

ТЕПЛОВЫЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ

Ю.А. Осокин, К.С. Шебалин

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова
г. Барнаул

Статья посвящена изучению распределения температурных процессов в сложных электронных схемах при плотной концентрации элементов на печатных платах.

Ключевые слова: приборы, электронные схемы, инфракрасный, температура, нагрев.

Надежная работоспособность всех сложных электронных схем приборов и средств автоматики существенно зависит от температуры нагрева элементов и процессов передачи, отвода тепловой энергии.

Анализ показывает, что электронные схемы (практически большинство) выходят из строя из-за перегрева в энергонасыщенных электронных узлах. Проблемы перегрева особенно актуальны, когда речь идет о надежности функционирования энергоемких схем в приборах, в частности, выполненных с применением быстродействующих, интегральных микросхем в современных электронных приборах.

В современных приборах электронные элементы, смонтированы, как правило, компактно, плотно на печатных платах приборов. Многочисленные скопления энергетически активных электронных элементов представляют собой систему источников тепловой энергии. При этом интегральная величина тепловой энергии при функционировании прибора в рабочем режиме составляет до 99% от потребляемой, прибором мощности.

В большинстве случаев можно увидеть не совсем удачную конструктивную схему теплообменных процессов в приборе. Если не рассеивать, не удалять эту тепловую энергию, то возможны нарушения режима работы приборов, преждевременный выход из строя особо важных элементов, в том числе, микропроцессорных устройств.

Проблема создания заданных режимов работы приборов под нагрузкой при сохранении высокого качества актуальнейшей и в то же время наиболее неотложной сложной проблемой в приборостроении.

В условиях наметившихся тенденций ускоренной модификации приборов требуются экспериментальные наблюдения для оценки состояния и прогноза изменения режимов

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №4 Т.3 2017

температурных объектов для сокращения до минимума потерь, для своевременного выявления различных изменений в режимах объектов.

Особое место при создании оптимальных по быстродействию электронных схем (как правило, с применением энергоемких элементов типа ТТЛШ) изучению занимает учет соотношения величины температурных процессов, начиная с уровня полупроводниковых кристаллов и необходимых контактных сопряжений до температуры окружающей среды.

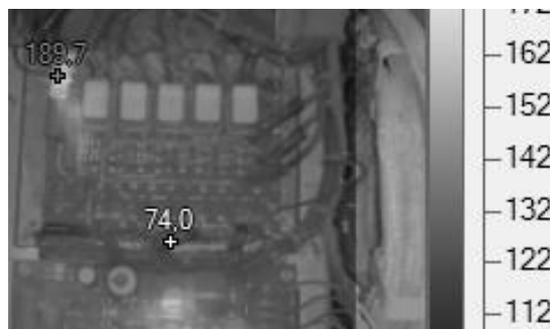


Рисунок 1 – Тепловой режим типового электронного блока прибора (в отдельных точках схемы уровень нагрева достигает 189,7 градусов и более при средней температуре 74,0 градуса)

Вышеизложенное послужило основанием для проведения экспериментальных исследований. Основными предметами внимания, при этом, являлись тепловые процессы, которые проявлялись в элементах и цепях электронных схем приборов.

Контроль конвективных тепловых процессов и теплопередача излучением является вполне доступным при использовании дистанционных пирометров и температурных датчиков [1,2].

Достаточно сложным является контроль скрытых, герметично упакованных конструктивных узлов, например, сосредоточенных в корпусах полупроводниковых приборов, в электронных интегральных микросхемах.

В зависимости от конструктивных особенностей элементов в электронных схемах, энергетический уровень может существенно отличаться. Например, элементы, выполненные на основе технологии Шоттки, энергетически многократно активнее в сравнении с интегральными микросхемами, выполненными по МОП технологии. У ИМС Шоттки пиковые токовые характеристики, в том числе, тепловая активность существенно выше, чем у наиболее распространенных схем выполненных на основе ТТЛ технологий.

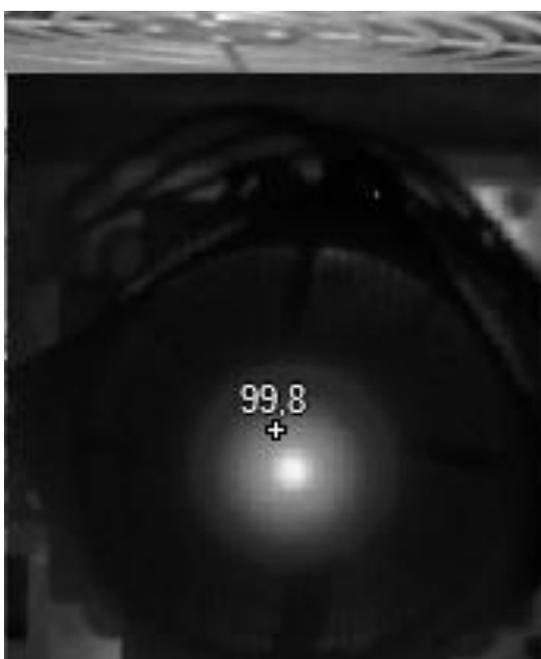


Рисунок 2 – Тепловой режим устройства охлаждения электронного блока, который имеет собственную среднюю температуру 99,8 градусов, а в центре – около двухсот градусов

Применение инфракрасных пирометров может дать достаточный объем информации для достоверных оценок существующего состояния тепловых характеристик точечных объектов электронных схем технических устройств приборов.

При этом, выявляются многие проблемы тепловых режимов работы сложных электронных устройств, выполненных на недостаточно оптимальном уровне.

Рассмотрение этих проблем дает возможность выбора оптимальных вариантов

принципиальных схем, монтажных плат, конструктивных решений. Позволяет произвести выбор оптимальных по энергоемкости и быстродействию электронных элементов схемы и проведение экспериментальные исследования макетных образцов.

В настоящее время имеется определенное количество разработок по данной проблеме [1-4] технических подходов к сложным температурным системам, однако недостаточно конкретных теоретических и технических разработок для решения возникающих проблем.

При исследованиях применен тепловизор (Ti110), работающий в инфракрасном диапазоне, который позволяет выявить заданные температурные характеристики реальных, находящихся под нагрузкой электронных схем.

Пример информации об изображении концентрированного источника энергии показан на рисунке 2.

Пример одной из таких характеристик приведен ниже:

IR000420	
Информация	Информация о марке
Местонахож...	F:\тепловизор\рисун
Время изоб...	02.11.2010 12:53:19
Кэффициен...	0,94
Температур...	77,0 °F
Передача	100%
Границы изо...	83,0 °F до 113,2 °F
Средняя тем...	89,0 °F

Рисунок 3 – Информация, необходимая для исследований

Информация, необходимая для исследований запоминается на каждом из кадров и считывается при необходимости по специальной программе.

ТЕПЛОВЫЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ



Рисунок 4 – Тепловой режим энергоактивного концентратора нагрева (при средней температуре 75,5 градусов нагрев на отдельных участках достигает 174,3 градуса)

- Модель тепловизора: Ti110 (#Ti110-12050474)
- Размер тепл. сенсора: 120 x 160
- Размер фото сенсора: 1200 x 1600
- Дата тепл. изображ.: 02.11.2010 4:20:22
- Диап. калибр.: [-10,0..+250,0]°C
- Коэфф. тепл. излуч.: 0,94
- Темп. фона: +25,0°С
- Темп. в центре: +28,3°С
- Мин. темп.: +21,3°С
- Макс. темп.: +74,7°С
- Средняя темп.: +23,4°С

Рисунок 5 – Пример описания опыта измерений

Выводы

Исследования тепловых характеристик электронных узлов показали, что существует большой разброс температурных режимов

между отдельными элементами схемы – до 150 градусов и более.

Выявлены случаи некачественных конструктивных решений при изготовлении ИМС и других элементов схем.

Выявлены случаи некачественных монтажных операций электронных элементов.

Существует множество зон перегрева в контактных сопряжениях.

Требуются меры по оптимизации тепловых режимов на этапе проектирования приборов и систем.

Это позволит решить основные проблемы проектирования надежных приборов на функциональном и принципиальном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yu.A. Osokin, M. V. Khalin, M.N. Stokov. Heat transfer in grain heating systems, based on multielektrode composite electric heaters. Universiti of the Bas1que Countri, Bilbao, Spain. 3 -5 September 2009. С.ХI-1.
2. Осокин Ю.А. Системы температурного контроля. Проблемы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производства: Материалы 4-й научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во АГТУ, 2004. – Ползуновский вестник № 4. – С.- 264 -265.
3. Осокин Ю.А. Исследования температурных процессов // Ползуновский вестник №2/1, 2012, С. 16–21.
4. Осокин Ю.А., Халин М.В. Особенности температурного контроля в сложных технологических процессах. Проблемы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производства: Материалы 5-й научно-практической конференции.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005. – Ползуновский альманах №5.- С.- 261 – 262.

Осокин Юрий Анатольевич – к.т.н., доцент, тел.: (3852) 619026, e-mail: y-osokin@mail.ru, **Шебалин Кирилл Сергеевич** – магистрант АлтГТУ.