

АЛГОРИТМ ВЫБОРА СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ НА РАННЕЙ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сивоконь А. В., Лукашеня И. В.

Алексеев В. Ф. – канд. техн. наук, доцент

В современном мире процесс расчета конструкторско-технологических параметров все больше автоматизируется. На помощь инженерам-конструкторам приходят разнообразные системы автоматизированного проектирования. Множество параметров можно рассчитать и смоделировать в современных САПР. Однако большинство расчетов, выполняющихся на ранних этапах проектирования проводятся вручную. Эти расчеты хоть и приближительны, но все же они должны быть довольно точны, ведь ошибочное или некорректное определение параметров на ранних этапах проектирование влечет за собой угрозу необходимости начинать проектирование заново, что сильно скажется на затраченном на проектирование времени и ресурсах.

Определение таких параметров, как выбор способа охлаждения на раннем этапе проектирования очень важно, так как этот выбор в дальнейшем будет влиять на всю конструкцию в целом. А неправильная оценка теплового режима влечет за собой высокую вероятность поломки электронного устройства из-за ошибки, которая была совершена еще на начальных этапах проектирования.

В ходе поисков программного обеспечения, позволяющего произвести оценку выбора способа охлаждения радиоэлектронной аппаратуры было выявлено, что таковых средств очень мало, и они не обладают подобным инструментарием, что и стало подспорьем для разработки программного средства для этих целей.

На ранней стадии конструирования в распоряжении конструктора имеется ТЗ, причем, как правило, необходимые сведения о требуемом тепловом режиме РЭА заключены в картах тепловых характеристик блоков.

Выбор способа охлаждения можно осуществить с помощью графиков, характеризующих области целесообразного применения различных способов охлаждения (рисунок 1) Эти графики построены по результатам обработки статистических данных для реальных конструкций, тепловых расчетов и данных испытания макетов:

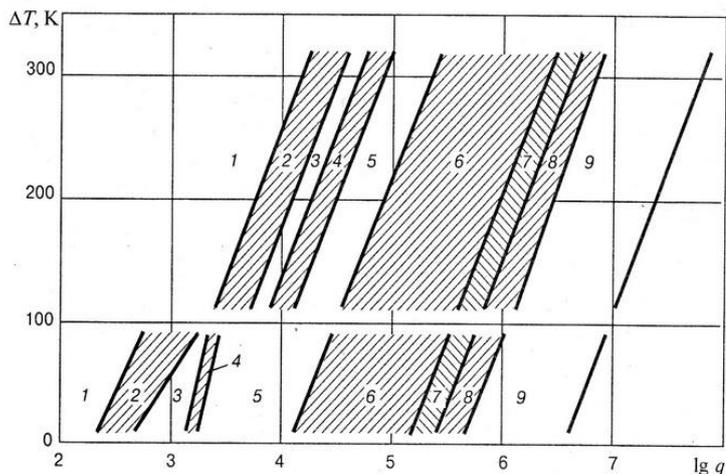


Рисунок 1 - Области целесообразного применения различных способов охлаждения

Основным показателем, определяющим область применения целесообразного способа охлаждения, можно считать плотность теплового потока q , проходящего через поверхность теплообмена. Она зависит от коэффициента давления воздуха K_P , суммарной рассеиваемой мощности в блоке P и площади поверхности теплообмена S_{Π} . Вычисляется по формуле:

$$q = \frac{P \cdot K_P}{S_{\Pi}} \quad (1)$$

Вторым определяющим показателем может служить минимально допустимый перегрев элементов ЭА:

$$\Delta T_{c \min} = T_{i \min} - T_c \quad (2)$$

где $T_{i \min}$ – допустимая температура корпуса наименее теплостойкого элемента по ТЗ, т. е. элемента, для которого допустимая температура имеет минимальное значение;

T_c – температура окружающей среды.

На рисунке 1 области целесообразного применения различных способов охлаждения приведены в координатах $\Delta T_c, Iq$. Имеется два типа областей: области, в которых можно рекомендовать применение определенного способа охлаждения, и области, в которых с примерно одинаковым успехом можно применять два или три способа охлаждения. Области первого типа не заштрихованы и относятся к следующим способам охлаждения: 1 – естественному воздушному, 3 – принудительному воздушному, 5 – принудительному жидкостному, 9 – принудительному испарительному. Области второго типа заштрихованы и относятся к следующим способам охлаждения: 2 – возможному применению естественного и принудительного воздушного охлаждения, 4 – возможному применению принудительного воздушного и жидкостного охлаждения, 6 – возможному применению принудительного жидкостного и естественного испарительного охлаждения, 7 – возможному применению принудительного жидкостного, принудительного и естественного испарительного охлаждения, 8 – возможному применению естественного и принудительного испарительного охлаждения[1].

Для автоматизированного определения области целесообразного применения какого-либо способа охлаждения был разработан алгоритм, реализованный позже с помощью языка java.

Суть алгоритма заключается в том, что пользователь задает необходимые входные параметры, такие как рассеиваемая мощность внутри блока, размеры корпуса, температуру наименее теплостойкого элемента, климатические условия (температуру окружающей среды), а программа должна выполнить расчеты перепада температур и величину теплового потока по формулам 1 и 2.

График условно разделен на две части, а именно верхнюю часть, где перепад температур очень высок, и нижнюю часть, где перепад температур составляет не более 100°K. Верхняя часть графика в основном применяется для выбора способа охлаждения мощных элементов. После того, как алгоритм вычислил перепад температур, он определяет, какую половину графика рассматривать.

Так как области на графике ограничены отрезками, угол наклона которых по отношению к оси абсцисс не превышает 90°, можно определить, в какой области находится точка по заданным координатам. Для этого необходимо составить линейные уравнения вида $y = kx + b$, и затем в порядке очередности для каждой прямой определить, ниже или выше находится полученная ранее точка. Если в ходе решения уравнения значение перепада температур для данного теплового потока будет больше, чем вычисленное по входным параметрам, то это будет свидетельствовать о том, что точка находится ниже и левее по графику, чем отрезок, обозначающий переход из одной области в другую. Алгоритм сперва определяет, ниже какого отрезка находится точка, а затем ищет, выше какого отрезка эта точка находится. Как только найдены отрезки, между которыми находится точка, можно сделать вывод о том, какой способ охлаждения предпочтительней использовать.

Полученные уравнения для нижней части графика соответственно:

1. $\Delta T = 400q - 920$;
2. $\Delta T = 400q - 920$;
3. $\Delta T = 500q - 1550$;
4. $\Delta T = 500q - 1600$;
5. $\Delta T = 215q - 860$;
6. $\Delta T = 200q - 1000$;
7. $\Delta T = 250q - 1400$;
8. $\Delta T = 250q - 1625$.

Полученные уравнения для верхней части графика соответственно:

1. $\Delta T = 250q - 750$;
2. $\Delta T = 217q - 700$;
3. $\Delta T = 250q - 888$;
4. $\Delta T = 250q - 913$.

Несмотря на свою простоту, алгоритм позволяет экономить много времени при проектировании, так как в программном средстве, достаточно ввести необходимые параметры, а все основные расчеты, достаточно трудоемкие при проведении их вручную, выполняются моментально. Все промежуточные расчеты, которые производила программа можно увидеть в отчете, который она формирует по итогу работы. Главные преимущества такой программы:

- отсутствие прямых аналогов;
- высокая скорость расчетов;
- удобство в использовании и низкий порог вхождения пользователя.

Использование автоматизированных расчетов является залогом успешного развития проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

Список использованных источников:

[1] Роткоп, Л. Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА / Л. Л. Роткоп, Ю. Е. Спокойный. - М.: "Советское радио", 1976.