

**Министерство образования и науки Украины Черниговский государственный
технологический институт**

Курсовая работа

на тему: «Элементы Пельтье»

Сделал:
студент группы ПЕ-051

Кудряшов Анатолий

Руководитель:

Савенко А. И.

Чернигов 2007

Содержание

1. Введение	3
2. Описание	4
3. Технические реализации эффекта	8
4. Установка модулей	13
5. Лабораторная реализация. Расчёты систем охлаждения	15
6. Заключение	21
7. Список использованной литературы	22

1. Введение

Эффект Пельтье был открыт французом Жаном-Шарлем Пельтье (1785-1845 г.) в 1834 году. При проведении одного из экспериментов он пропускал электрический ток через полоску висмута, с подключенными к ней медными проводниками. В ходе эксперимента он обнаружил, что одно соединение висмут-медь нагревается, другое - остывает.

Сам Пельтье не понимал в полной степени сущность открытого им явления. Истинный смысл явления был позже объяснён в 1838г Ленцем (1804-1865 г.).

В своём опыте Ленц экспериментировал с каплей воды, помещённой на стыке двух проводников (висмута и сурьмы). При пропускании тока в одном направлении капля воды замерзала, а при изменении направления тока - испарялась. Тем самым было установлено, что при прохождении тока через контакт двух проводников в одном направлении тепло выделяется, в другом - поглощается. Данное явление было названо эффектом Пельтье.

2. Описание

Эффект Пельтье - термоэлектрическое явление, обратное эффекту Зеебека: при пропускании электрического тока I через контакт (спай) двух различных веществ (проводников или полупроводников) на контакте, помимо тепла которое выделяется на сопротивлении спаю, происходит выделение дополнительного тепла Пельтье Q_P . При пропускании тока в одном направлении и его поглощение при пропускании тока в обратном направлении.

Величина выделяемого тепла Q_P и его знак зависят от вида контактирующих веществ, силы тока и времени его прохождения:

$$dQ_P = \pi_{12} \cdot I \cdot dt.$$

Здесь $\pi_{12} = \pi_1 - \pi_2$ - коэффициент Пельтье для данного контакта, связанный с абсолютными коэффициентами Пельтье π_1 и π_2 контактирующих материалов. При этом считается, что ток идет от первого образца ко второму. При выделении тепла Пельтье имеем:

$$Q_P > 0, \pi_{12} > 0, \pi_1 > \pi_2.$$

При поглощении тепла Пельтье оно считается отрицательным и соответственно:

$$Q_P < 0, \pi_{12} < 0, \pi_1 < \pi_2.$$

Очевидно, что

$$\pi_{12} = -\pi_{21}.$$

Размерность коэффициента Пельтье $[\pi]_{\text{СИ}} = \text{Дж/Кл}$.

Вместо тепла Пельтье часто используют физическую величину, определяемую как тепловая энергия, ежесекундно выделяющаяся на контакте единичной площади. Эта величина, получившая название - мощность тепловыделения, определяется формулой:

$$q_P = \pi_{12} \cdot j,$$

где $j = I/S$ - плотность тока;

S - площадь контакта;

размерность этой величины $[q_P]_{\text{СИ}} = \text{Вт/м}^2$.

Из законов термодинамики вытекает, что коэффициент Пельтье и коэффициент термоэдс α связаны соотношением:

$$\pi = \alpha \cdot T,$$

где T - абсолютная температура контакта.

Коэффициент Пельтье, являющийся важной технической характеристикой материалов, как правило, не измеряется, а вычисляется по коэффициенту термоэдс, измерение которого более просто.

На рис. 1 и рис. 2 изображена замкнутая цепь, составленная из двух различных полупроводников $ПП1$ и $ПП2$ с контактами A и B .

Выделение тепла Пельтье (контакт А)

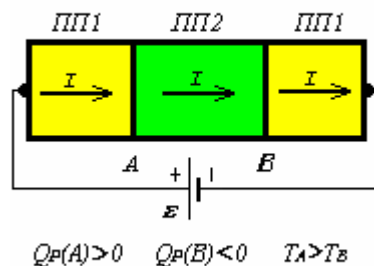


Рис. 1

Поглощение тепла Пельтье (контакт А)

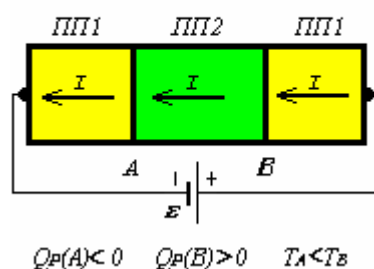
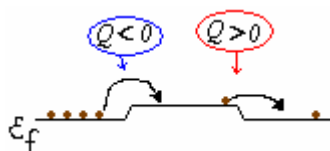


Рис. 2

Такую цепь, принято называть термоэлементом, а ее ветви - термоэлектродами. Через цепь течет ток I , созданный внешним источником ϵ . Рис. 1 иллюстрирует ситуацию, когда на контакте A (ток течет от $ПП1$ к $ПП2$) происходит выделение тепла Пельтье $Q_p(A) > 0$, а на контакте B (ток направлен от $ПП2$ к $ПП1$) его поглощение - $Q_p(B) < 0$. В результате происходит изменение температур спаев: $T_A > T_B$.

На рис. 2 изменение знака источника меняет направление тока на противоположное: от $ПП2$ к $ПП1$ на контакте A и от $ПП1$ к $ПП2$ на контакте B . Соответственно меняется знак тепла Пельтье и соотношение между температурами контактов: $Q_p(A) < 0$, $Q_p(B) > 0$, $T_A < T_B$.

Причина возникновения эффекта Пельтье на контакте полупроводников с одинаковым видом носителей тока (два полупроводника n-типа или два полупроводника p-типа) такая же, как и в случае контакта двух металлических проводников. Носители тока (электроны или дырки) по разные стороны спая имеют различную среднюю энергию, которая зависит от многих причин: энергетического спектра, концентрации, механизма рассеяния носителей заряда. Если носители, пройдя через спай, попадают в область с меньшей энергией, они передают избыток энергии кристаллической решетке, в результате чего вблизи контакта происходит выделение теплоты Пельтье ($Q_p > 0$) и температура контакта повышается. При этом на другом спае носители, переходя в область с большей энергией, заимствуют недостающую энергию от кристаллической решетки, происходит поглощение теплоты Пельтье ($Q_p < 0$) и понижение температуры.



Эффект Пельтье, как и все термоэлектрические явления, выражен особенно сильно в цепях, составленных из электронных (n - тип) и дырочных (p - тип) полупроводников. В этом случае эффект Пельтье имеет другое объяснение. Рассмотрим ситуацию, когда ток в контакте идет от дырочного полупроводника к электронному ($p \rightarrow n$). При этом электроны и дырки движутся навстречу друг другу и, встретившись, рекомбинируют. В результате рекомбинации освобождается энергия, которая выделяется в виде тепла. Эта ситуация рассмотрена на рис. 3, где изображены энергетические зоны ($\epsilon_{св}$ - зона проводимости, ϵ_v - валентная зона) для примесных полупроводников с дырочной и электронной проводимостью.

Выделение тепла Пельтье на контакте полупроводников p и n - типа

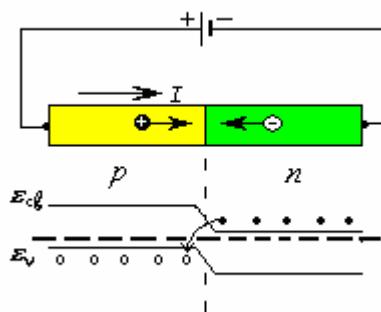


Рис. 3

На рис. 4 ($\epsilon_{св}$ - зона проводимости, ϵ_v - валентная зона) иллюстрируется поглощение тепла Пельтье для случая, когда ток идет от n к p - полупроводнику ($n \rightarrow p$).

Поглощение тепла Пельтье на контакте полупроводников p и n - типа

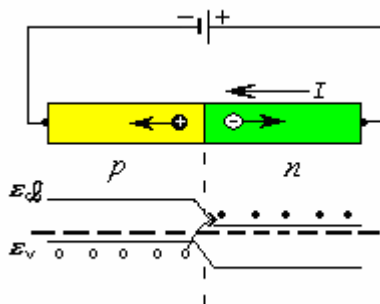


Рис. 4

Здесь электроны в электронном и дырки в дырочном полупроводниках движутся в противоположные стороны, уходя от границы раздела. Убыль носителей тока в пограничной области восполняется за счет попарного рождения электронов и дырок (генерации носителей заряда). На образование таких пар требуется энергия, которая поставляется тепловыми колебаниями атомов кристаллической решетки. Образующиеся электроны и дырки увлекаются в противоположные стороны электрическим полем.

Поэтому пока через контакт идет ток, непрерывно происходит рождение новых пар. В результате в контакте тепло будет поглощаться.

Для того, чтобы эффект Пельтье был заметен на фоне общего разогрева, связанного с выделением тепла на сопротивлении контакта, необходимо выполнение условия: $|Q_p| \geq Q_{дж}$. В результате получаются следующие соотношения, которые необходимо учитывать при проведении экспериментов:

$$I \leq \frac{\pi_{12}}{R}; j \leq \frac{\pi_{12}}{l\rho}$$

где R - сопротивление участка термоэлектрода длины l , на котором происходит выделение тепла;

ρ - удельное электросопротивление.

Коэффициент Пельтье, определяющий количество тепла Пельтье, выделяющегося на контакте, зависит от природы контактирующих веществ и температуры контакта: $\pi_{12} = \alpha_{12} \cdot T = (\alpha_1 - \alpha_2) \cdot T$, где α_1 и α_2 абсолютные коэффициенты термоэдс контактирующих веществ. Если для большинства пар металлов коэффициент термоэдс имеет порядок $10^{-5} \div 10^{-4}$ В/К, то для полупроводников он может оказаться гораздо больше (до $1.5 \cdot 10^{-3}$ В/К). Для полупроводников с разным типом проводимости α имеет разные знаки, вследствие чего $|\alpha_{12}| = |\alpha_1| + |\alpha_2|$.

Необходимо отметить, что коэффициент термоэдс сложным образом зависит от состава и температуры полупроводника, при этом, по сравнению с металлами температурная зависимость α для полупроводников выражена значительно сильнее. Знак α определяется знаком носителей заряда. Не существует общих эмпирических, и тем более, теоретических формул, которые охватывали бы термоэлектрические свойства полупроводников в широком интервале температур. Обычно термоэлектродвижущая сила α полупроводника, начиная со значения $\alpha=0$ при $T=0$, растет сначала пропорционально T , затем более замедленно, часто остается постоянной в некотором интервале температур, а в области высоких температур (более $500\text{К} \div 700\text{К}$) начинает убывать по закону $\alpha \sim 1/T$.

Другой отличительной чертой полупроводников является определяющая роль примесей, введение которых позволяет не только во много раз изменять величину, но и менять знак α .

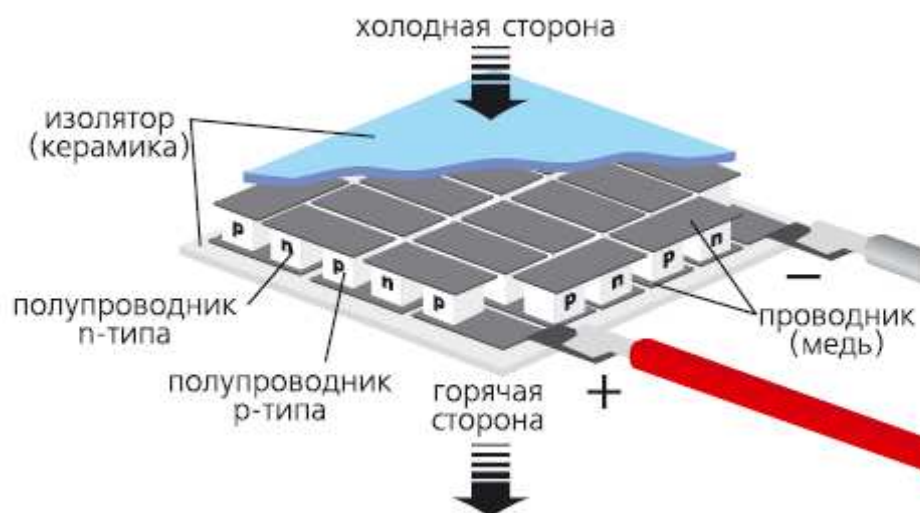
В полупроводниках со смешанной проводимостью вклады в термоэдс дырок и электронов противоположны, что приводит к малой величине α и π .

В частном случае, когда концентрации (n) и подвижности (u) электронов и дырок равны ($n_e = n_p$ и $u_e = u_p$) величины α и π обращаются в ноль:

$$\alpha \sim (n_e u_e - n_p u_p) / (n_e u_e + n_p u_p).$$

3. Технические реализации эффекта

Схема термоэлектрического модуля



В результате работ российского академика А.Ф. Иоффе и его сотрудников, были синтезированы полупроводниковые сплавы, которые позволили применить этот эффект на практике и приступить к серийному выпуску термоэлектрических охлаждающих приборов для широкого применения в различных областях человеческой деятельности.

Единичным элементом термоэлектрического модуля является термопара, состоящая из двух разнородных элементов с р- и n- типом проводимости. Элементы соединяются между собой при помощи коммутационной пластины из меди. В качестве материала элементов традиционно используются полупроводники на основе висмута, теллура, сурьмы и селена.

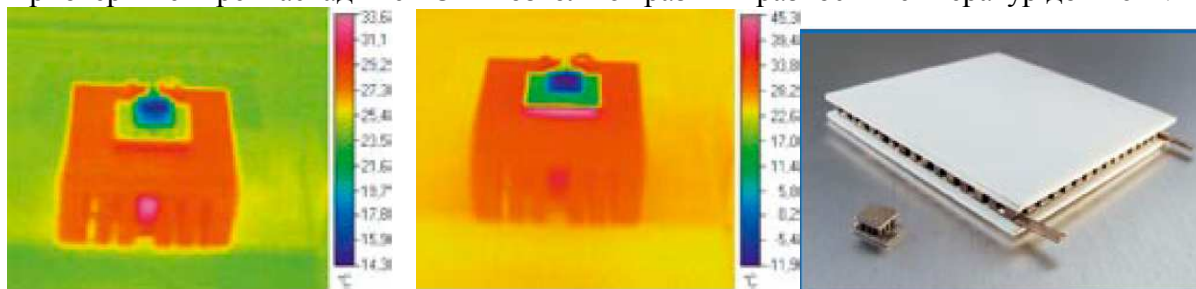
Термоэлектрический модуль представляет собой совокупность термопар, электрически соединенных, как правило, последовательно. В стандартном термоэлектрическом модуле термопары помещаются между двух плоских керамических пластин на основе оксида или нитрида алюминия. Количество термопар может изменяться в широких пределах — от единиц до сотен пар, что позволяет создавать ТЭМ практически любой холодильной мощности — от десятых долей до сотен ватт.

При прохождении через термоэлектрический модуль постоянного электрического тока между его сторонами образуется перепад температур — одна сторона (холодная) охлаждается, а другая (горячая) нагревается. Если с горячей стороны ТЭМ обеспечить эффективный отвод тепла, например, с помощью радиатора, то на холодной стороне можно получить температуру, которая будет на десятки градусов ниже температуры окружающей среды. Степень охлаждения будет пропорциональной величине тока, протекающего через ТЭМ. При смене полярности тока горячая и холодная стороны меняются местами.

Современные однокаскадные термоэлектрические охладители позволяют получить разность температур до 74–76 К.

Для получения более низких температур применяются многокаскадные модули, представляющие собой несколько однокаскадных модулей с последовательным

тепловым соединением между собой. Например, серийно производимые фирмой Криотерм четырехкаскадные ТЭМ позволяют развить разность температур до 140 К.



Обозначения

Для обозначения однокаскадных модулей используется следующие сокращения:

1) ТВ – N – С – h

где:

ТВ - сокращённое обозначение(термоэлектрическая батарея);

N - количество термоэлектрических пар в модуле;

С - длина ребра основания термоэлектрического элемента(в миллиметрах);

h - высота термоэлектрического элемента (в миллиметрах);

для многокаскадных модулей используют ТВ – к – N – С – h обозначение

где к – количество каскадов

в конце дописываемые буквы (сразу после цифр) говорит и форм – факторе исполнения того или иного элемента:

R - круглых модулей

CHR - круглых с центральным отверстием

CH - прямоугольный с центральным отверстием

Например, в модуле ТВ-109-0,6-0,8:

109 термоэлектрических пар (218 термоэлектрических элементов), каждый элемент имеет поперечное сечение 0,6.0,6 мм и высоту 0,8 мм.

2) наша (украинская и российская) системы обозначений

Например ТЕС-127060-40

ТЕС1	ТЕС1 - термоэлемент (1 каскад)
127	Число термоэлементов
060	Макс. Ток /10, А
40	Размер (40=40 x 40 мм)

Механические характеристики

На сегодняшний день существуют общие стандарты по механическим и эксплуатационным характеристикам термоэлектрическим модулям Пельтье. Хотя допускаются и другие варианты.

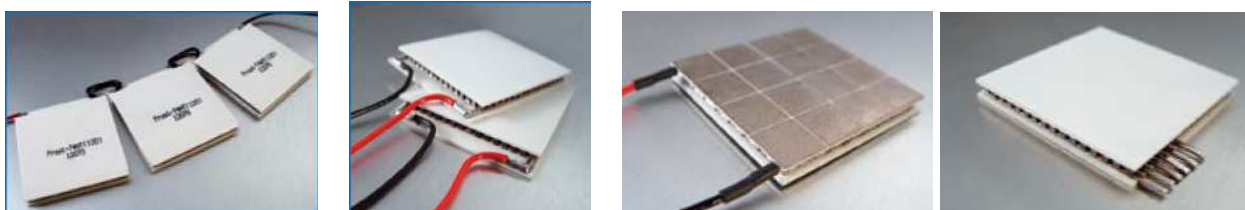
Термоэлектрические модули не изменяют своих характеристик при:

- синусоидальных вибрациях с частотой от 20 до 2000 Гц, с амплитудой ускорения равной 20g по трём осям
- периодических ударных воздействий с максимальным ускорением до 15g и длительностью воздействия 2-6мс
- одиночном ударном воздействии с ускорением до 500g и длительностью до 1-2мс по трём осям.

Форм-фактор может быть очень разнообразный. В основном форма, габариты и другие параметры будут зависеть от сферы применения. Основные области применения термоэлектрических модулей и систем на их основе:

- Радиоэлектроника — миниатюрные охладители различных электронных устройств
- Медицина — мобильные охладительные контейнеры медицинские инструменты и оборудование
- Научное и лабораторное оборудование
- Потребительские изделия (переносные холодильники, охладители питьевой воды и другие устройства)
- Устройства климатизации (термоэлектрические кондиционеры различного назначения, устройства стабилизации температуры блоков электронной аппаратуры и т.д.)

Модули для промышленного применения:



Предназначены для использования в промышленных системах охлаждения и температурного контроля

Основные области применения:

- промышленная электроника и телекоммуникации
- термоэлектрические сборки и кондиционеры различного назначения
- устройства термоэлектрического охлаждения для шкафов и блоков электронной аппаратуры
- системы температурного контроля ответственных частей и узлов различных станков и машин
- датчики тепловых потоков

Производство полупроводниковых интегральных микросхем

- установки активного термоциклирования для проверки микропроцессоров и других микросхем
- водяные охладители для полупроводниковой промышленности
- камеры тепла и холода для климатических испытаний радиоэлектронных компонент

Лазерная техника

- системы охлаждения промышленных и медицинских лазеров, а также источников питания к ним

Медицинская техника

- встроенные холодильники и кондиционеры для медицинской аппаратуры
- переносные контейнеры с температурным контролем для хранения и перевозки биологических материалов
- системы температурного циклирования для генной инженерии
- устройства для восстановительной и профилактической терапии

Транспорт

- холодильники и охладители воды для автомобилей, железнодорожных вагонов, катеров и яхт
- локальные системы кондиционирования и климатизации

Пищевая промышленность

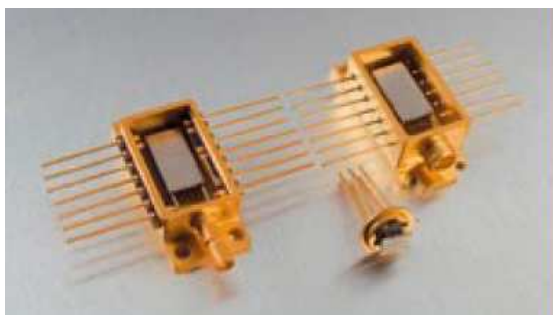
- охлаждающие устройства для промышленного изготовления, хранения и транспортировки пищевых продуктов
- охладители воды, напитков, пива для ресторанов, баров и кафе

Специальная техника

- твердотельные холодильники и кондиционеры
- системы температурного контроля для космических аппаратов

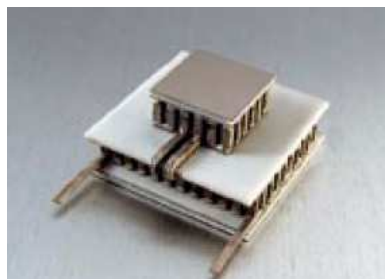
К термоэлектрическим модулям для промышленного применения предъявляются повышенные требования по КПД, надежности, точности изготовления и эксплуатационным характеристикам.

Модули для радиоэлектроники:



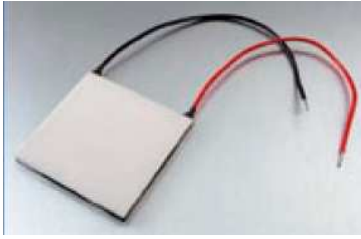
Применяются в качестве мини- и микро- охладителей в системах термостабилизации микрочипов, полупроводниковых лазеров, фотоприемников и других температурно-чувствительных элементов и узлов электронных приборов.

Многокаскадные модули(не завися от области применения могут использоваться и такие сборки, главное их отличие – это количество каскадов)



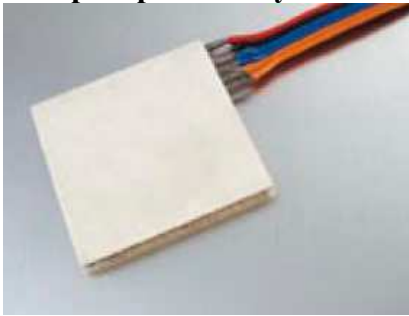
Применяются в системах глубокого охлаждения, холодильниках с большим перепадом температур, системах охлаждения научных, исследовательских и специальных приборов. Также используются для охлаждения ИК фотоприемников, детекторов рентгеновского излучения и других датчиков.

Модули для бытовых охлаждающих устройств:



Предназначены для применения в бытовых устройствах, ориентированных на массового потребителя и выпускаемых в больших объемах.

Генераторные модули



Использование термогенераторных модулей (ТГМ) позволяет обеспечивать с одного ТГМ при разности температур 100°C генерацию электрической энергии мощностью до 10 Вт при напряжении постоянного тока до 6 В.

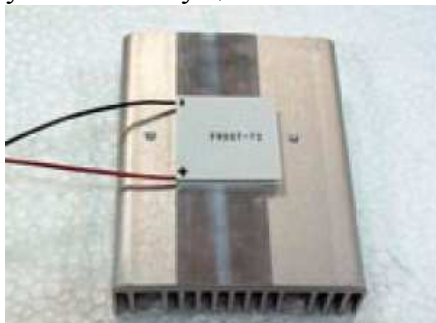
Среди основных областей применения

ТГМ можно выделить следующие:

- утилизация бросового тепла на транспортных установках (автомобилях, судах);
- автономное обеспечение энергией электронных блоков для водяных котлов и мусоросжигательных установок;
- катодная защита газовых трубопроводов;
- преобразование тепла природных источников — геотермальные воды и т.п. в электрическую энергию;
- автономное питание маломощных электрических устройств.

4. Установка модулей

Установку модулей рассмотрим на примере сборки, включающей в себя радиатор горячей стороны, термоэлектрический модуль и охлаждаемую пластину (для других случаев установка осуществляется аналогично).



1. Подготовить поверхности радиатора и пластины. Для этого необходимо отшлифовать поверхности радиатора и пластины, добившись плоскостности не хуже чем 0,025 мм (25 микрон) на линейном размере устанавливаемого ТЭМ. Для избегания изгибов или деформаций радиатора и пластины во время сборки, отверстия для стягивающих винтов следует размещать как можно ближе к термоэлектрическому модулю. Кроме того, желательно, чтобы отверстия для болтов располагались на линии ребер жесткости радиатора.
2. Нанести тонкий и равномерный слой теплопроводной пасты (например, КПТ-8) на термоэлектрический модуль и радиатор.
3. Установить термоэлектрический модуль горячей стороной на радиатор. Тщательно, с равномерным усилием притереть модуль к поверхности радиатора до появления заметного сопротивления при перемещении модуля. Удалить излишки пасты, выступившей по краям модуля.
4. Прodelать операцию, указанную в пунктах 2–3, для холодной стороны модуля и охлаждаемой пластины. В данном случае необходимо проводить легкое перемещение пластиной по холодной стороне модуля.
5. Стянуть горячий радиатор и охлаждаемую пластину между собой, используя теплоизоляционные втулки. Рекомендуемый материал для изготовления теплоизоляционных втулок — поликапроамид (капролон). Стягивание сборки производите исключительно аккуратно, по очереди завинчивая

Выбор источника питания

Питание термоэлектрических модулей (ТЭМ) должно осуществляться от источника постоянного тока. Для эффективной работы модуля рекомендуется, чтобы уровень пульсаций тока не превышал 5% (максимально допустимый уровень — 10%).

Для многокаскадных модулей при необходимости достижения значительного перепада температур уровень пульсаций не должен превышать 2%. Также рекомендуется максимально уменьшать уровень пульсаций в цепи питания ТЭМ, применяемых в качестве охладителей для прецизионных приёмников и параметрических усилителей.

С помощью регулируемых источников постоянного тока можно добиться точности поддержания температуры на охлаждаемом объекте ± 1 .С. При необходимости более точной стабилизации температуры в цепь питания ТЭМ включают температурный контроллер, осуществляющий обратную связь охлаждаемого объекта с источником питания. Такие схемы, в зависимости от типа используемого контроллера и источника питания, позволяют поддерживать температуру на объекте с точностью от 0,5 .С до 10–5 С.

В ряде случаев для питания ТЭМ используются источники питания с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выходного напряжения. При этом ввиду значительной инерционности (запаздывания) тепловых процессов по сравнению с электрическими рекомендуемая частота модуляции не должна превышать 0,5 Гц. При использовании высокочастотных ШИМ (от 1 до 100 кГц) в цепь питания ТЭМ необходимо включить конденсатор соответствующей емкости для снижения уровня пульсаций.

Выбор напряжения питания

Подаваемое на модуль напряжение должно выбираться исходя из требуемого режима работы ТЭМ (максимальной холодильной мощности или максимальной эффективности) и не должно превышать максимального напряжения модуля U_{max} , указанного в спецификации на конкретный ТЭМ.

Например, на модули с $U_{max} = 16$ В рекомендуется подавать напряжение питания около 12 В, т. е. примерно 75 % от величины U_{max} . Такой выбор напряжения питания является оптимальным и позволяет обеспечить достаточную холодильную мощность (Q_c) при хорошей экономичности (КПД). КПД ТЭМ определяется как отношение холодильной мощности (Q_c), производимой ТЭМ, к потребляемой электрической мощности (P). При повышении напряжения питания более 12 В увеличение холодильной мощности будет слабым, а КПД будет резко уменьшаться.

При необходимости обеспечить высокие значения КПД для термоэлектрических систем, работающих на относительно небольших ΔT ($\Delta T \ll \Delta T_{max}$), следует использовать большее количество модулей, а каждый модуль питать меньшим напряжением. Например, 6 или 9 В. При необходимости повысить удельную холодильную мощность на модули, необходимо подавать напряжение больше 12 В, но это должно сопровождаться эффективным теплоотводом с горячей стороны модуля.

Для модулей с другими значениями U_{max} напряжение питания можно выбирать по тому же принципу, т.е. вблизи 75 % от U_{max} . При этом необходимо учитывать особенности конкретного устройства, прежде всего, условия теплоотвода с горячей стороны и возможности источника питания. Для мощных модулей оптимальным является диапазон напряжений от 12 до 18 В. Такой выбор напряжения питания для модулей позволяет добиться большой холодильной мощности без снижения КПД, что особенно важно, например, при охлаждении компьютерных процессоров.

При расчете электрических параметров рабочей точки модуля необходимо учитывать, что величина потребляемого тока после выхода модуля на режим будет на 20–35 % меньше его первоначального значения. Согласно эффекту Зеебека термоэдс увеличивается с ростом разности температур между горячей и холодной сторонами ТЭМ, что приводит к уменьшению падения напряжения на ТЭМ и, соответственно, к уменьшению протекающего через него тока.

5. Лабораторная реализация. Расчёты систем охлаждения.

Имеющийся лабораторный прибор: ТВ – 127 – 1.4 – 2.5

Имеющий следующие параметры:

$$I_{\max} = 3.7 \text{ A}$$

$$Q_{\max} = 37.4 \text{ Вт}$$

$$U_{\max} = 16.3 \text{ В}$$

$$\Delta T_{\max} = 72 \text{ }^\circ\text{К}$$

Размерами: 40x40x4.8 мм

Пользуясь программой расчёта температуры предоставленной компанией «КРИОТЕРМ» я рассчитал минимальную температуру, которую можно получить в холодильнике с параметрами:

высота = 1 м

глубина = 1 м

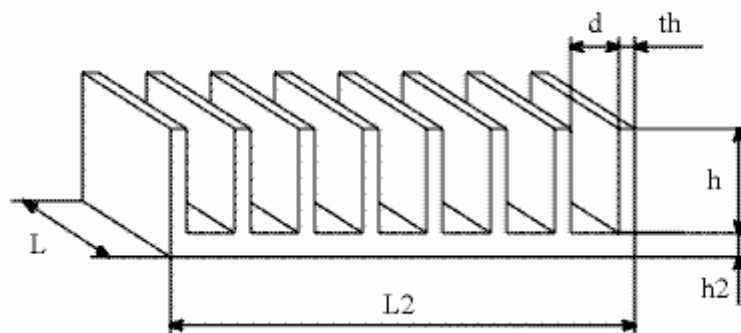
ширина = 1 м

Стенки которого изготовлены из дерева толщиной 5 см

Температура окружающего воздуха 25 °С

Внутренний объём полости холодильника 729000.0 см³

Используя радиатор горячей стороны:



$$n \text{ (mm)} = 25$$

$$th \text{ (mm)} = 2.0$$

$$h \text{ (mm)} = 2.5$$

$$h2 \text{ (mm)} = 5$$

$$d \text{ (mm)} = 10.42$$

n – количество рёбер

$$L2 = 30 \text{ см}$$

$$L = 30 \text{ см}$$

Пусть для холодной стороны используется аналогичный радиатор.

Оптимальное напряжение питания прибора составит 14В, т-к при более высоком напряжении не будет хватать радиатора горячей стороны.

Соответственно:

$$I(\text{A}) = 3.44$$

$$W(\text{Вт}) = 48.11$$

$$Q_x(\text{Вт}) = 17.46$$

$$Q_g(\text{Вт}) = 65.57$$

Q_x – отводимая мощность

Q_g – выделяемая мощность на горячей стороне

Температура воздуха внутри нашего холодильника составит 13.3 °С

Если же использовать два элемента Пельтье, то температура внутри того же холодильника составит 5.6 °С

1) параллельное соединение(при $U=14V$):

(параметры каждого элемента)

$$I(A) = 3.36$$

$$W (Вт) = 47.03$$

$$Q_x(Вт) = 14.48$$

$$Q_T(Вт) = 61.51$$

(параметры системы)

$$I(A) = 6.72$$

$$W (Вт) = 94.07$$

$$Q_x(Вт) = 28.96$$

$$Q_T(Вт) = 123.02$$

2) последовательное соединение(при $I=3.36A$):

(параметры каждого элемента)

$$U(V) = 14$$

$$W (Вт) = 47.03$$

$$Q_x(Вт) = 14.48$$

$$Q_T(Вт) = 61.51$$

(параметры системы)

$$U(V) = 28$$

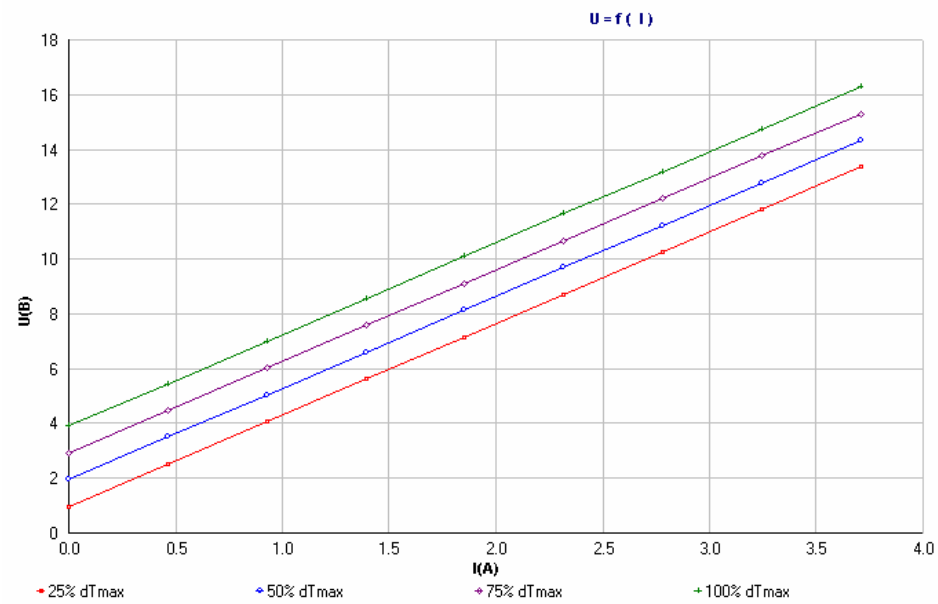
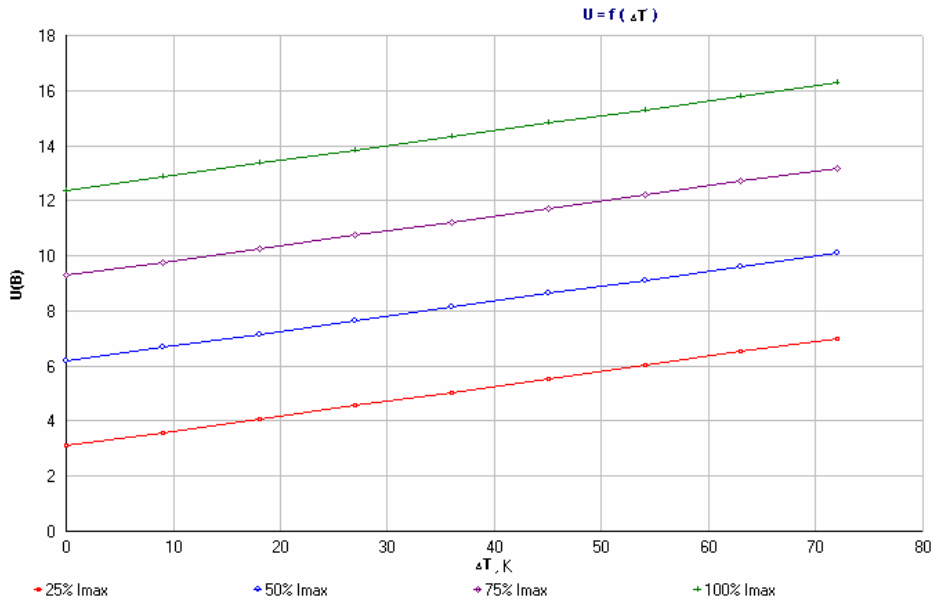
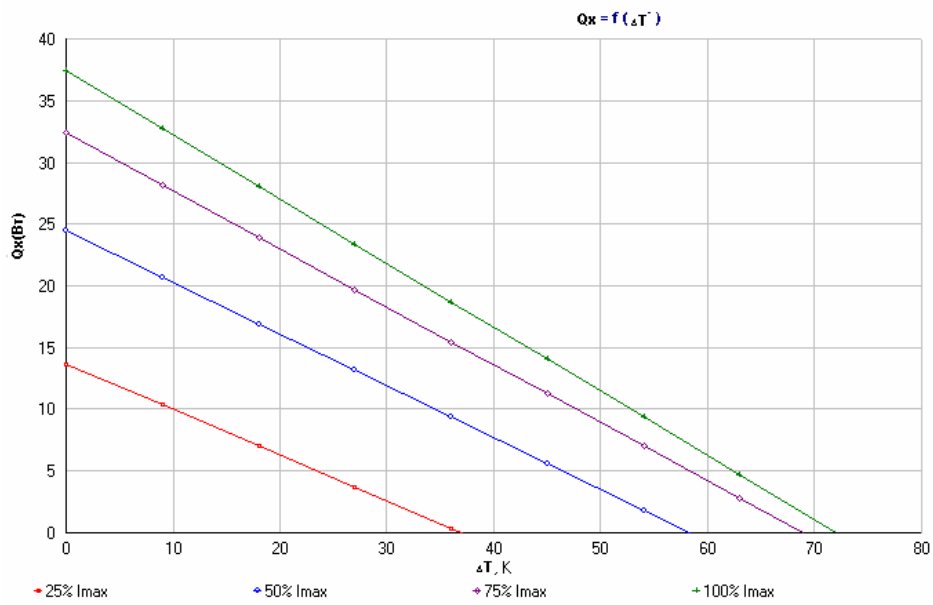
$$W (Вт) = 94.07$$

$$Q_x(Вт) = 28.96$$

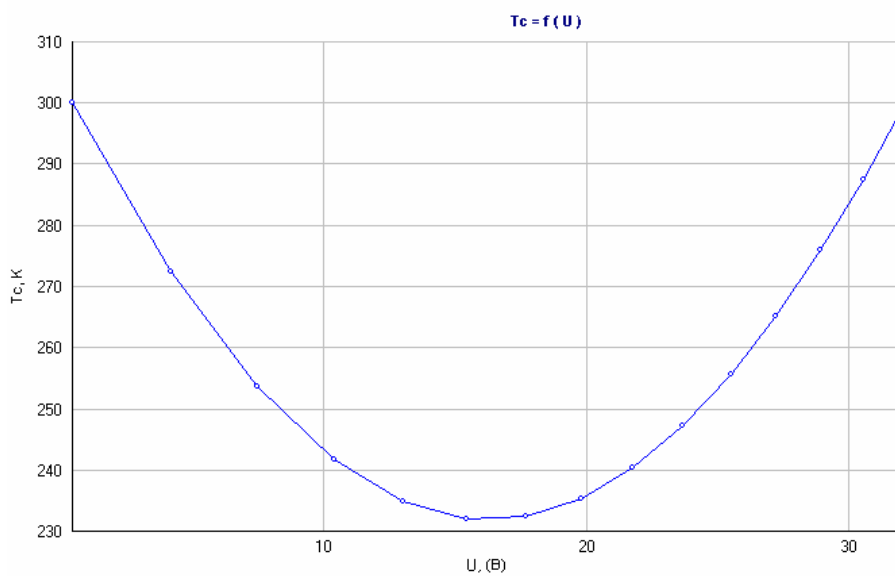
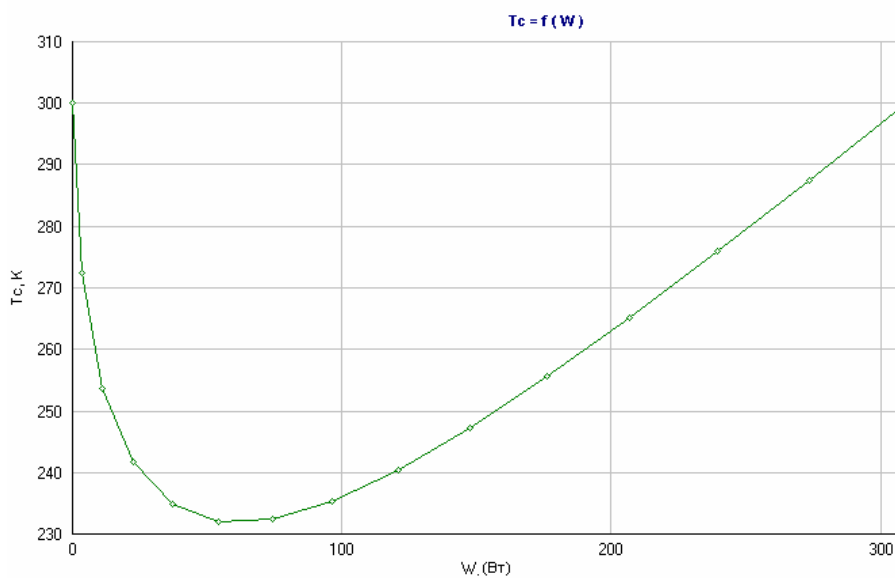
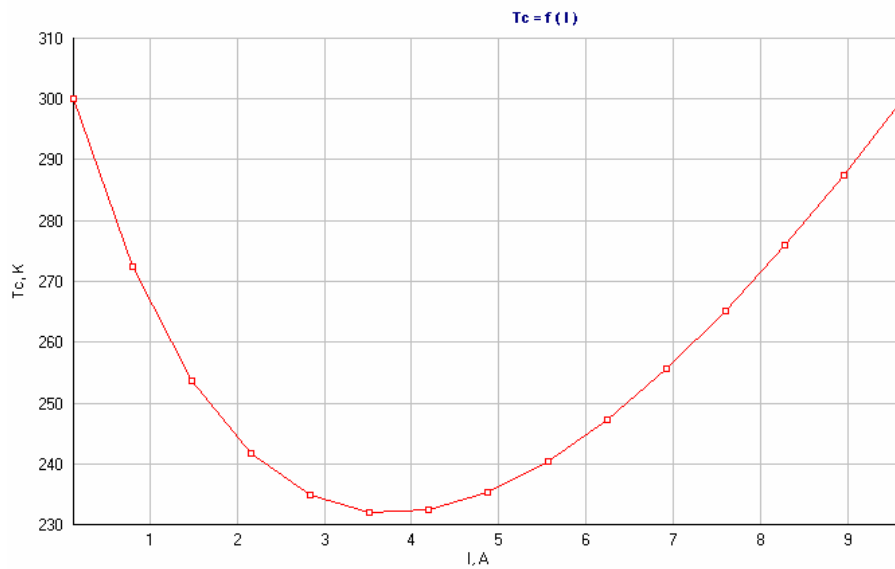
$$Q_T(Вт) = 123.02$$

(во всех расчётах учитывались потери на теплопроводной пасте как 0.01% от общей мощности)

Для имеющегося элемента составлены следующие графики:

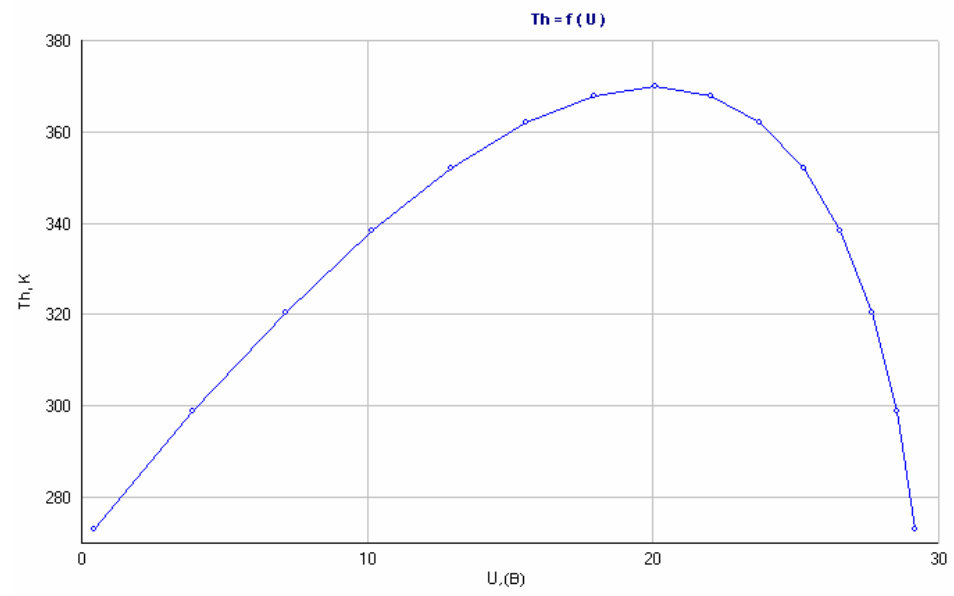
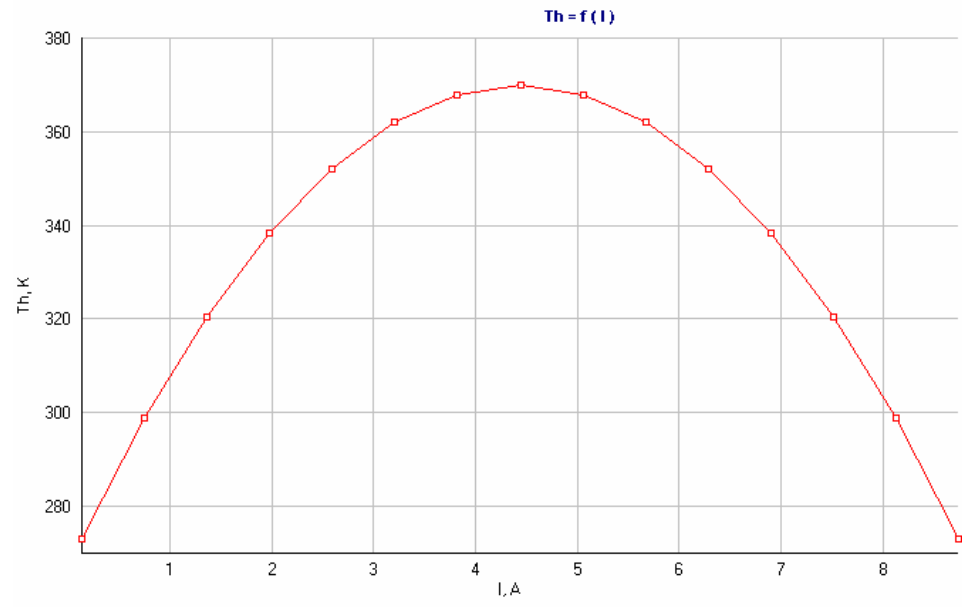
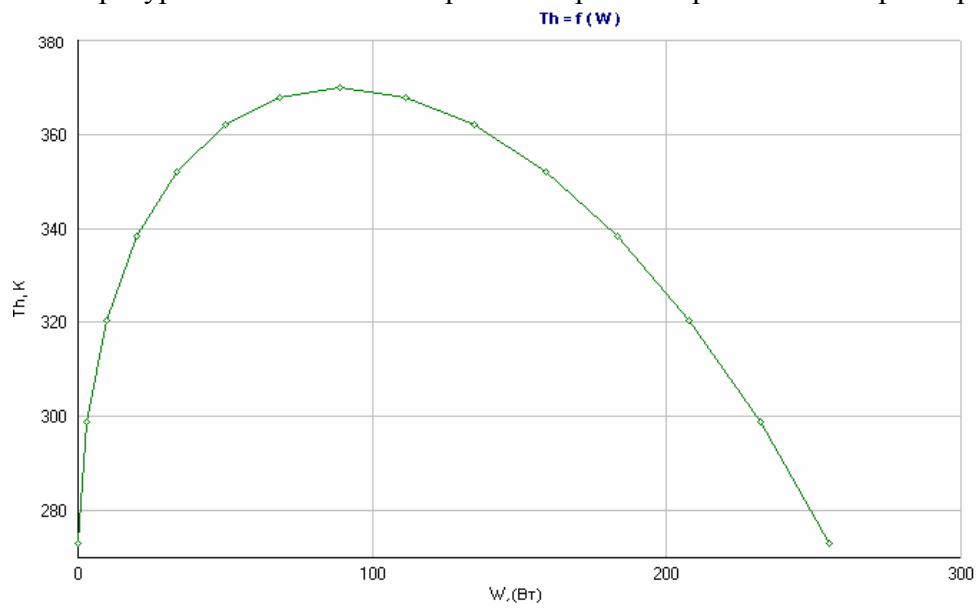


Далее представлены графики температурных зависимостей холодной стороны элемента от различных параметров:



T_c – температура горячей стороны элемента
 I, U – ток и напряжение на элементе соответственно
 W – мощность ($U \cdot I$)

Температурные зависимости горячей стороны от различных параметров:



где T_h – температура горячей стороны элемента
 I, U – ток и напряжение на элементе соответственно
 W – мощность ($U \cdot I$)

6. Заключение

Элементы Пельтье широко применяемые приборы. В основном используемые в военной и космической технике. С недавнего времени эти приборы стали всё чаще использоваться в промышленности, медицине и даже в быту. Хотя в быту они мало известны, всё же они были замечены любителями разгона домашних ПК. Данные приборы дают возможность получить весьма высокие показатели отвода тепла от процессоров ПК, при достаточно малых размерах охлаждающей системы. Возможно и достижение отрицательных температур на процессорах ПК, но это требует покупку специальных высокоэффективных элементов, и немного улучшения системы охлаждения горячей стороны элемента. Высокоэффективные приборы имеют более высокую стоимость по отношению к промышленным, да и их производство налажено не в таких масштабах как производство промышленных. Покупка высокоэффективных элементов может оказаться проблематичной, из-за отдалённости заводов производителей этих приборов от Украины. Появляющиеся на рынке переносные холодильники, «супер – радиаторы» для радиотехники, или холодильники глубокой заморозки – скорее всего используют элементы Пельтье. Приборы промышленного производства не дороги что даёт возможность сделать прогноз на рост их популярности. Да и надёжность таких приборов очень высока. Из недостатков можно отметить то, что для использования данных приборов требует мощных источников питания, иногда (в случае с системой охлаждения ПК) и отдельных источников. Труднодоступность является малым но всё же недостатком. В случае выхода из строя системы охлаждения горячей стороны, температура холодной постепенно возрастает что при использовании на приборах с большой рассеиваемой мощностью может быть катастрофично. Но при использовании этих приборов в системе охлаждения ПК не представляет опасности, т-к все современные процессоры оснащены защитой от перегрева, а температура элемента не способна будет спалить процессор при его отключении. Также некоторые кулера не рассчитаны на повышенное тепловыделение элемента, и могут попросту не справиться с отводом тепла, что значительной мерой снизит производительность охлаждающей системы. Но всё же прибор остается единственным в своём роде. И его использование открывает множество перспектив и ставит новые задачи.

7. Список использованной литературы

1. Н. Ашкрофт, Н. Мермин «Физика твердого тела» Том 1
2. О. Медалунг «Теория твердого тела» М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980
3. сайт компании «КРИОТЕРМ» www.kryotherm.ru
4. сайт компании «Остерм» www.osterm.ru
5. статью размещённую на сайте
http://radiator.net/articles/scientific_technical/staty2004-02-28_13-35-12.html
6. статью <http://www.platan.ru/cgi-bin/qweryv.pl/0w13423.html>
7. статью <http://www.effects.ru/science/56/index.htm>
8. статью <http://www.effects.ru/science/56/index.htm>
9. статью <http://yusoft.kulichki.com/russian/doc/CoolersNextGen.htm>
10. статью <http://www.hardwareportal.ru/Coolers/Peltier/index.html>

