

СПб СПО ГБОУ

«Политехнический колледж городского хозяйства»

Методическое пособие в помощь студентам
по выполнению практической работы по теме

“Расчет теплового режима блока”

по дисциплине “Конструирование, производство и эксплуатация СВТ»

Специальность 230101 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

Разработал преподаватель ____Дедова Т.Н._____

«20» ноября 2012г.

Санкт – Петербург
2012

1. Цель работы

Дать учащимся представление о наиболее наглядном методе расчета теплового режима блока коэффициентным методом, пользуясь которым можно определить температуру поверхности любого элемента и среднюю температуру воздуха в блоке с целью проверки соответствия тепловых режимов элементов в выбранной конструкции техническим условиям на элементы и техническому заданию на аппаратуру.

2. Содержание работы

- Определить размеры корпуса;
- Определить количество отверстий в корпусе, их форма и размер;
- Определить исходные данные для расчета;
- Провести расчет;
- По результатам расчета сделать вывод о тепловом режиме работы блока.

3. Краткие теоретические сведения

Радиоэлектронный аппарат представляет собой один из видов преобразователей энергии. В процессе работы к аппарату подводится определенное количество электрической энергии. В зависимости от коэффициента полезного действия какая-то часть этой энергии является полезной (выходная энергия). Другая её часть, как правило, большая, выделяется в виде тепловой энергии. Неиспользуемая тепловая энергия частично рассеивается в окружающее пространство, а большая часть расходуется на нагревание узлов и деталей.

Несмотря на то, что для питания большинства аппаратов (особенно транзисторных) требуется относительно небольшая электрическая мощность, тем не менее, существует проблема борьбы с перегревом отдельных узлов и деталей.

Нагрев деталей аппарата определяется величиной энергии, которая в свою очередь зависит от времени. Если за определенный промежуток времени в аппарате выделяется тепла больше, чем он может его рассеять в окружающее пространство, то тепло идет на нагревание элементов конструкции. До тех пор, пока выделение тепла не будет компенсироваться его рассеиванием, нагрев деталей и узлов прогрессирует. При этом одни детали и узлы перегреваются быстрее, другие медленнее. В зависимости от конструкции всего аппарата, а также условий окружающей среды через некоторое время наступает установившийся режим, при котором дальнейший нагрев узлов и деталей прекращается, и в окружающее пространство отдается постоянная тепловая энергия.

Нагрев узлов и деталей, при равных условиях, будет меньшим у того аппарата, конструкция которого лучше приспособлена к теплообмену с окружающей средой. Следовательно, в процессе конструирования аппарата необходимо предусматривать по возможности лучший теплообмен с окружающей средой. Передача тепла от нагретого тела в окружающее пространство может осуществляться за счет теплопроводности, конвекции и радиации (лучеиспускания). В реальных условиях имеют дело одновременно со всеми тремя видами теплообмена.

В силу того, что источники тепловой энергии (микросхемы, транзисторы и др.) распределены по объему аппарата неравномерно, и передача тепла в различных направлениях происходит с различной интенсивностью, точное определение температуры в каждой конкретной точке аппарата представляет сложную задачу, которую на практике решают приближенными методами. Одним из таких методов, позволяющим сравнительно просто дать оценку значению температуры внутри аппарата при удовлетворительной точности, является метод нагретой зоны.

Сущность его заключается в том, что часть объема аппарата, в котором расположены тепловыделяющие элементы заменяется одним или несколькими условными телами, имеющими простую геометрическую форму (параллелепипед, цилиндр, шар). Каждое из этих условных тел называют нагретой зоной. Нагретую зону представляют как однородное тело с равномерно распределенными источниками энергии, имеющее одинаковую температуру поверхности (изотермическая поверхность).

Сущность приближенного коэффициентного метода состоит в том, что искомую температуру перегрева представляют в виде произведения:

$$\Delta t = \Delta t_p * k_1 * k_2 ** k_n$$

где:

Δt - искомая среднеповерхностная температура нагретой зоны;

Δt_p - базовый перегрев, определяемый мощностью, приходящейся на единицу поверхности нагретой зоны ;

k_1, k_2 - коэффициенты, учитывающие различные факторы, влияющие на условия теплообмена, причем каждый коэффициент зависит только от одного параметра.

Простота расчета теплового режима. РЭА коэффициентным методом позволяет быстро оценить различные варианты компоновки.

Расчет тепловых режимов проводится с целью проверки соответствия тепловых режимов элементов в выбранной конструкции РЭА техническим условиям на элементы и техническому заданию на аппаратуру.

В пособии пользуются следующие основные понятия и определения:

- Нагретой зоной называется шасси с расположенными на нем элементами.
- Коэффициентом заполнения называется отношение объема элементов, расположенных в блоке, к объему блока.
- Температурой нагретой зоны называется среднеповерхностная температура шасси с расположенными на нем элементами.
- Перегревом нагретой зоны (воздуха, поверхности элемента и т.п.) называется разность между температурой нагретой зоны (воздуха, поверхности элемента и т.п.) и температурой окружающей среды при естественном охлаждении .

4. Вопросы для самопроверки

1. От чего зависит степень нагрева деталей аппаратов?
2. Как осуществляется передача тепла от одних тел к другим и в окружающее пространство?
3. С какой целью проводится расчет тепловых режимов блоков?
4. В чем заключается сущность оценки значения температуры внутри блока методом нагретой зоны?
5. Как определяется среднеповерхностная температура нагретой зоны коэффициентным методом?

5. Порядок расчета теплового режима блока в перфорированном корпусе

Исходные данные:

Мощность, рассеиваемая в блоке - Q (Вт)

Мощность, рассеиваемая элементами - $Q_{эл}$

Горизонтальные размеры корпуса блока - L_1 L_2

Вертикальный размер корпуса блока - L_3

Площадь поверхности элементов - $S_{эл}$

Коэффициент заполнения - K_3

Количество перфорационных отверстий - n

Диаметр перфорационного отверстия - d

Давление окружающей среды - H_1

Температура окружающей среды - t_0

Расчет:

5.1 Рассчитываем поверхность корпуса блока S_k :

$$S_k = 2(L_1 * L_2 + (L_1 + L_2) * L_3) \quad (1)$$

Где:

Горизонтальные размеры корпуса блока - $L_1 L_2$

Вертикальный размер корпуса блока - L_3

5.2 Рассчитываем условную поверхность нагретой зоны S_k :

$$S_k = 2(L_1 * L_2 + (L_1 + L_2) * L_3 * K_3) \quad (2)$$

Где :

Коэффициент заполнения блока - K_3

5.3 Определяется удельная мощность корпуса блока q_k :

$$q_k = \frac{Q}{S_k} \quad (3)$$

Где :

Мощность, рассеиваемая в блоке - Q (Вт)

5.4 Определяется удельная мощность нагретой зоны q_3 :

$$q_3 = \frac{Q}{S_3} \quad (4)$$

5.5 По графику рис.1 находится базовый перегрев t_{p1} в зависимости от удельной мощности корпуса блока u_k .

5.6 По графику рис.1 находится базовый перегрев t_{p2} в зависимости от удельной мощности нагретой зоны u_3 .

5.7 По графику рис.3 находится базовый перегрев K_1 в зависимости от атмосферного давления вне корпуса блока H_1 . мм.рт.ст.

5.8 По графику рис.3 находится базовый перегрев K_2 в зависимости от атмосферного давления внутри корпуса блока H_2 .мм.рт.ст.

5.9 Рассчитываем площадь перфорационных отверстий S_p рис.7.

В случае прямоугольных отверстий(или жалюзи) :

$$S_p = n * L_4 * L_5 \quad (5)$$

Где :

n – количество отверстий

L₄ – горизонтальный размер отверстия мм.

L₅ – вертикальный размер отверстия мм.

В случае круглых отверстий :

$$S_p = n \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (6)$$

Где :d – диаметр отверстия

5.10 Рассчитываем коэффициент перфораций K_п :

$$K_p = \frac{S_{п(кр)}}{2 \cdot L_1 \cdot L_2} \quad (7)$$

5.11 По графику рис.8 находится коэффициент K₃ в зависимости от коэффициента перфораций.

5.12 Определяем перегрев корпуса блока Δt_к :

$$\Delta t_k = 0.93 \cdot \Delta t_p \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (8)$$

5.13 Определяем перегрев нагретой зоны Δt₃ :

$$\Delta t_3 = 0.93 \cdot K_3 (\Delta t_{p1} \cdot K_1 + 1,08 \cdot \Delta t_{p2} - \Delta t_{p1}) \cdot K_2 \quad (9)$$

5.14 Определяем средний нагрев воздуха в блоке t_t :

$$t_t = 0.6 \cdot t_3 \quad (10)$$

5.15 Рассчитываем удельную мощность элемента Q_{эл} :

$$Q_{эл} = \frac{Q_{эл}}{S_{эл}} \quad (11)$$

Где :

Q_{эл} – мощность, рассеиваемая элементом (узлом) температуру которого требуется определить, Вт

S_{эл} – площадь поверхности элемента (вместе с радиатором), омываемая воздухом, кв.м

5.16 Рассчитываем перегрев поверхности элемента $t_{эл}$:

$$t_{эл} = t_3 \left(0,75 + 0,25 \frac{Q_{эл}}{Q_3} \right) \quad (12)$$

5.17 Рассчитываем перегрев окружающей среды для элемента t_c :

$$t_{эл} = t_t \left(0,75 + 0,25 \frac{Q_{эл}}{Q_3} \right) \quad (13)$$

5.18 Находим температура корпуса блока t_k :

$$t_k = \Delta t_k + t_0 \quad (14)$$

Где:

t_0 – температура окружающей среды блока, °С.

5.19 Находим температуру нагретой зоны t_3 :

$$t_3 = \Delta t_k + t_0 \quad (15)$$

5.20 Находим температуру поверхности элемента t_t :

$$t_{эл} = \Delta t_{эл} + t_0 \quad (16)$$

5.21 Находим среднюю температуру воздуха в блоке t_t :

$$t_t = \Delta t_t + t_0 \quad (17)$$

5.22 Находим температуру окружающей среды для элемента t_c :

$$t_c = \Delta t_c + t_0 \quad (18)$$

6. Пример расчета теплового режима блока в перфорированном корпусе

Исходные данные :

Мощность, рассеиваемая в блоке - Q (Вт) = 250Вт

Мощность, рассеиваемая элементами:

2Т803А - $Q_{эл} = 2.0$ Вт

ДТ-0,08-0,32 - $Q_{эл} = 1.0$ Вт

ИПЭВР-10-39 Ом - $Q_{эл} = 4.0$ Вт

Горизонтальные размеры корпуса блока - $L_1 L_2$:

$$L_1 = 0,350\text{m}$$

$$L_2 = 0,400\text{m}$$

Вертикальный размер корпуса блока - L_3 :

$$L_3 = 0,250\text{m}$$

Площадь поверхности элементов - $S_{эл}$:

$$2Т803А - S_{эл} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{m}^2$$

$$ДТ-0,08-0,32 - S_{эл} = 7,7 \cdot 10^{-3} \text{m}^2$$

$$ИПЭВР-10-39 \text{ Ом} - S_{эл} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{m}^2$$

Коэффициент заполнения - $K_3 = 0,4$

Количество перфорационных отверстий - $n = 500$

Диаметр перфорационного отверстия - $d = 8 \cdot 10^{-3} \text{m}$

Давление окружающей среды - $H_1 = 760 \text{ мм.рт.ст.}$

Температура окружающей среды - $t_0 = 20^\circ\text{C}$

Расчет:

6.1 Рассчитываем поверхность корпуса блока S_k :

$$S_k = 2(0,350 * 0,400 + (0,350 + 0,400) * 0,250) = 0,655\text{m}^2 \quad (1)$$

6.2 Рассчитываем условную поверхность нагретой зоны S_3 :

$$S_k = 2((0,350 * 0,400 + (0,350 + 0,400) * 0,250 * 0,4)) = 0,430\text{m}^2 \quad (2)$$

6.3 Определяется удельная мощность корпуса блока q_k :

$$q_k = \frac{250}{0,655} = 382\text{Вт/м}^2 \quad (3)$$

6.4 Определяется удельная мощность нагретой зоны q_3 :

$$q_3 = \frac{250}{0,430} = 582\text{Вт/м}^2 \quad (4)$$

6.5 По графику рис.1 находится базовый перегрев t_{p1} в зависимости от удельной мощности корпуса блока y_k . $t_{p1} = 32$

6.6 По графику рис.1 находится базовый перегрев t_{p2} в зависимости от удельной мощности нагретой зоны y_3 . $t_{p2} = 53$

6.7 По графику рис.3 находится базовый перегрев K_1 в зависимости от атмосферного давления вне корпуса блока H_1 . мм.рт.ст. $K_1 = 1$

6.8 По графику рис.3 находится базовый перегрев K_2 в зависимости от атмосферного давления внутри корпуса блока H_2 . мм.рт.ст. $K_2 = 1$

6.9 Рассчитываем площадь перфорационных отверстий:

$$S_p = 500 \frac{3,14 \cdot (8 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 0,025 \text{m}^2 \quad (6)$$

6.10 Рассчитываем коэффициент перфораций K_{Π} :

$$K_{\Pi} = \frac{0,025}{2 \cdot 0,350 \cdot 0,400} = 0,09 \quad (7)$$

6.11 По графику рис.8 находится коэффициент K_3 в зависимости от коэффициента перфораций.

$$K_3 = 0,84$$

6.12 Определяем перегрев корпуса блока Δt_k :

$$\Delta t_k = 0,93 \cdot 32 \cdot 1 \cdot 0,84 = 25^\circ\text{C} \quad (8)$$

6.13 Определяем перегрев нагретой зоны Δt_3 :

$$\Delta t_3 = 0,93 \cdot 0,84 \cdot (32 \cdot 1 + (1,07 \cdot 53 - 32) \cdot 1) = 44,5^\circ\text{C} \quad (9)$$

6.14 Определяем средний нагрев воздуха в блоке t_t :

$$t_t = 0,6 \cdot 44,5 = 26,7^\circ\text{C} \quad (10)$$

6.15 Рассчитываем удельную мощность элемента $Q_{\text{эл}}$:

$$Q_{\text{эл}} = \frac{2,0}{2,7 \cdot 10^{-3}} = 743 \text{Вт/м}^2 - \text{2Т803А} \quad (11)$$

$$Q_{\text{эл}} = \frac{1,0}{7,7 \cdot 10^{-3}} = 130 \text{Вт/м}^2 - \text{ДТ-0,08-0,32}$$

$$Q_{\text{эл}} = \frac{4,0}{2,0 \cdot 10^{-3}} = 2000 \text{Вт/м}^2 - \text{ИПЭВР-10-39}$$

6.16 Рассчитываем перегрев поверхности элемента $t_{\text{эл}}$:

$$t_{\text{эл}} = 44,5 \left(0,75 + 0,25 \frac{741}{582} \right) = 47,5^\circ\text{C} - \text{2Т803А} \quad (12)$$

$$t_{\text{эл}} = 44,5 \left(0,75 + 0,25 \frac{130}{582} \right) = 35,8^\circ\text{C} \text{ - ДТ-0,08-0,32}$$

$$t_{\text{эл}} = 44,5 \left(0,75 + 0,25 \frac{2000}{582} \right) = 71,7^\circ\text{C} \text{ - ИПЭВР-10-39}$$

6.17 Рассчитываем перегрев окружающей среды для элемента t_c :

$$t_c = 26,7 \left(0,75 + 0,25 \frac{741}{582} \right) = 23,6^\circ\text{C} \text{ - 2Т803А} \quad (13)$$

$$t_c = 26,7 \left(0,75 + 0,25 \frac{130}{582} \right) = 21,5^\circ\text{C} \text{ - ДТ-0,08-0,32}$$

$$t_c = 26,7 \left(0,75 + 0,25 \frac{2000}{582} \right) = 43,5^\circ\text{C} \text{ - ИПЭВР-10-39}$$

6.18 Находим температура корпуса блока t_k :

$$t_k = 25 + 20 = 45^\circ\text{C} \quad (14)$$

6.19 Находим температуру нагретой зоны t_3 :

$$t_3 = 44,5 + 20 = 64,5^\circ\text{C} \quad (15)$$

6.20 Находим температуру поверхности элемента t_t :

$$t_{\text{эл}} = 47,5 + 20 = 67,5^\circ\text{C} \text{ - 2Т803А} \quad (16)$$

$$t_{\text{эл}} = 35,8 + 20 = 55,8^\circ\text{C} \text{ - ДТ-0,08-0,32}$$

$$t_{\text{эл}} = 71,7 + 20 = 91,7^\circ\text{C} \text{ - ИПЭВР-10-39}$$

6.21 Находим среднюю температуру воздуха в блоке t_t :

$$t_t = 26,7 + 20 = 46,7^\circ\text{C} \quad (17)$$

6.22 Находим температуру окружающей среды для элемента t_c :

$$t_c = 28,7 + 20 = 48,6^\circ\text{C} \quad (18)$$

$$t_c = 21,5 + 20 = 41,5^\circ\text{C}$$

$$t_c = 43 + 20 = 63^\circ\text{C}$$

Литература

- Дульнев Г.Н.,Тарновский И.Н. «Тепловые режимы электронной аппаратуры» Л. Изд. «Энергия» 2001г.
- Фрумкин Г.Д. «Расчет и конструирование радиоэлектронной аппаратуры». М. «Высшая школа» 2004г.
- Рудкон Л.А., Спокойный Ю.Е. «Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА». М. «Радио» 2005г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы	2
2. Содержание работы.....	2
3. Краткие теоретические сведения.....	3
4. Вопросы для самопроверки.....	5
5. Порядок расчета теплового режима блока в перфорированном корпусе.....	5
6. Пример расчета теплового режима блока в перфорированном корпусе.....	8
7. Литература.....	12