Разъемы



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:





1. Печатная плата



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Оптопары



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Транзисторы



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:





1. Кнопки



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



1. Соединения «под винт»



Остальные коэффициенты берем из таблицы. Получаем:



Рассчитаем интенсивность отказов всего изделия:



Рассчитаем время наработки на отказ:

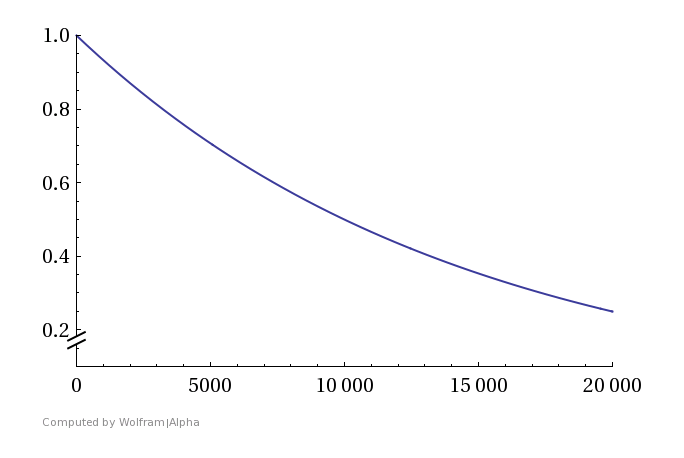


Рассчитаем вероятность безотказной работы изделия:



Для .





Рассчитаем среднее время восстановления изделия:

, где

, где - время, затраченное на ремонт *i-*ой группы ЭРЭ;  - удельный вес отказов ЭРЭ *i-*ой группы.

Данные берутся из справочных таблиц. Для моего изделия:



Вывод: рассчитанная наработка на отказ составила 14403,61 часов. Кроме того, среднее время восстановления изделия . Из этих цифр можно сделать вывод высокой надежности прибора и его высокой ремонтопригодности.

# Расчет платы на действие вибраций

Целью расчёта конструкции модуля РЭС при действии вибрации является определение действующих на элементы изделия максимальных перегрузок и перемещений.

При транспортировке и испытаниях устройство подвергается периодическому воздействию вибрации, вследствие чего необходимо проверить удовлетворяет ли разработанное устройство условиям вибропрочности.

Допускается испытывать изделие непосредственно в процессе транспортирования автотранспортом на расстоянии 1000 км при движении автомобиля со скоростью 20-40 км/ч.

Испытательная трасса выбирается из расчёта, чтобы 50 км трассы составляло асфальтированное шоссе, 300 км - булыжное шоссе, 550 км - грунтовая дорога и 100 км - пересечённая местность.

Блок считают выдержавшим испытание, если после испытания не обнаружено механических повреждений и он функционирует в соответствии с ТУ на устройство.

Периодическая вибрация характеризуется спектром (диапазон частот), виброускорением, перегрузкой.

Разрабатываемый блок эксплуатируется в промышленных помещениях с периодической вибрацией частотой 4..16 Гц.

Произведем расчет платы на действие вибраций:

Размеры платы:



1. Рассчитаем коэффициент , зависящий от способа крепления платы.

Так как плата закреплена по 4 сторонам, то



1. Найдем .

Определим вес платы с установленными на ней ЭРЭ:

* + Диоды: 0,5 г, 10 штук;
  + Разъемы:
    - 10 г, 1 штука;
    - 5 г, 4 штуки;
    - 6 г, 1 штука;
    - 7 г, 1 штука
* Конденсаторы и резисторы: 0,1 г, 43 штуки; 0.5 г, 2 штуки; 2 г, 1 штука; 4г, 1 штука;
* Кварцевый резонатор: 1 г, 1 штука;
* Резистор регулируемый: 5 г, 1 штука;
* Транзисторы: 0.5 г, 1 штука; 5 г, 1 штука;
* Микросхемы:
* 1.1 г, 1 штука;
* 0,6 г, 2 штук;
* 0,4 г, 6 штук;

Масса элементов равна:



Масса текстолита:



Тогда масса платы равна:







1. Определяем частоту собственных колебаний платы:



Т.к.  значительно больше , то в дальнейшем будем вести расчет относительно .

4) Находим амплитуду колебаний на собственной частоте при заданном коэффициенте нагрузки :



1. Определяем коэффициент динамичности , показывающий во сколько

раз амплитуда вынужденных колебаний на частоте  отличается от амплитуда на частоте :



1. Находим динамический прогиб ПП при ее возбуждении с частотой :



1. Определяется эквивалентная этому прогибу равномерно распределенная нагрузка :





И максимальный распределенный изгибающий момент:



1. Находим максимальное динамическое напряжение изгиба ПП:



Найдем :

,

где для стеклотекстолита.

Таким образом, , следовательно, плата виброустойчива в заданных условиях.

# Предварительная оценка тепловой нагрузки РЭА

Проведем оценку тепловой нагрузки РЭА. Корпус представляет собой блок. Размеры:

* 
* 
* 

Формула для оценки теплонагруженности ЭРЭ:



Составим таблицу электрических характеристик ЭРЭ:

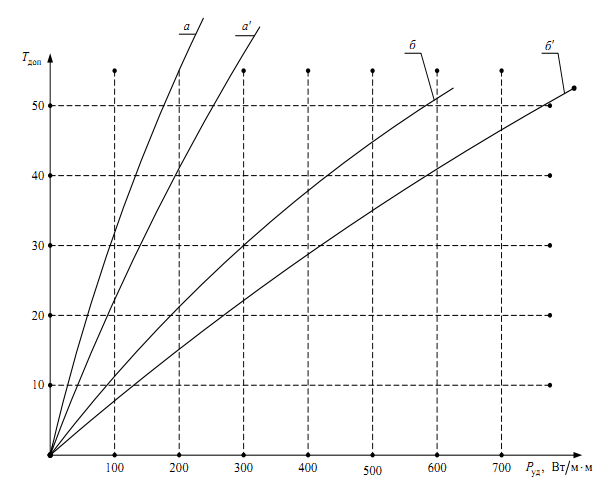
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование ЭРЭ | Кол-во в изделии | Ток потребления | U, В | Р, Вт | Макс. раб. темп по ТУ, ºС |
| STM32F100CB | 1 | 100 мА | 3.3 | 0,33 | 85 |
| LM2904 | 1 | 100 мА | 5 | 0.5 | 125 |
| OPA364 | 1 | 0,033 мА | 3,3 | 0,1 | 150 |
| LM317 | 1 | 1 А | 5 | 5 | 125 |
| LM1117 | 1 | 800 мА | 3,3 | 2,64 | 125 |
| Логические ИМС: К554СА3 | 1 | 0,3 | 5 | 1,5 | 125 |
| Резисторы | 26 | - | - | 0,125 | 125 |
| Конденсаторы | 17 | - | - | 0,125 | 125 |
| Оптопары 4N35 | 1 | - | - | 0,15 | 100 |
| Диод 1N4007 | 11 | - | - | 1.1 | 175 |
| Транзисторы  BC847  D633 | 1  1 | 100 мА  0,08 мА | 3,3  24 | 0,33  2 | 150 |

Также учтем, что в корпусе модуля регулятора сварочного цикла установлен блок питания мощностью 60 ватт. Учтем это в расчете:



Рассчитаем допустимый перегрев:





Т.к. точка лежит выше а’ (для горизонтального шасси), то режим не теплонагружен и возможна герметичная конструкция модуля.