

Санкт-Петербург), в полной мере реализующие требуемые режимы проведения терапевтических процедур. Для их подбора может быть использован пакет прикладных программ Thermoelectric system calculation [6].

Вывод. На основе разработанной модели может быть проведено исследование теплофизических процессов, протекающих в ТЭС для проведения тепловых косметологических процедур, разработаны и созданы новые конструкции косметологических устройств, обеспечивающих высокую точность дозировки и надежность теплового воздействия.

Библиографический список:

1. Ежов В.В. Физиотерапия и физиопрофилактика как методы и средства сохранения и восстановления здоровья//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2011. - № 4. – С. 33-36.
2. Боголюбов В.М., Улащик В.С. Комбинирование и сочетание лечебных физических факторов//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2004, № 5 – С. 39-45.
3. Зубкова С.М. Роль тепловой компоненты в лечебном действии физических факторов//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2011. - № 6 – С. 3-10.
4. Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Юсуфов Ш.А., Аминов Г.И. Приборы для локального температурного воздействия на человеческий организм//Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2003, №2. – С. 3-6.
5. Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Хазамова М.А., Магомадов Р.А.- М. Математическая модель термоэлектрической системы для локального теплового воздействия на руку человека//Термоэлектричество, 2014, № 1. – С.77-86.
6. <http://www.kryotherm.ru>.

УДК 621.362

Гаджиев Х.М., Челушкин Д.А.

ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЦЕССОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ В СОСТОЯНИИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

Gadjiyev H.M., Chelushkin D.A.

THE SEMICONDUCTOR THERMOELECTRIC DEVICE FOR TEMPERATURE CONTROL OF COMPUTER PROCESSOR WITH USE OF MATERIALS IN THE CONDITION OF PHASE TRANSITION

В статье рассмотрена система охлаждения компьютерного процессора на основе сублимационных фазовых переходов, позволяющая обеспечить режим термостатирования в условиях нестационарной тепловой нагрузки, что позволит исключить выход из строя сверхбольшой интегральной схемы процессора.

Ключевые слова: компьютерный процессор, термостатирование, полупроводниковое термоэлектрическое устройство, фазовый переход, сублимация.

The article deals with the cooling system computer processor on the based sublimation phase transitions, allowing to provide temperature control mode in a transient thermal load, which will prevent the failure of the VLSI processor.

Key words: computer processor, tempering, a semiconductor thermoelectric device, the phase transition, sublimation.

Введение. Повышение интеграции современных электронных систем с одновременным возрастанием быстродействия приводят к резкому увеличению тепловыделений и повышению вероятности тепловых пробоев. Высокая степень интеграции влияет на тепловыделения, так как величина энергии в виде паразитных тепловыделений для каждого компонента суммируется и, чем больше электронных чипов на единице площади – тем больше уровень удельных тепловыделений, которые могут привести к катастрофическому необратимому дефекту.

Повышение быстродействия требует уменьшения напряжения логических нулей и единиц для снижения времени переходных процессов, но это подразумевает увеличение силы тока полезного сигнала для сохранения его мощности и борьбы со случайными помехами. Увеличение тока в электронных компонентах приводит к возрастанию паразитных джоулевых тепловыделений.

Для охлаждения современных компьютерных процессоров недостаточно просто с высокой эффективностью отводить тепло в окружающую среду. Для стабильной работы компьютера необходимо обеспечить режим термостатирования в условиях нестационарной тепловой нагрузки и адаптивного приспособления к изменяющимся параметрам окружающей среды.

В настоящее время для охлаждения компьютерного процессора используется установленный на нём кулер, состоящий из радиатора и вентилятора. Но использование такого кулера имеет ряд недостатков:

1. Не позволяет обеспечить необходимый уровень пылезащиты;
2. Не способность обеспечить температуру ниже комнатной, не приемлемость для термостатирования;
3. Инерционность охлаждения.

Главная проблема возникает из-за инерционности тепловых процессов, как внутри самого компьютерного процессора, так и в его системе охлаждения. В нестационарных условиях работы компьютерного процессора при вы-

полнении различных программ изменяется количество теплоты, вырабатываемое тепловыделяющими электронными компонентами внутри сверхбольшой интегральной схемы (СБИС).

В условиях равномерного отвода тепла в окружающую среду за счет увеличения уровня тепловыделений при неизменном отводе тепла температура СБИС будет также увеличиваться, а при уменьшении тепловыделений – уменьшаться. В условиях применения электронных систем термостатирования деструктивным фактором будет являться инерционность тепловых процессов, не позволяющая автоматизированной системе управления оперативно считывать информацию о температуре и формировать соответствующие стимулирующие воздействия на систему охлаждения.

Улучшить ситуацию можно за счет использования специализированных термоэлектрических систем охлаждения [1 - 6]. Наибольшей эффективностью обладает устройство [7]. В основе этих систем охлаждения заложены термоэлектрические явления на основе охлаждающего эффекта Пельтье и физические процессы по преобразованию тепла при фазовых переходах вещества.

Для процессов плавления, кристаллизации, кипения, конденсации и сублимации помимо поглощения – выделения тепла имеется еще один важный фактор – стабилизация температуры в течение всего периода фазового перехода. Этот фактор используется в системах термостатирования, так как он позволяет в момент фазового перехода игнорировать инерционность тепловых процессов, т.е. нестационарные скачки в тепловой нагрузке не могут повлиять существенным образом на температуру вещества в состоянии фазового перехода.

Например, при плавлении вещества или испарении температура будет стабильна. Количество тепла, необходимого для фазового перехода, в основном зависит от массы этого вещества. Небольшие флуктуации тепловой нагрузки полностью компенсируются. Однако в процессе плавления или кипения изменяется соотношение между веществами в различных фазах и, это незначительно может повлиять на температурную стабильность фазового перехода. Например, в начале отвода тепла в плавящееся вещество, оно полностью находится в твердом состоянии. Но, чем больше тепла будет передано этому веществу, тем большая часть его перейдет в жидкую фазу. В этой жидкой фазе будут нарастать процессы конвекции, изменяющие тепловой баланс, незначительно влияющие на температурную стабильность процесса в целом.

Другой пример можно привести при отводе тепла в кипящую жидкость. В начальный момент времени все вещество в жидкой фазе, но чем больше будет поступать тепла, тем большая часть вещества будет переходить в газообразное состояние, и тем меньшая часть вещества будет оставаться жидкой. Это приведет к уменьшению конвекции, что, в свою очередь повлияет на стабильность температуры фазового перехода.

Таким образом, изменение количества вещества в жидкой фазе влияет на процессы конвекции и ухудшает параметры режима термостатирования. Для устранения этого недостатка и повышения точности режима термостатирова-

ния целесообразно применить процесс сублимации (возгонки), т.е. перехода вещества из твердой фазы в газообразную, минуя жидкую. Помимо повышения температурной стабильности фазового перехода, процесс сублимации характеризуется большим количеством поглощаемой или выделяемой теплоты за счет интегрального эффекта, т.е. сложения теплоты плавления с теплотой парообразования, и наоборот теплоты конденсации с теплотой кристаллизации.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Преимущества сублимации для использования в системах охлаждения можно продемонстрировать на примере обыкновенной воды. На рис. 1 изображен график сублимационной кривой льда – воды – пара, по которому можно определить температуру сублимации и связь ее с давлением, т.е. по этому графику можно определить, какое необходимо задать давление водяного пара, чтобы лед сублимировал при необходимой температуре.

Хорошо известно, для того чтобы нагреть 1 кг воды на один градус, требуется затратить 4,1868 кДж энергии, т.е. для того, чтобы нагреть 1 кг воды от 0°C до 100°C потребуется 418,68 кДж энергии в соответствии с формулой:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T, \quad (1)$$

где c - удельная теплоёмкость, Q - количество теплоты, полученное веществом при нагреве (или выделившееся при охлаждении), m - масса нагреваемого (охлаждающегося) вещества, ΔT - разность конечной и начальной температур вещества.

При плавлении того же 1 кг воды потребуется уже 333,55 кДж при 0 °C в соответствии с формулой:

$$Q = \lambda \cdot m, \quad (2)$$

где λ - удельная теплота плавления, Q - количество теплоты, полученное веществом при плавлении (или выделившееся при кристаллизации), m – масса плавящегося (кристаллизующегося) вещества.

При превращении в пар этого же 1 кг воды потребуется 2250 кДж в соответствии с формулой:

$$Q = L \cdot m, \quad (3)$$

где L - удельная теплота парообразования.

Таким образом, при сублимации 1 кг воды потребуется по совокупности процессов плавления и кипения 2583,55 кДж, что значительно превышает количество тепла 418,68 кДж, необходимое, чтобы нагреть 1 кг воды от 0°C до 100°C, т.е. процесс сублимации эффективнее в 6 с лишним раз.

Этот принцип реализован в устройстве [7]. Возможны различные варианты реализации охлаждающих устройств на основе сублимационных фазовых переходов.

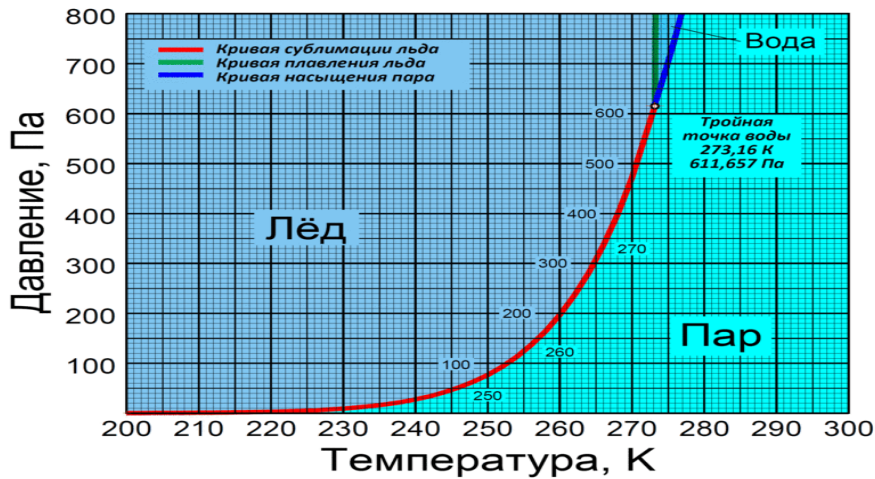


Рисунок 1. Сублимационная кривая лед – вода – пар

Модернизированный вариант системы охлаждения компьютерных процессоров приведен на рис. 2. В нем для охлаждения процессора используется термомодуль и контейнер с плавящимся веществом. Применение такой системы охлаждения обеспечивает достаточно равномерный отвод тепла по площади корпуса процессора.

Решение проблемы охлаждения компьютерного процессора возможно при использовании полупроводниковых термоэлектрических устройств на основе элементов, в принципе работы которых заложен эффект Пельтье — термоэлектрических модулей.

Предлагаемая конструкция представляет собой простое и надежное устройство для обеспечения требуемого температурного режима процессора (рис.2).

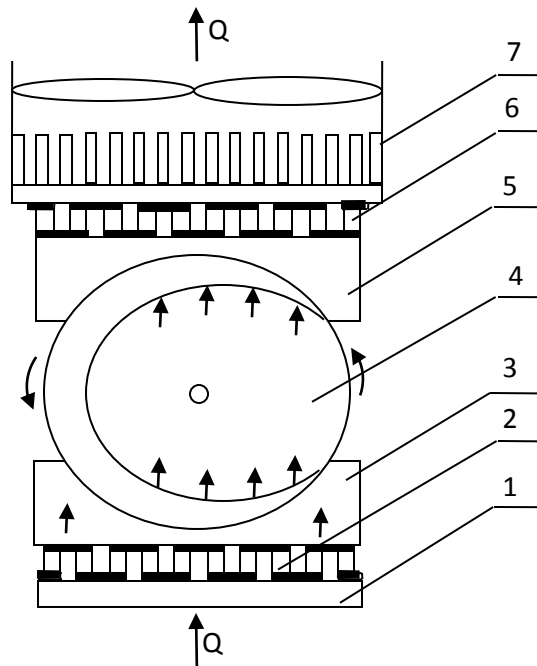


Рисунок 2 - Модернизированный вариант системы охлаждения компьютерных процессоров

Данное устройство содержит термомодуль 2 для охлаждения процессора 1, систему сублимации, состоящую из вращающегося барабана 4, в котором находится вещество для возгонки, и двух пазов, нижнего 3 и верхнего 5, термомодуля 6 для обратной сублимации вещества и кулер 7 для отвода тепла от системы сублимации.

Термомодуль 2 работает в условиях, при которых температурный режим второго спая стабильно обеспечивается температурой фазового перехода сублимирующего вещества и относительно этой температуры термомодуль 2 способен обеспечить прецизионное термостатирование компьютерного процессора в условиях нестационарной тепловой нагрузки.

В процессе работы устройства термомодуль 2 охлаждает процессор 1 и передаёт отводимое от него тепло в систему возгонки. Далее тепло через нижний паз 3 переходит во вращающийся барабан 4. Вещество, находящееся во вращающемся герметичном барабане, сублимирует при пониженном атмосферном давлении. Пары вещества оседают в верхней части вращающегося барабана, имеющую более низкую температуру, и кристаллизуются. При этом происходит передача тепла в верхний паз 5 при помощи термомодуля 6, системы сублимации и далее, через кулер 7, в окружающую среду. Вновь образованное кристаллизованное вещество в верхней части барабана в процессе его вращения перемещается в нижнюю часть (область контакта с нижним пазом). Далее вещество снова нагревается и весь описанный процесс повторяется. Таким образом, сублимация вещества во вращающемся барабане циклически повторяется и продолжается отвод тепла, выделяемого процессором.

Внутри барабана необходимо создавать форвакуумное разряжение, при котором большинство известных материалов будет сублимировать при температурах, пригодных по уровню для обеспечения режимов термостатирования компьютерных процессоров с высокой степенью защиты от катастрофических тепловых пробоев.

Вывод. Применение данной схемы охлаждения позволит обеспечить эффективный отвод тепла от компьютерного процессора или других мощных тепловыделяющих электронных компонентов современной аппаратуры. При этом значительно снижается инерционность термостабилизации компьютерного процессора и обеспечивается равномерный отвод тепла по площади корпуса СБИС процессора.

Библиографический список:

1. Патент РФ № 2360380. Устройство для термостатирования компьютерного процессора/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
2. Патент РФ №2369894. Термоэлектрическое устройство термостабилизации компонентов вычислительных систем с высокими тепловыделениями/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.

3. Патент РФ №2256946. Термоэлектрическое устройство терморегулирования компьютерного процессора с применением плавящегося вещества/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д., Гафуров К.А.
4. Патент РФ №2199777. Устройство для термостабилизации нескольких объектов на разных температурных уровнях/ Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Юсуфов Ш.А., Гаджиев Х.М.
5. Патент РФ №2524480. Тепловая труба с применением трубчатых оптоволоконных структур/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
6. Патент РФ №2535597. Способ интенсификации теплообмена в тепловой трубе/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
7. Патент РФ №2534954. Устройство для охлаждения компьютерного процессора с применением возгонки /Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.

УДК 519.873

Гусейнов Р.В., Султанова Л.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Guseynov R.V., Sultanova L.M.

DEFINITION OF INDICATORS OF RELIABILITY OF CARS

Раскрыта сущность показателей надежности, долговечности, принципов, методов и закономерностей их применения в процессе эксплуатации автотранспорта.

Ключевые слова: *надежность, долговечность, законы распределения.*

Definition of reliability, durability, their principles, methods and regularities in relation to motor transport is given.

Key words: *reliability, durability, distribution laws.*

Введение. Теория надёжности – это научная дисциплина, занимающаяся вопросами обеспечения высокой надёжности технических изделий при наименьших затратах. Теория надёжности включает в себя разработку и изучение методов обеспечения эффективности работы объектов (изделий, устройств, систем и т.п.) в процессе эксплуатации.

При решении проблем общей теории надёжности и отдельных ее разделов используется аналитический аппарат и методы таких разделов математики, как: теория вероятностей и математическая статистика, теория случайных