

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ ТЭУ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

Мещеряков В.И., д.т.н., проф.

Одесский государственный экологический университет, г. Одесса

Зайков В.П., к.т.н., ст.н.с.

Научно-исследовательский институт ШТОРМ, г. Одесса

Журавлев Ю.И.

Одесский государственный экологический университет, г. Одесса

Термоэлектрические устройства, принцип действия которых основан на эффекте Пельтье, являются малогабаритными полупроводниковыми холодильниками, управляемыми электрическим током, которые не имеют подвижных компонентов, что обусловило их более высокую надежность по сравнению с воздушными и жидкостными системами обеспечения тепловых режимов РЭА. Перспективность термоэлектрического способа охлаждения связано и с тем обстоятельством, что современные аппаратные средства реализуются на микроэлектронной (а далее и нано электронной) элементной базе, что приводит к росту локальных температурных градиентов, которые необходимо минимизировать для обеспечения функционирования элементной базы. Это привело к существенному росту исследований, направленных на создание объемных и тонкопленочных термоэлектрических охладителей [1], где показано, что по максимальному перепаду температуры тонкопленочные модули уступают в 1,5 – 2 раза объемным охладителям, поэтому для большинства приложений использование объемных предпочтительнее.

Поскольку максимальный перепад температуры ΔT_{\max} связан с эффективностью термоэлектрического материала \bar{Z}_M и температурой теплопоглощающего спая T_0 [2]: $\Delta T_{\max} = 0,5\bar{Z}_M T_0^2$, а \bar{Z}_M функционально связана с сопротивлением термоэлемента, которое также зависит от температуры, то становится очевидным, что одной из проблем надежности термоэлектрических охладителей является линейное расширение механически соединенных между собой разнородных материалов. Поскольку термоэлектрический полупроводниковый элемент и керамическая подложка соединяются пайкой, то такие проблемы может вызывать разница в линейных расширениях в вертикальном и горизонтальном направлениях места пайки, неоднородность температур, приводящая к механическим напряжениям, неоднородность поверхности подложки, скрытые дефекты, тепловые удары.

В [3] показано, что для анализа технологического брака на стадии производства необходим контроль трех параметров: сопротивления термоэлементов, эффективности термоэлектрического материала и постоянной времени. Ускоренные испытания термоэлектрических модулей показали, что изменения указанных параметров за весь период испытаний составили от 3 до 5%. Важным для рассматриваемой задачи является приводимый результат, свидетельствующей о том, что изменение постоянной времени носит ступенчатый характер, что подтверждает важность показателя для контроля надежности теплового контакта термоэлемента с подложкой.

Целью проводимых исследований является контроль состояния термоэлектрических охладителей в процессе эксплуатации изделий для прогнозирования времени их работоспособности.

В разработанном ранее авторами патенте предложен способ и устройство для его реализации для контроля работоспособности термоэлектрического охладителя в процессе его эксплуатации и формирования прогноза вероятного выхода его из строя по вариации передаточной характеристики.

Учитывая сложность проблемы формирования прогноза, которая состоит в первичной неопределенности исходных данных, предположении о неизменности закономерностей деградации характеристик в будущем, неопределенность внешних условий, влияния иных неучтенных в модели процессов, достоверность прогноза оказывается низкой. Для повышения достоверности прогноза исследовано влияние дополнительных процессов на показатели надежности термоэлектрического охладителя, для чего использованы изменения рабочего тока на напряжения на термоэлементах и постоянная времени, получаемые при обработке сигнала генерируемого тестового переходного процесса.

Литература

1. **Громов, Г.** Объемные и тонкопленочные термоэлектрические модули [Текст] / Г. Громов // М.: Компоненты и технологии, № 9. 2014. – 190 с. URL: <http://www.techjournals.ru/journ/elektronika/9374-komponenty-i-tehnologii-9-sentyabr-2014.html>
2. **Зайков, В.П.** Прогнозирование показателей надежности термоэлектрических охлаждающих устройств [Текст] Книга 1. Однокаскадные устройства / В.П. Зайков, Л.А. Киншова, В.Ф. Моисеев – Одесса: Политехперіодика, 2009. – 118 с.
3. **Громов, Г.Г.** Комплексный метод контроля качества конструкции и эксплуатационной надежности термоэлектрических модулей в составе оптоэлектронных приборов [Текст] / Г.Г. Громов, И.А. Драбкин, Л.Б. Ершова // Прикладная физика. – 2007. – № 4. – URL: http://www.rmtltd.ru/docs/technology/publications/Complex_method_rus.pdf