

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ГЕРМЕТИЧНОГО БЛОКА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Исмаилов Т.А., Юсуфов Ш.А., Рашидханов А.Т.

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

Надежность радиоэлектронных систем (РЭС) в большей мере определяется тепловым режимом отдельных элементов и узлов в целом, входящих в состав системы.

Статистические исследования [1] показали, что при повышении температуры на каждые 10°C в диапазоне $40\text{--}80^{\circ}\text{C}$ надежность радиоэлектронной аппаратуры в среднем уменьшается на 25 %.

Проблема отвода избыточного тепла в блоках РЭС еще более остро стоит при размещении различных функциональных блоков в герметичном объеме. В этом случае нарушение температурного режима одного узла ведет не только к его выходу из строя, но и оказывает влияние на другие в составе блока. Проектирование блоков для аппаратуры РЭС ведется с учетом возможности обеспечения либо централизованного охлаждения, либо автономного для каждого блока в отдельности. Как правило, наиболее распространенными схемами являются использование принудительного воздушного и жидкостного охлаждения, и для надежной работы РЭС необходимо обеспечить отвод избыточного тепла в окружающую среду.

Известно также, что для этих целей используют различные охлаждающие устройства, приведенные в контакт с источником тепловыделений непосредственно или путем теплоносителя (жидкость, воздух) [2]. При работе охлаждающего устройства влага, содержащаяся в воздухе объеме радиоэлектронного устройства, конденсируется на теплообменных аппаратах охладителя, а также на переохлажденных участках на элементах радиоэлектронной платы, что может дестабилизировать работу устройства в целом.

Известно техническое решение, использование которого позволяет перед включением радиоэлектронного аппарата испарить влагу с элементов электронной платы с последующей конденсацией ее на теплообменном аппарате охлаждающего устройства в виде инея [3].

Известное техническое решение не обеспечивает высокой надежности работы герметичного радиоэлектронного блока в процессе длительной эксплуатации, поскольку не может снизить уровень водяного конденсата, образовавшегося в процессе длительной эксплуатации за счет проникновения влаги из внешней среды, по причине неидеальности герметизации корпуса блока. В устройстве перед каждым его включением, в процессе длительной эксплуатации, осуществляется испарение с рабочих поверхностей имеющегося водяного конденсата и замораживание его поверхностей радиаторов термоэлектрических охладителей. Кроме того, недостатком указанного решения является повышенное энергопотребление, необходимое при каждом включении для испарения влаги с элементов электронной платы, и задержка времени включения радиоэлектронного устройства для выполнения функционального назначения.

Сущность предлагаемого авторами решения заключается в использовании капиллярной структуры, с одной стороны, имеющей контакт с теплообменником охладителя по холодной стороне, а с другой, по горячей. На рис. 1, *а* схематично изображена конструкция предлагаемого устройства, а на рис. 1, *б* вид спереди на капиллярную структуру, которая имеет тепловой контакт с основанием радиаторов с холодной и горячей сторон. Устройство содержит основание 1 и крышку 2 корпуса, систему осушки, включающую термоэлектрические охладители 3, количество которых определяется уровнем тепловыделений в объеме блока, соответствующее количество радиаторов 4 по холодной стороне, и такое же количество радиаторов 5 по горячей стороне, капиллярную структуру 6 и электронные платы в блоке 7, источник питания термоэлектрических батарей (не показан), и блок управления (не показан).

Термоэлектрические охладители 3 установлены в сквозных отверстиях крышки 2 корпуса 1. Радиаторы 4 установлены на холодных плоскостях термоэлектрических охладителей, а радиаторы 5 на горячих. Капиллярная структура 6 имеет тепловой контакт с основанием радиатора 4 с холодной стороны со стороны ребер и с другого конца аналогичным образом с основанием со стороны ребер радиатора 5 горячей стороны. Термоэлектрические охладители электрически связаны с блоком питания, который имеет электрическую связь с блоком управления.

Устройство работает следующим образом:

Пусть на рабочих поверхностях электронных плат 7, имеется водяной конденсат, образовавшийся за счет влаги, содержащейся в воздухе, которым заполнен корпус, либо проникший из внешней среды из-за неидеальности герметизации корпуса.

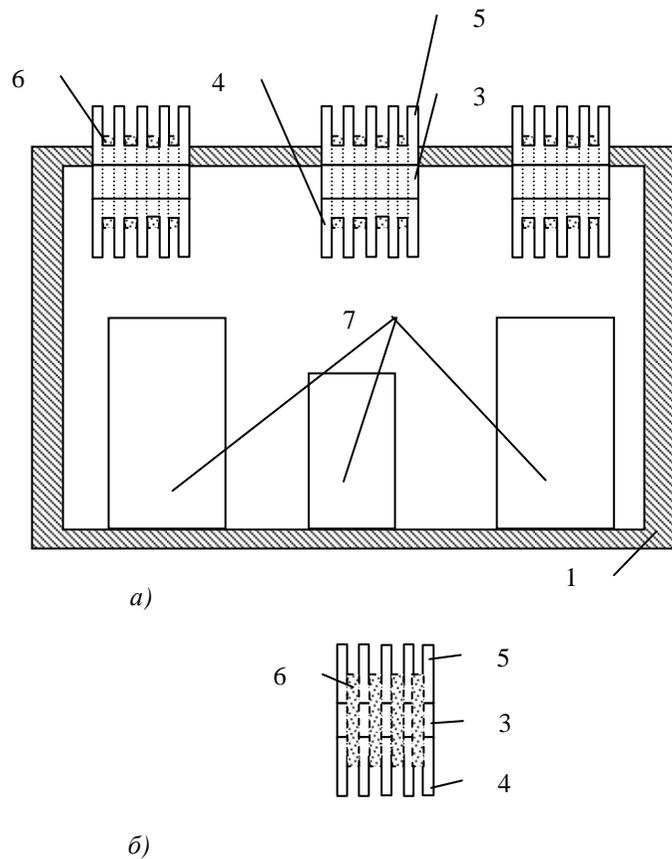


Рис. 1 Схематичное изображение системы: а) - общая схема конструкции; б) - вид спереди на капиллярную структуру

При этом включение радиоэлектронного устройства недопустимо, так как это может привести к выводу его из строя. Для снижения водяного конденсата перед включением радиоэлектронного устройства включается блок питания, связанный с блоком управления. В начальный период времени блок управления формирует напряжение на выходе блока питания такой полярности, что холодная плоскость термоэлектрических охладителей нагревается, нагревая при этом радиаторы 4, воздух, которым заполнен корпус, и, соответственно, электронные платы 7. Водяной конденсат начинает испаряться. Через заданное время, за которое весь

водяной конденсат испарится (время устанавливается по результатам предварительных исследований), блок управления формирует напряжение такой полярности на входах термоэлектрических охладителей, что холодная "плоскость" термоэлектрических охладителей 3 и радиаторы 4 начинают охлаждаться. Водяной пар, находящийся в корпусе, начинает конденсироваться на поверхности радиаторов 4, и через капиллярную структуру подаваться на основание радиатора 5 со стороны ребер, так как капиллярная структура имеет тепловой контакт с основанием и это вызывает испарение влаги из него. Таким образом, происходит следующий процесс: испарение влаги с поверхности электронных плат, конденсация влаги из воздуха в объеме радиоэлектронного блока на радиаторах охладителя с холодной стороны, транспортировка сконденсировавшейся влаги на радиатор с горячей стороны, испарение влаги в окружающую среду. В результате этих процессов идет постоянный процесс отвода сконденсировавшейся влаги из объема блока в процессе работы радиоэлектронного устройства в окружающую среду. При новом включении радиоэлектронного устройства время работы термоэлектрических модулей на нагрев для испарения влаги с электронных плат уменьшается, т.к. конденсат выведен в окружающую среду, и, соответственно, уменьшается энергопотребление термобатарей в данном режиме, а также уменьшается время задержки включения радиоэлектронного устройства для выполнения функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роткоп Л.Л., Гидалевич В.Б., Гунн Л.А., Максименко В.Д. "Вопросы радиоэлектроники. Сер. ТРТО", 1972, вып.1.
2. Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. Тепловые режимы радиоэлектронной аппаратуры. «Энергия», 1971
3. Патент РФ № 1823783, H05K5/06.