

УДК 621.396.6

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

М. И. ХАМИЧЁНОК, Т. С. КАПАЧ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Т. В. МОЛОДЕЧКИНА)

В статье представлены описание конструкции, принцип работы лабораторного стенда для исследования тепловых режимов элементной базы радиоэлектронных устройств. Приведены результаты исследования тепловой устойчивости электрорадиоэлементов (ЭРЭ) при различных вариантах охлаждения.

Ключевые слова: электрорадиоэлемент, тепловой режим, способ охлаждения

Введение. Температура - один из наиболее существенных параметров, влияющий на теплофизические параметры ЭРЭ. Например, с повышением температуры происходит ухудшение изоляционных свойств диэлектрических материалов, уменьшается надежность ЭРЭ в целом. [1, 2]

Надежностью радиоэлектронных устройств (РЭУ) называется свойство, обеспечивающее возможность выполнения РЭУ заданных функций с заданными характеристиками в определённых условиях эксплуатации и в течении требуемого времени.

Таким образом, все характеристики элементов РЭУ, а значит и их выходные параметры в той или иной степени определяются температурой или тепловым режимом.

Одним из вариантов обеспечения нормальных температурных режимов, температурной стабильности РЭУ является применение специальных систем охлаждения (как индивидуальных, так и общих), что и было реализовано в описываемом лабораторном стенде для исследования тепловых режимов ЭРЭ. [3]

Разработка конструкции подразумевала создание удобного в использовании, ремонтпригодного и дешевого устройства, способного экспериментально установить зависимость эксплуатационных факторов на температурные режимы РЭУ. [4]

Конструктивные особенности лабораторного стенда.

Назначение лабораторного стенда – исследование тепловых режимов ЭРЭ, а также эффективности разных видов охлаждения.

Лабораторный стенд состоит из двух основных блоков: исполнительного и управляющего.

Исполнительный блок размещён в корпусе прямоугольной формы и содержит 6 изолированных друг от друга ячеек, в каждой из которых располагаются исследуемые ЭРЭ, установленные на радиаторах с разной теплоотводящей поверхностью. В каждой ячейке также имеется вентиляционное отверстие и вентилятор для возможности исследования различных режимов охлаждения (пассивных, активных). В качестве исследуемых ЭРЭ в лабораторном стенде использованы о резисторы. При пропускании электрического тока через цепь с исследуемыми ЭРЭ часть мощности рассеивается, преобразовываясь в тепловую энергию, и нагревает воздух, находящийся в ячейках. Таким образом, пропуская различный по величине электрический ток, можно исследовать различные тепловые режимы ЭРЭ при пассивном или активном охлаждении. Принудительное охлаждение ЭРЭ исследуется путем включения вентиляторов в сеть. Питание исполнительного блока осуществляется от двух регулируемых источников питания (для питания схемы исследуемых ЭРЭ и вентиляторов).

Управляющий блок расположен в отдельном корпусе и имеет индивидуальный источник питания. Он содержит 6 датчиков температуры DS18B20, микроконтроллер, роль которого выполняет плата Arduino Nano, жидкокристаллический дисплей LCD1602 с переходником параллельного интерфейса дисплея на последовательный интерфейс I2C, а также необходимую обвязку в виде подтягивающих резисторов.

Датчики температуры располагаются наиболее близко контактной поверхностью к исследуемому ЭРЭ. Щели и зазоры между контактной поверхностью датчика и поверхностью исследуемого ЭРЭ заполнены термопастой КПТ-8, обеспечивающей лучшую теплопередачу для более точного измерения температуры.

В итоге лабораторный стенд имеет размеры: 480 x 325 x 186 мм (Д x Ш x В). Размер каждой из шести ячеек: 150 x 150 x 135 мм. Таким образом каждая ячейка имеет объём 0,003 м³.

Исследование эффективности охлаждения ЭРЭ на лабораторном стенде. Для достоверности исследования было необходимо создание одинаковых условий для объектов тестирования (в нашем

случае резисторов, присоединенных к радиаторам различного типа). Именно поэтому ячейки, в которые помещены испытуемые ЭРЭ, имеют одинаковую форму, размер и коэффициент перфорации наружной поверхности. Испытуемые резисторы имеют одинаковые номинальные значения сопротивления, мощность, а вентиляторы одинаковую мощность.

Само исследование заключалось в изучении нескольких режимов работы ЭРЭ:

1) нагрев резисторов без использования активного (принудительного воздушного) охлаждения от лабораторного источника питания;

2) охлаждение резисторов с помощью вентиляторов (активное воздушное охлаждение).

Реализованные режимы работы определяет интенсивность нагрева и охлаждения резисторов в зависимости следующих факторов: от размеров и формы радиатора (площади теплоотдающей поверхности), степени черноты материала радиатора.

Результаты исследования температурных режимов представлены на рисунках 1 и 2.

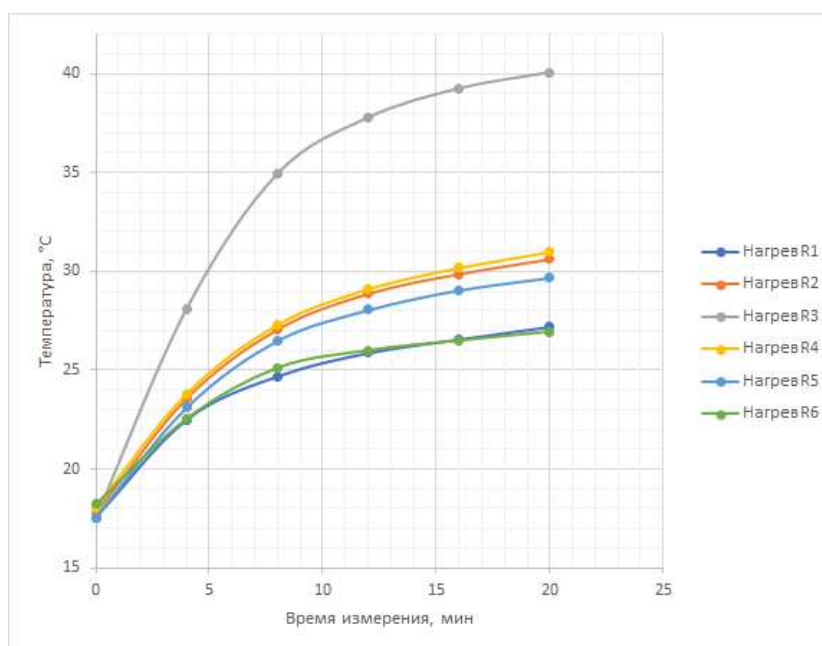


Рисунок 1. – Зависимость температуры ЭРЭ от времени нагрева без использования принудительного охлаждения

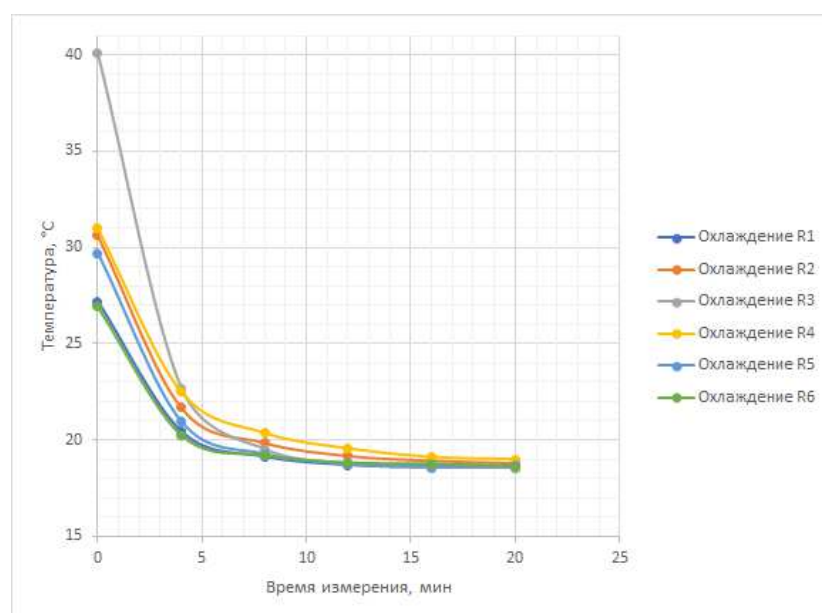


Рисунок 2. – Зависимость температуры ЭРЭ от времени охлаждения с использованием принудительного воздушного охлаждения

Анализ результатов и выводы. Полученные экспериментальные данные позволяют увидеть, как вышеупомянутые критерии влияют на температурный режим ЭРЭ. Анализ данных на графиках позволяет сделать выводы:

– при нагреве ЭРЭ, в условиях естественного воздушного охлаждения, лучший температурный режим имели резисторы, помещенные на радиаторе с максимальной площадью теплоотдающей поверхности (резисторы R1 и R6);

– минимальный нагрев имели резисторы, помещенные на радиаторы, изготовленные из материала с наибольшей степенью черноты поверхности (резисторы R4 и R5 размещены на радиаторах одинаковой формы и размеров, но радиатор резистора R5 имеет большую степень черноты поверхности, так как окрашен черной эмалью);

– в условиях принудительного воздушного охлаждения размеры радиатора, его форма и степень черноты поверхности не имели значения, так как через 15 минут охлаждения все ЭРЭ имели примерно одинаковую температуру.

Разработанный стенд позволяет проводить исследования температурного режима ЭРЭ, удобен в эксплуатации, дает возможность автоматически регистрировать температурный режим, выводить данные на экран монитора. Это позволит обеспечить более правильный выбор ЭРЭ по температурной устойчивости, облегчить работу разработчиков радиоэлектронных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. Новосибирск, Наука. – 1970. – 660 с.
2. Дульнев Г.Н., Парфёнов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчёта теплового режима приборов. – М.: Радио и связь. – 1990. – 312 с.
3. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в РЭА. М.: Высшая школа. – 1984. – 247 с.
4. Овсищер П.И., Голованов Ю.В. Несущие конструкции радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь. – 1988. – 232 с.