

ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ С ПЛОТНОЙ КОМПОНОВКОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Исмаилов Т.А., Саркаров Т.Э., Юсуфов Ш.А.

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет»
E-mail: yshirali@yandex.ru

Использование специальных методов охлаждения и терморегулирования, основанных на конвективном переносе тепла от радиоэлектронных систем (РЭС) в окружающую среду, позволяет добиться необходимого температурного режима работы элементов и РЭС в целом.

Создание для РЭС постоянных температурных условий, обеспечивающих при помощи термоэлектрических охладителей нормальную работу аппаратуры в широком температурном интервале (от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$), в принципе на сегодняшний день может быть осуществлено различными конструктивными решениями [1].

Среди них наиболее целесообразными представляются три конструктивных направления:

1. Термоэлектрический охладитель (ТЭО) как источник тепла и холода представляет собой самостоятельный узел, а охлаждение аппаратуры осуществляется посредством транспортировки теплоносителя (жидкости, газа) к местам расположения аппаратуры.
2. Охлаждение аппаратуры осуществляется посредством компоновки ее тепловыделяющих элементов группами в отдельных стандартизированных теплоизолированных объемах, охлаждаемых ТЭО.
3. Изготовление отдельного (микромодульного) элемента совместно с ТЭО. При этом могут быть варианты разборного и неразборного сочленения термоохладителя с объектом охлаждения.

Охлаждение РЭС во всем ее объеме при помощи обработанного в ТЭО воздуха или жидкости имеет ряд особенностей, ограничивающих область ее использования, однако оно целесообразно в тех случаях, когда имеется множество малогабаритных тепловыделяющих элементов с высокими удельными тепловыми потоками, и смонтированные в так называемые "кассетные конструкции", ориентированные относительно шасси РЭС вертикально или горизонтально.

Для проведения экспериментальных исследований термоэлектрической системы охлаждения электронных плат в блоках кассетной конструкции с использованием ТЭО был собран стенд, на котором исследовался разработанный и изготовленный в лаборатории опытный образец.

Структурная схема стенда приведена на рис. 1.

Экспериментальные исследования проводились в теплоизолированной климатической камере 1, термостатируемый рабочий объем которой составляет 120 л. Камера обеспечивает поддержание температуры в пределах от 283 до 343 К с точностью $0,2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности от 30% до 98%. Заданная температура и относительная влажность в камере регулируется блоком управления 14, связанным с датчиком температуры и влажности 13, показания которого регистрируются цифровым табло 15. Объектом экспериментальных исследований являлся опытный образец системы охлаждения, представляющий собой ТЭО 7, выполненную из стандартных унифицированных ТЭМ типа ICE-71. ТЭО устанавливалась на водяной радиатор 8, применяемый для съема тепла с горячих спаев ТЭО.

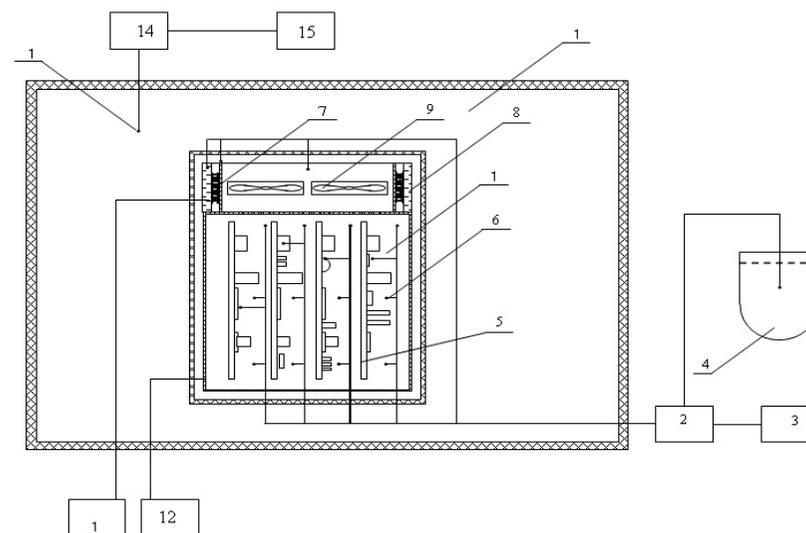


Рис. 1. Структурная схема экспериментального стенда.

Для принудительного воздушного охлаждения радиатора на холодных спаях термобатареи использовались осевые вентиляторы 9, подводящие и отводящие потоки воздуха. Направленный воздушный поток проходит сквозь радиатор на холодных спаях и, охладившись, поступает в блок 10 с электронными платами 5. На имитаторе электронной платы 5, в качестве тепловыделяющих элементов применялись плоские нихромовые электронагреватели.

Для определения основных параметров исследуемого опытного образца при испытаниях нами измерялись следующие величины: напряжение и ток на ТЭО; температуры на ее спаях; температуры, напряжение и ток на нагревателях; температуры воздуха на входе в блок, и вдоль электронной платы.

Температуры на горячей и холодной сторонах ТЭО, а также электронагревателей, измерялись медь-константановыми термопарами 6, опорные спаи которых находились в сосуде Дьюара 4. Выходные сигналы с термопар через многоканальный переключатель 2 поступали на измерительный комплекс 3. Питание ТЭО осуществлялось от регулируемого источника постоянного тока 11. Ток, проходящий через ТЭО, и напряжение на нем контролировались встроенными в блок питания приборами. Для питания имитаторов тепловой нагрузки (электронагревателей) использовался аналогичный источник постоянного тока 12.

Для исследования опытного образца системы охлаждения проводились измерения температуры в нескольких точках, а именно, на тепловыделяющих элементах, на спаях ТЭО и на радиаторе. Предварительно определялась величина тока и напряжения, соответствующая рассеиваемой мощности элементов в пределах от 10 до 30 Вт.

Основной задачей, стоящей при проведении экспериментальных исследований, являлось определение температурных зависимостей тепловыделяющих элементов имитатора электронной платы при их охлаждении воздушным потоком от параметров ТЭО. Важным являлось сравнение экспериментальных результатов с полученными ранее теоретическими [2].

На рис. 2 – 5 представлены экспериментальные зависимости максимальной температуры на имитаторе электронной платы от отводимой ТЭО мощности, питающего электрического тока и потребляемой электроэнергии при нескольких значениях мощности тепловыделяющих элементов.

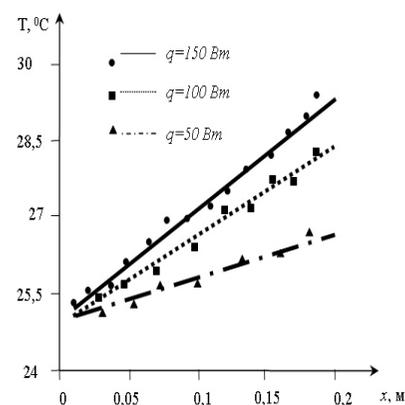


Рис. 2. Распределение температуры платы вдоль потока воздуха при различных суммарных мощностях источников тепловыделений.

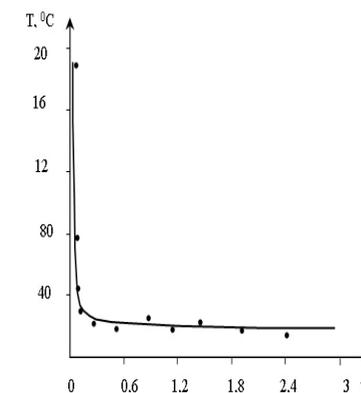


Рис. 3. Зависимость температуры платы от скорости воздушного потока при ширине $b=0.01$ м между платами.

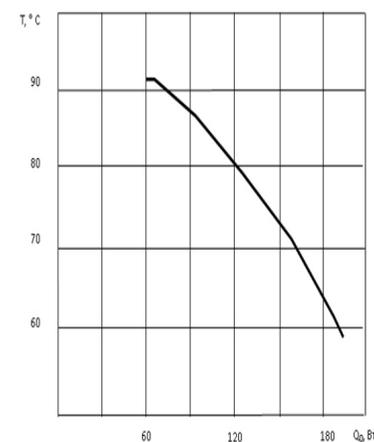


Рис.4 Зависимость температуры на имитаторе электронной платы от отводимой ТЭО мощности, при мощности тепловых нагрузок 80 Вт.

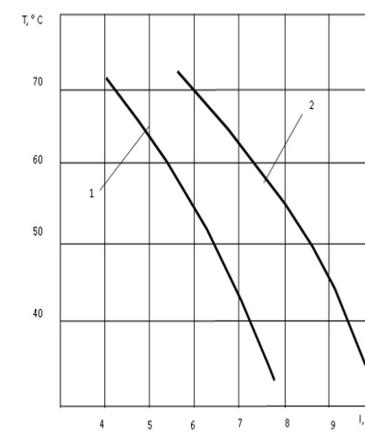


Рис.5 Зависимость максимальной температуры на имитаторе электронной платы от тока, питающего ТЭО: 1 - мощность тепловых источников на плате 50 Вт; 2 - мощность тепловых источников на плате 80 Вт.

В опыте в качестве имитатора электронной платы использовалась гетинаксовая пластина длиной 30 см, шириной 20 см и толщиной 0,3 см, содержащая тепловыделяющие элементы с суммарной мощностью тепловыделений 50 Вт, 100 Вт, 150 Вт.

Для регулирования скорости воздушного потока регулировалось напряжение на осевых вентиляторах, установленных на ребрах радиатора холодных спаев термобатареи. На рис. 2-7 представлены результаты экспериментально исследования ТЭО для системы обеспечения теплового режима блока РЭС кассетной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчета теплового режима приборов.-М., «Радио и связь», 1990
2. Исмаилов Т.А. Термоэлектрические полупроводниковые устройства и интенсификаторы теплопередачи. –СПб., «Политехника», 2005