Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования «Белорусский государственный университет**

**информатики и радиоэлектроники»**

**Кафедра РЭС**

**РЕФЕРАТ**

**на тему:**

**«Выбор способа охлаждения на ранней стадии проектирования»**

**Минск, 2008**

Способ охлаждения во многом определяет конструкцию, поэтому уже на ранней стадии проектирования (техническое предложение и эскизный проект). Необходимо выбрать способ охлаждения и только после этого приступить к разработке. На ранней стадии в распоряжении конструктора имеется техническое задание, в котором заключены сведенья о характерах теплового режима, для выбора способа охлаждения требуются следующие данные:

- мощность рассеиваемая в блок ;

- диапазон возможного изменения температуры окружающей среды , ;

- пределы изменения давления окружающей среды , ;

- время непрерывной работы ;

- температура наименее теплостойкого элемента ;

Прежде чем приступить к расчету, необходимо рассчитать коэффициент заполнения по объему:

. (1)

где  - объем i-ого элемента;

 - число элементов;

 - объем занимаемый электронной системой.

Коэффициент заполнения по объему характеризует степень полезного использования объема он, как правило, задается в техническом задании.

Расчет теплового режима будем осуществлять с помощью графиков характеризующих целесообразность применения различных способов охлаждения. Эти графики построены на основе статистических данных. Для удобства их использования необходимо получить некоторые количественные данные.

При расчете время непрерывной работы  должно быть длительным, так как кратковременного или периодического режимов описанный способ применить нельзя. На тепловые характеристики влияние оказывает давление, особенно пониженное. Площадь корпуса электронной системы и коэффициент заполнения по объему  используются для определения условной величины поверхности теплообмена, который определяется:

 (2)

где  - геометрические размеры корпуса аппарата.

В том случае если способ охлаждения выбирается для большого элемента, то величина поверхности теплообмена определяется из соответствующих чертежей по геометрическим размерам поверхности находящемся в непосредственном контакте с теплоносителем. За основной показатель, определяющий области целесообразного применения способа охлаждения принимается величина плотности теплового потока проходящего через поверхность теплообмена. Эта величина определяется следующим образом:

, (3)

где  - коэффициент, учитывающий давление воздуха. Определяется по таблицам (например Дульник Г.М. “Тепломассаобмен в РЭА”).

При нормальном атмосферном давлении .

Вторым показателем может служить минимально допустимый перегрев элемента, который определяется следующим образом:

, (4)

где  - допустимая температура корпуса наименее теплостойкого элемента, т.е. это, есть минимальное значение температуры элемента, а для больших элементов, это допустимая температура охлаждаемой поверхности.

 - температура среды; для естественного воздушного охлаждения , т.е. соответствует максимальной температуре которая задается в техническом задании; для принудительного воздушного охлаждения , т.е. соответствует температуре воздуха (жидкости) на входе в электронную систему.

На рисунке 1 показаны области целесообразного применения различных способов охлаждения.

Верхние кривые соответствуют , обычно их применяют для выбора способа охлаждения больших элементов, нижние кривые – блоков, стоек и т.д.

Рис.1 Области целесообразности применения

различных способов охлаждения

Здесь 1 – естественное воздушное охлаждение; 2 – возможно применение естественного и принудительного воздушного охлаждения; 3 – принудительное воздушное охлаждение; 4 – принудительное воздушное и жидкостное охлаждение; 5 – принудительное жидкостное охлаждение; 6 – принудительное жидкостное и естественное испарительное охлаждение; 7 – принудительное жидкостное принудительное и естественное испарительное охлаждение; 8 – принудительное и естественное испарительное охлаждение; 9 – принудительное испарительное охлаждение.

Наиболее полно задача выбора способа охлаждения рассмотрено для области 1 и 2.

Рассмотрим, например порядок выбора способа охлаждения, когда показатели  и  попадают в область 2, для этой цели построены дополнительные графики (рис. 2-5).

2

1

3

W=

D

T

c

p=0.1

p=0.7

V

Рис.2 Вероятностные кривые для ЭС в герметичном

корпусе при свободном воздушном охлаждении

 с перемешиванием

2

1

3

W=

D

T

c

p=0.1

p=0.7

V

Рис.3 Вероятностные кривые для ЭС в герметичном

корпусе при свободном воздушном охлаждении

 с наружным обдувом

4

3

D

T

c

p=0.1

p=0.7

V

Рис.4 Вероятностные кривые для ЭС в препарированном

корпусе при свободной воздушной вентеляции

q

G/P

200

600

1000

1400

1800

2200

2600

400

800

1200

p

0

Рис.5 Вероятностные кривые для аппаратуры с принудительным

продувом воздуха

По осям координат отложены показатели электронных систем, причем на оси ординат даны 4 шкалы (рис. 2) и 5 (рис. 3) для различных массовых удельных расходов (предполагается на единицу площади сечения) принудительного движения воздуха, причем, если  - естественное охлаждение, а если   - внутреннее перемешивание воздуха.

Пример: электронная система с показателями ,  при естественном воздушном охлаждении в герметичном корпусе вероятность обеспечения теплового режима , а при внутреннем перемешивании воздуха с удельным расходом , вероятность обеспечения .

На рис. 5 в отличие от предыдущих введен еще один показатель – массовый расход воздуха на единицу рассеиваемой электронной системы мощности . Расход воздуха на охлаждение должен быть задан в техническом задании или можно пользоваться принятыми приближенными оценками:

- при рациональном конструировании тепловой режим электронной системы можно обеспечить при удельном расходе воздуха 

- в стационарных электронных системах, где нет столь жесткого ограничения по габаритам, массе и энергопотреблению .

Увеличение расхода воздуха имеет смысл в том случае, если это приводит к увеличению надежности электронной системы.

Рассмотрим более подробно смысл вероятностных оценок приведенных на рис. 2-5. При проектировании электронной системы необходимо обеспечить выполнение множества различных требований, важнейшими из которых являются:

- электротехнические требования;

- высокая надежность (наработка на отказ, безотказность работы);

- уменьшение массы и объема;

- создание нормального теплового режима;

- защита от ударов и вибраций, акустических шумов;

- снижение стоимости;

- улучшение технологичности и т.д.

С учетом сказанного процесс проектирования становится трудноформулируемой задачей.

При выборе способа охлаждения следует руководствоваться следующими правилами:

- если точка с заданными параметрами на одном из графиков (рис. 2-5) попадает в область вероятности , то можно остановиться на данном способе охлаждения.

- если , то можно выбрать этот способ охлаждения, однако при конструировании обеспеченью теплового режима необходимо уделить тем больше внимание, чем меньше вероятность;

- если , то не рекомендуется выбирать этот способ охлаждения в противном случае необходимо уделить особое внимание обеспечению теплового режима, что предполагает возможность увеличения габаритов, массы и других конструктивных решений;

- если , то обеспечить нормальный тепловой режим удается крайне редко, а при  - практически невозможно.

Пример: предположим, что по техническому заданию необходимо определить способ охлаждения негерметичной электронной системы со следующими исходными данными: , режим длительный, давление  вне блока нормальное.

Решение: точка сданными параметрами на графике 1 попадает в область 2 где возможно применение как естественного воздушного так и принудительного воздушного охлаждения. По рис. 4 находим, что нормальный тепловой режим аппарата может быть обеспечен при естественном охлаждении и в перфорированном кожухе с вероятностью . Так как вероятность обеспеченья нормального теплового режима мала, необходимо уделить особое внимание его обеспечению даже в ущерб другим характеристикам, т.е. целесообразно выбрать принудительное воздушное охлаждение.

Предположим, что нам необходимо обеспечить нормальный тепловой ражим с вероятностью . Воспользуемся графиками рис. 5 из которых определяем, что  откуда , следовательно, если руководствоваться рекомендациями, изложенными выше, то можно остановиться на этом способе охлаждения.

Известно, что понижение давления способствует ухудшению условий теплообмена, поскольку температура элементов начинает увеличиваться, хотя мощность, рассеиваемая в блоке, остается неизменной. Поэтому при расчете необходимо учитывать коэффициент , который выбирается из таблицы (справочники). Часто для электронных систем используется наддув корпусов герметичных блоков.

Задача: предположим, что необходимо выбрать способ охлаждения блока электронной системы, работающего в длительном режиме в негерметичном отсеке самолета при давлении . Исходные данные блока: .

Из таблицы определим, что , тогда получим:



По кривым (рис. 1) определяем, что параметры блока лежат на границе областей 2 и 3, следовательно целесообразно выбрать принудительное воздушное охлаждение. Однако проверим возможность применения естественного воздушного охлаждения, для этого воспользуемся графиками 2-5. По графику 2 при  проверим возможность применения герметичного корпуса без наддува и с наддувом. Из графика видно, что вероятность составляет около . Исходя из рекомендаций, этот способ охлаждения выбирать, не следует. Применение наддува не приведет к значительному улучшению поскольку  (таблица) и вероятность около .

Проверив внутреннее перемешивание со скоростями  и  с учетом , которые соответственно  и  можно убедится, что вероятность обеспечения теплового режима несколько увеличится и соответственно  и  следовательно данный способ охлаждения может быть использован, однако для обеспечения необходимой скорости внутреннего перемешивания воздуха может потребоваться наддув. Именно поэтому необходимо рассчитать режимы вентиляторов для внутреннего перемешивания воздуха в блоке при пониженном давлении.

По рис. 3 при  проверим возможность применения наружного обдува, , тогда вероятность , следовательно, этот способ охлаждения может быть принят.

Если использовать охлаждения блока продувом холодного воздуха, то из рис. 5 следует, что при удельном расходе воздуха , то тепловой режим блока может быть обеспечен с вероятностью .

Если же использовать перфорированный корпус, то из рис. 4 можно получить, что вероятность блока .

**Общие выводы**

1. Если по условию эксплуатации блок должен быть выполнен в герметичном корпусе, то необходимо выбрать принудительное воздушное охлаждение с внутренним перемешиванием воздуха либо с наружным обдувом. Если осуществить принудительное охлаждение не возможно, то для осуществления естественного охлаждения при наличии обдува необходимо или увеличить геометрические размеры блока или снизить рассеиваемую мощность или понизить температуру окружающей среды.

2. Если по условиям эксплуатации блок может быть выполнен не в герметичном корпусе, то с большой вероятностью можно обеспечить нормальный тепловой режим при принудительном охлаждении с продувом холодного воздуха. Этот способ является наиболее предпочтительным.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Достанко А.П., Пикуль М.И., Хмыль А.А. Технология производства ЭВМ. - Мн.: Вышэйшая школа, 2004.
2. Технология поверхностного монтажа: Учеб. пособие / Кундас С.П., Достанко А.П., Ануфриев Л.П. и др. – Мн.: «Армита - Маркетинг, Менеджмент», 2000.
3. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник/ А.П. Достанко, В.Л.Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко. – Мн.: Выш. шк., 2002
4. Гуськов Г.Я., Блинов Г.А., Газаров А.А. Монтаж микроэлектронной аппаратуры М.:Радио и связь, 2005.-176с.
5. Гибкие автоматизированные производства. Управление технологичностью РЭА /А.М.Войчинский, Н.И.Диденко, В.П.Лузин.-М.: Радио и связь, 2007.-272 с.