

ТЕПЛОФИЗИКА

УДК 681.382

Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Габитов И.А.

ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАВЯЩИХСЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И СИСТЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТЕПЛОСЪЕМА

Ismailov T.A., Evdulov O.V., Gabitov I.A.

ESPECIALLY SHARING MELTING HEAT STORAGE SYSTEMS AND ADDITIONAL HEAT REMOVAL

В статье рассмотрены различные конструктивные варианты устройств для охлаждения радиоэлектронных устройств работающих в повторно-кратковременных режимах.

Ключевые слова: *плавящиеся вещества, тепловые нагрузки, радиоэлектронные устройства.*

In article are considered various constructive options of devices for cooling of radio-electronic devices working in repeated and short-term modes.

Key words: *melting substances, thermal loadings, radio-electronic devices.*

Существует целый ряд радиоэлектронных приборов, подвергающихся периодическим кратковременным тепловым нагрузкам. Для обеспечения их температурных режимов работы могут быть использованы системы охлаждения, работающие как в непрерывном режиме, так и в прерывном режиме, соответствующем функционированию элемента РЭА (охлаждающий прибор включается и выключается синхронно с объектом воздействия).

При этом в первом случае очевидным является излишняя трата энергии на поддержание функционирования теплоотводящей системы во время паузы в работе радиоэлемента. Во втором случае может возникнуть ситуация, когда теплоотводящий прибор практически не сможет обеспечить необходимый тепловой режим радиоэлектронного аппарата вследствие тепlopоступлений от его нагреваемых элементов к объекту охлаждения. Особенно остро такая проблема стоит для термоэлектрических охлаждающих устройств, так как при выключении питания термоэлектрической батареи за счет собственной теплопроводности полупроводников из теплового насоса превращается в хороший проводник теплоты. В результате этого происходит достаточно быстрое выравнивание температуры между горячими и холодными спаями, а, следовательно, и между охлажденным объектом и системой теплосъема. В данных условиях целесообразным является размещение между элементом РЭА и системой охлаждения теплового аккумулятора, способного на какое-то время поддержать температуру радиоэлемента на необходимом уровне, несмотря на тепlopритоки через ветви конструкции теплоотводящего прибора.

Продолжительной, устойчивой работы приборов удастся добиться, лишь создав им необходимые температурные условия. Как правило, температурные условия работы теплонегруженных приборов обеспечиваются специальными системами обеспечения температурных режимов работы. Последние весьма разнообразны, сложны, могут иметь значительные габариты, массу, энергопотребление.

Обычные методы понижения охлаждения основанные на использование компрессионных или абсорбционных холодильных машин, охлаждающих смесей (жидкий азот, твердая уголекислота, лед) не приемлемы при использовании для отвода теплоты и охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры, работающей при циклических тепловых воздействиях и ограничениях накладываемых на энергопотреблении. Например, на питание охлаждающей системы может быть направлена электрическая энергия только в момент паузы работы элемента РЭА, ранее использовавшаяся для обеспечения работы последнего в пиковом режиме.

Для обеспечения тепловых режимов такого типа аппаратуры при ее длительной эксплуатации целесообразным является применение тепловых аккумуляторов, в том числе работающих на обратимых эндотермических процессах плавления. Основными достоинствами таких приборов и устройств являются небольшие габаритные размеры, отсутствие хладагента, надежность, высокий срок службы.

Для элементов РЭА с незначительным временем паузы в работе или работающих в режиме, когда пауза в работе варьируется случайным образом (например, следящие системы) в устройстве теплоотвода необходимо предусматривать дополнительно возможность интенсификации процесса теплообмена при затвердевании рабочих веществ. Во многих случаях перспективным для сокращения времени затвердевания рабочих веществ в паузе работы РЭА является использование средств воздушного и жидкостного теплоотвода.

Обзор публикаций, посвященных системам охлаждения РЭА, в том числе на основе совместного применения плавящихся рабочих веществ показывает, что в данной области исследования процессов протекающих в системах термостабилизации РЭА являются ограниченными и порой не достоверными. Результаты этих исследований не могут быть положены в основу расчета реальных охлаждающих устройств содержащих. Эта проблема обостряется условиями технической эксплуатации РЭА с ограничениями на энергопотребление и нестационарными режимами работы элементов тепловыделения.

При этом важным является проектирование конструкций охлаждающих приборов для малогабаритных элементов РЭА, отличающихся значительными удельными тепловыми потоками. Представляет интерес разработка тепловых аккумуляторов для охлаждения и термостабилизации радиоэлектронных узлов, печатных плат, микросборок, отдельных навесных элементов, работающих в режиме с повторно-кратковременными тепловыделениями.

При охлаждении и термостабилизации РЭА, работающей в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, пассивными методами, основанными на применении тепловых аккумуляторов, целесообразным является использование обратимых процессов плавления сопровождающихся поглощением теплоты на границе раздела твердой и жидкой фаз. Эти процессы обладают надежной многократной обратимостью фазовых превращений вне зависимости от действия силовых полей и незначительным изменением объема при их превращениях.

Для надежной работы элемента РЭА в этом случае необходимым является наличие достаточного количества плавящегося рабочего вещества для аккумуляции выделяемого количества теплоты, а также скважности перерыва между включениями аппаратуры, чтобы за это время для затвердевания рабочее вещество успело затвердеть до следующего цикла включения РЭА. При охлаждении радиоэлектронных приборов с небольшим промежутком между рабочими циклами в этом случае возникают некоторые трудности вследствие недостатка времени необходимого для затвердевания рабочего агента. В этой ситуации целесообразно применение некоторой системы, позволяющей интенсифицировать процесс затвердевания рабочего агента. В качестве таковой эффективным будет использование средств, основанных на воздушном и жидкостном методах теплоотвода.

Целесообразная область совместного использования плавящихся тепловых аккумуляторов и приборов на основе воздушного и жидкостного охлаждения состоит в обеспечении тепловых режимов работы РЭА, функционирующей в режиме повторно-кратковременных тепловыделений с низкой скважностью электромагнитных импульсов. При этом, естественно, рассеиваемая элементами РЭА мощность должна лежать в умеренных пределах – 100-150 Вт.

Для эффективной реализации указанных систем термостабилизации элементов РЭА предлагаются следующие схемы.

На рис.1. приведен вариант, реализующий принцип совместного применения плавящихся тепловых аккумуляторов и воздушной системы теплоотвода. Здесь элементы РЭА размещаются на двух противоположных торцевых поверхностях тонкостенного металлического контейнера 2, заполненного рабочим веществом 3. В направлении, перпендикулярном размещению элементов РЭА в металлической емкости имеется канал 4 для продува воздуха за счет установленных вентиляторных агрегатов 5, один из которых работает на вдув воздушного потока, а другой на выдув. Вентиляторные агрегаты включаются и осуществляют продув воздушного потока по каналу в перерыве функционирования тепловыделяющего элемента. В общем случае канал для продува воздушного потока может быть оребрен.

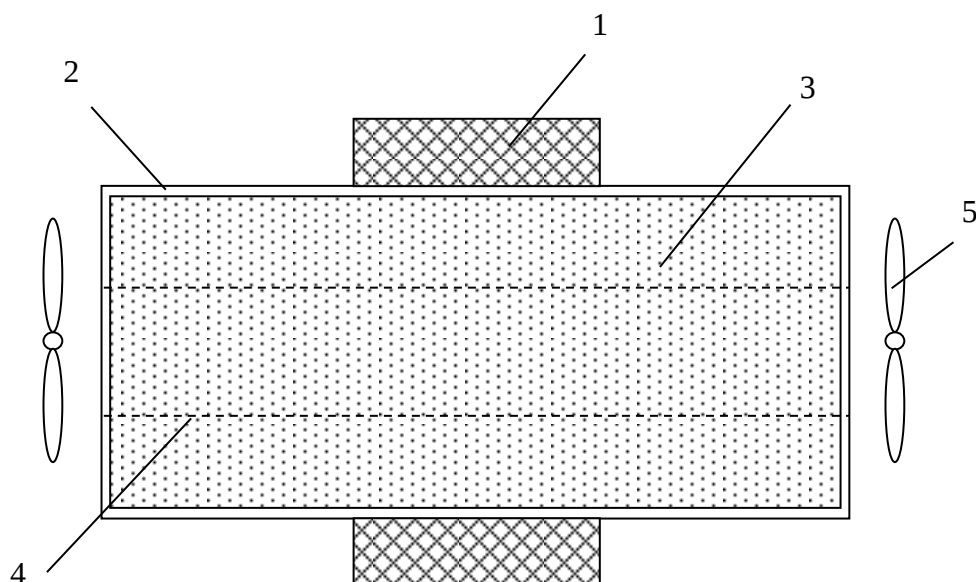


Рисунок 1 - Конструкция устройства для охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, основанная на совместном использовании плавящихся тепловых аккумуляторов и воздушной системы теплоотвода

На рис. 2. изображена конструктивная схема системы охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, выполненная при совместном использовании плавящихся тепловых аккумуляторов и жидкостной системы теплоотвода. Принципиальное отличие ее от рассмотренной на рис 1. состоит в том, что вместо вентиляторной системы в данной конструкции предусмотрена система 6, осуществляющая прокачку через канал охлаждающей жидкости. Форма канала в общем случае может быть произвольной.

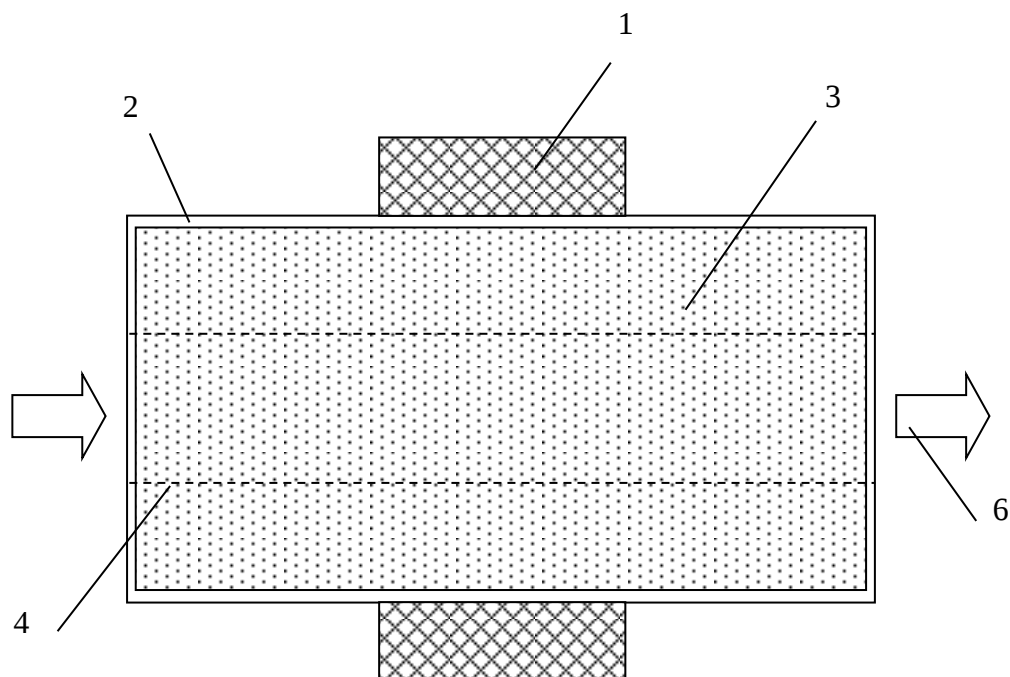


Рисунок 2 - Конструкция устройства для охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, основанная на совместном использовании плавящихся рабочих веществ и жидкостной системы теплоотвода

При проектировании конструкций охлаждающих приборов для малогабаритных элементов РЭА необходимо учитывать распределение тепловых потоков на тепловыделяющих участках РЭА. Особенно представляет интерес разработка тепловых аккумуляторов для охлаждения и термостабилизации радиоэлектронных узлов, печатных плат, микросборок, отдельных навесных элементов, работающих в режиме с повторно-кратковременными тепловыделениями.

Библиографический список:

1. Алексеев В.А. Охлаждение радиоэлектронной аппаратуры с использованием плавящихся веществ. М.: Энергия, 1975.
2. Алексеев В.А., Чукин В.Ф., Митрошкина М.В.. Математическое моделирование тепловых режимов аппаратуры на ранних этапах ее разработки. – М.: Информатика – Машиностроение, изд. "Вираз – Центр", 1998.