

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Система охлаждения компьютера — набор средств для отвода тепла от нагревающихся в процессе работы компьютерных компонентов.

Тепло в конечном итоге может утилизироваться:

В атмосферу (радиаторные системы охлаждения):

1. Пассивное охлаждение (отвод тепла от радиатора осуществляется излучением тепла и естественной конвекцией)
2. Активное охлаждение (отвод тепла от радиатора осуществляется излучением (радиацией) тепла и принудительной конвекцией (обдув вентиляторами))

Вместе с теплоносителем (проточные системы водяного охлаждения)

За счет фазового перехода теплоносителя (системы открытого испарения)

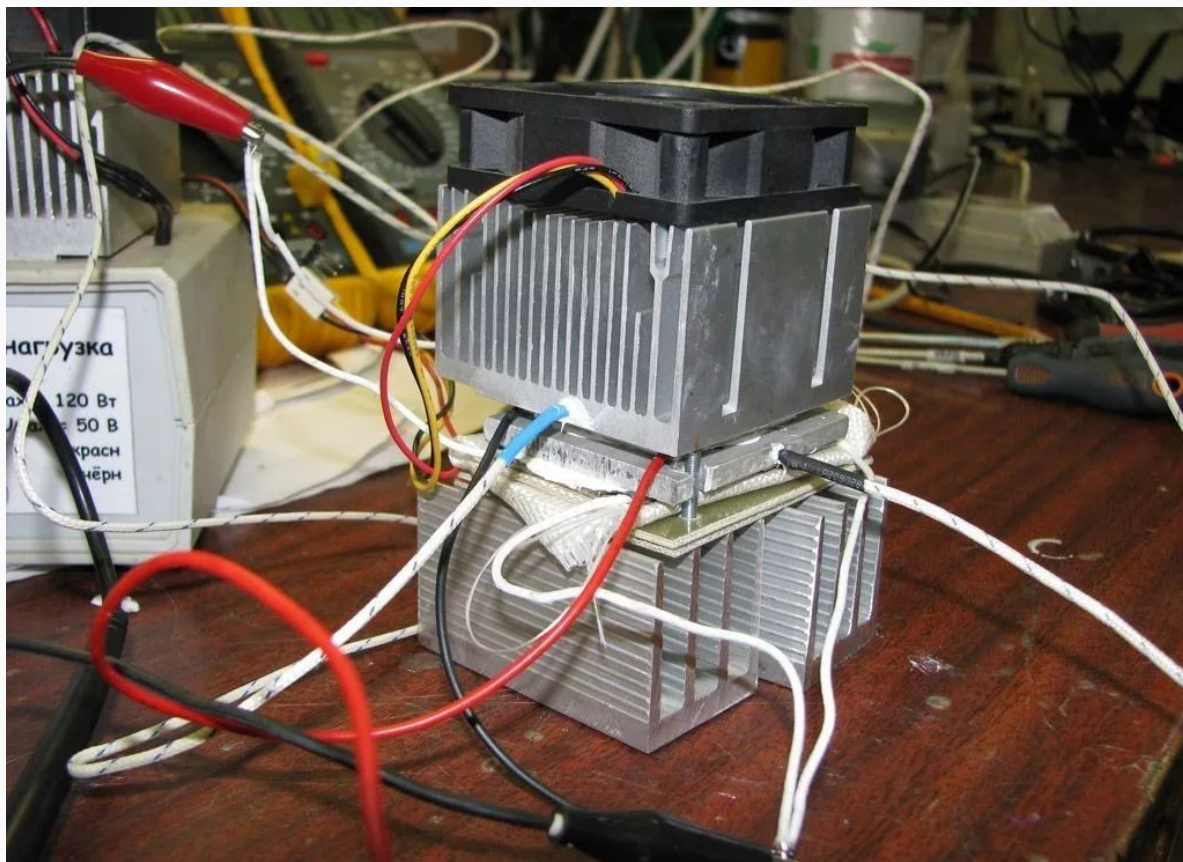


**По способу отвода тепла от
нагревающихся элементов, системы
охлаждения делятся на:**

- 1. Системы воздушного (аэрогенного)
охлаждения**
- 2. Системы жидкостного охлаждения**
- 3. Фреоновая установка**
- 4. Системы открытого испарения**

Также существуют комбинированные системы охлаждения, сочетающие элементы систем различных типов:

1. Ватерчиллер
2. Системы с использованием элементов Пельтье



Системы воздушного охлаждения



Кулер

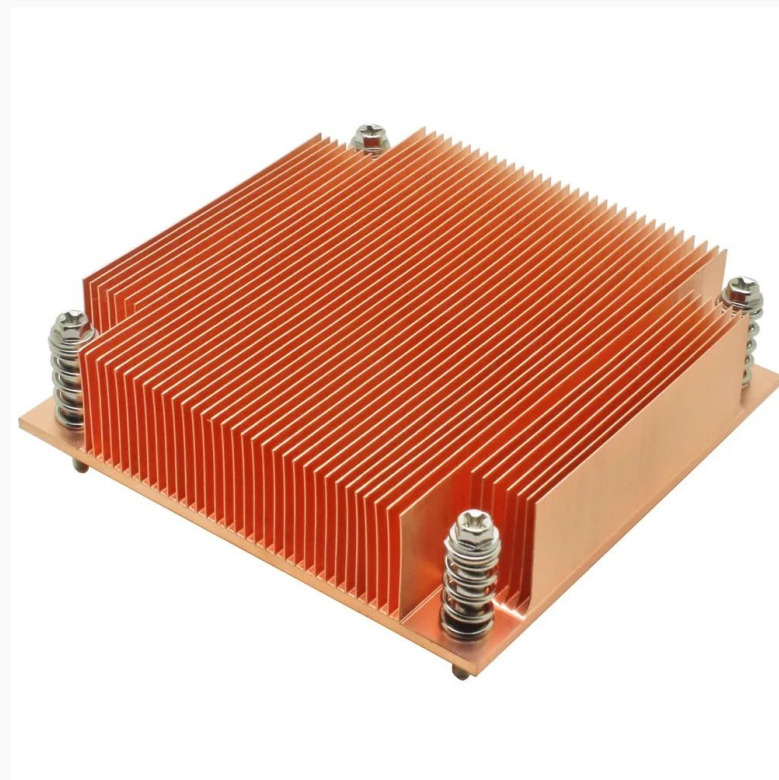
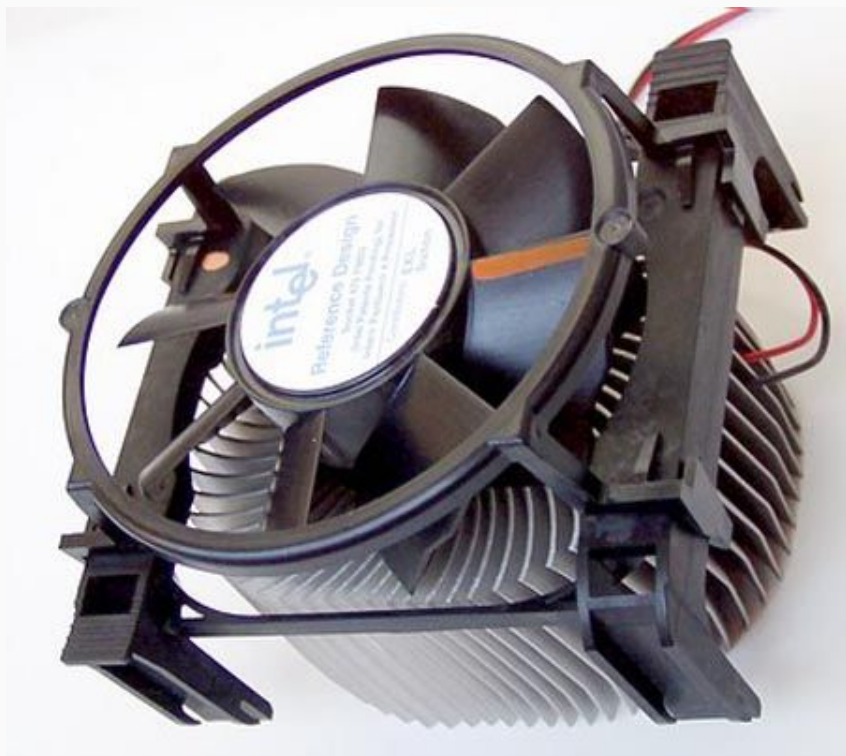
Принцип работы заключается в непосредственной передаче тепла от нагревающегося компонента на радиатор за счёт теплопроводности материала или с помощью тепловых трубок (или их разновидностей, таких как термосифон и испарительная камера).

Радиатор излучает тепло в окружающее пространство тепловым излучением и передаёт тепло теплопроводностью окружающему воздуху, что вызывает естественную конвекцию окружающего воздуха. Для увеличения излучаемого радиатором тепла применяют чернение поверхности радиатора.

Поверхности нагревающегося компонента и радиатора после шлифовки имеют шероховатость около 10 мкм, а после полировки — около 5 мкм. Эти шероховатости не позволяют поверхностям плотно соприкасаться, в результате чего образуется тонкий воздушный промежуток с очень низкой теплопроводностью. Для увеличения теплопроводности промежуток заполняют теплопроводными пастами.

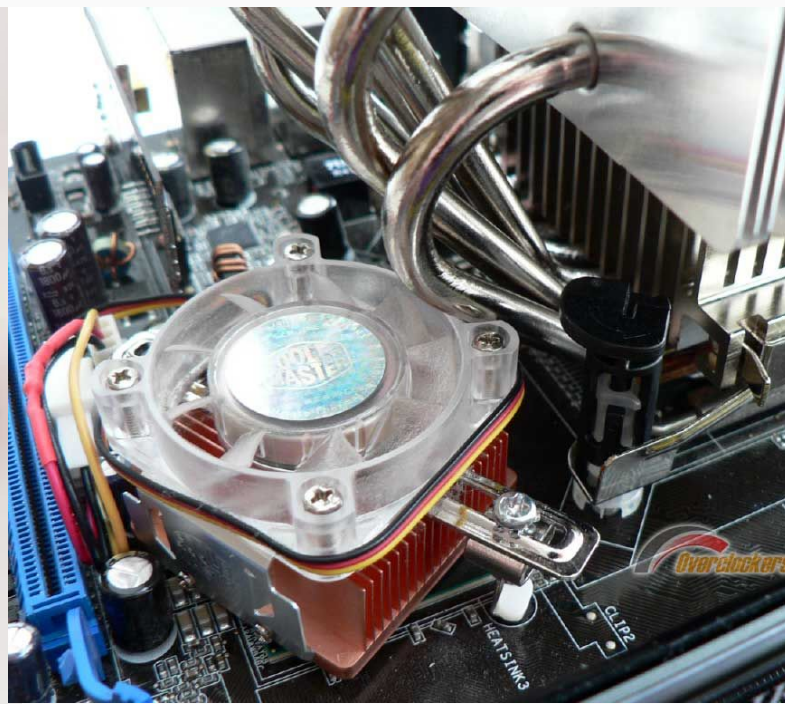
Наиболее распространенный тип систем охлаждения в настоящее время. Отличается высокой универсальностью - радиаторы устанавливаются на большинство компьютерных компонентов с высоким тепловыделением. Эффективность охлаждения зависит от эффективной площади рассеивания тепла радиатора, температуры и скорости проходящего через него воздушного потока.

На компоненты с относительно низким тепловыделением (чипсеты, транзисторы цепей питания, модули оперативной памяти), как правило устанавливаются простейшие пассивные радиаторы.



На некоторые компьютерные компоненты, в частности жёсткие диски, установить радиатор затруднительно, поэтому они охлаждаются за счёт обдува вентилятором. На центральный и графический процессоры устанавливаются преимущественно активные радиаторы (кулеры).

Пассивное воздушное охлаждение центрального и графического процессоров требует применения специальных радиаторов с высокой эффективностью отвода тепла при низкой скорости проходящего воздушного потока и применяется для построения бесшумного персонального компьютера.



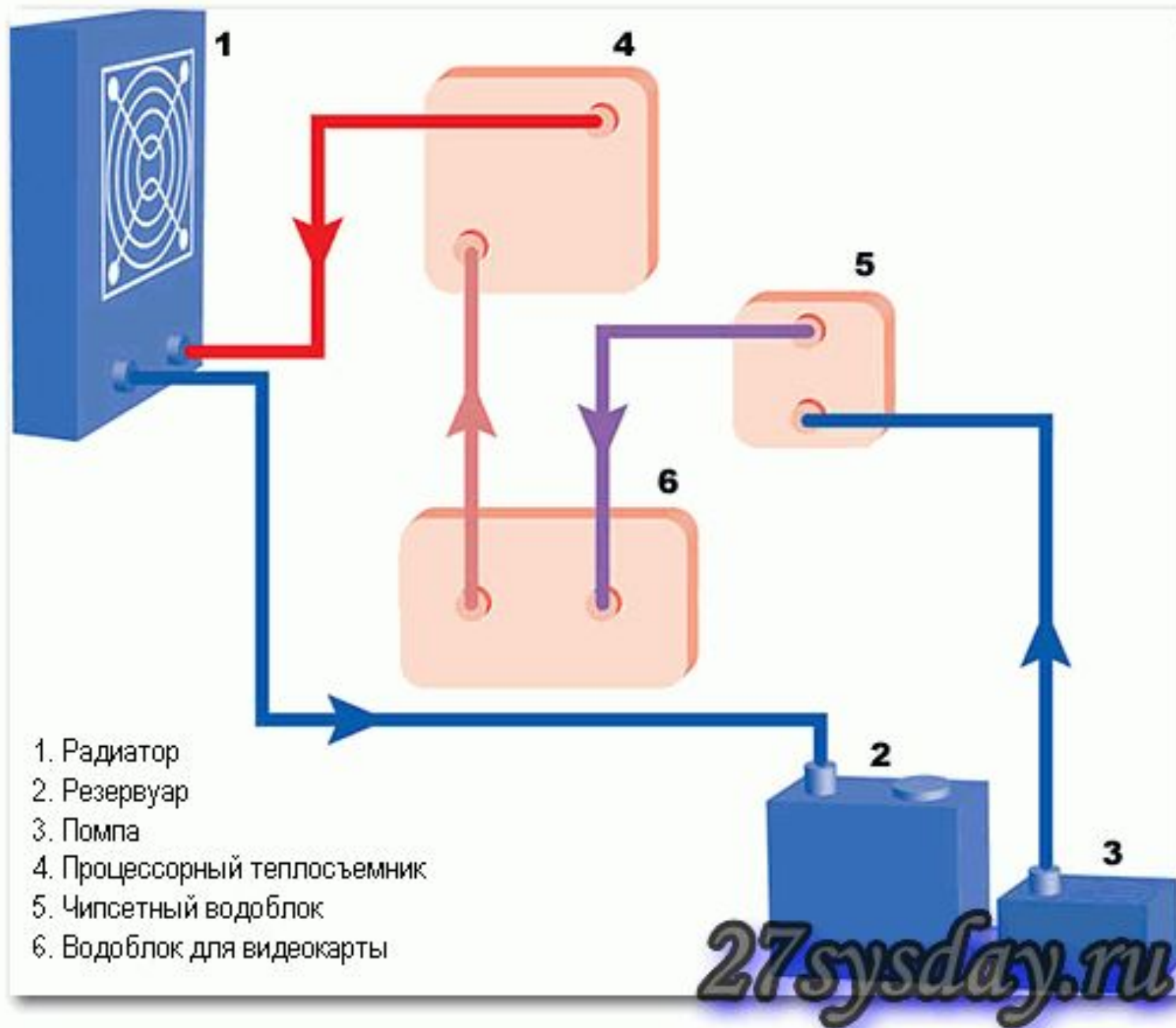
Системы жидкостного охлаждения

Принцип работы - передача тепла от нагревающегося компонента радиатору с помощью рабочей жидкости, которая циркулирует в системе.

В качестве рабочей жидкости чаще всего используется дистиллированная вода, часто с добавками имеющими бактерицидный и/или антигальванический эффект; иногда - масло, антифриз, жидкий металл, или другие специальные жидкости.

Система жидкостного охлаждения состоит из:

- 1.** Помпы — насоса для циркуляции рабочей жидкости
- 2.** Теплосъёмника (ватерблока, водоблока, головки охлаждения) — устройства, отбирающего тепло у охлаждаемого элемента и передающего его рабочей жидкости
- 3.** Радиатора для рассеивания тепла рабочей жидкости. Может быть активным или пассивным
- 4.** Резервуара с рабочей жидкостью, служащего для компенсации теплового расширения жидкости, увеличения тепловой инерции системы и повышения удобства заправки и слива рабочей жидкости
- 5.** Шлангов или труб
- 6.** (Опционально) Датчика потока жидкости



Теплообменник
с вентилятором

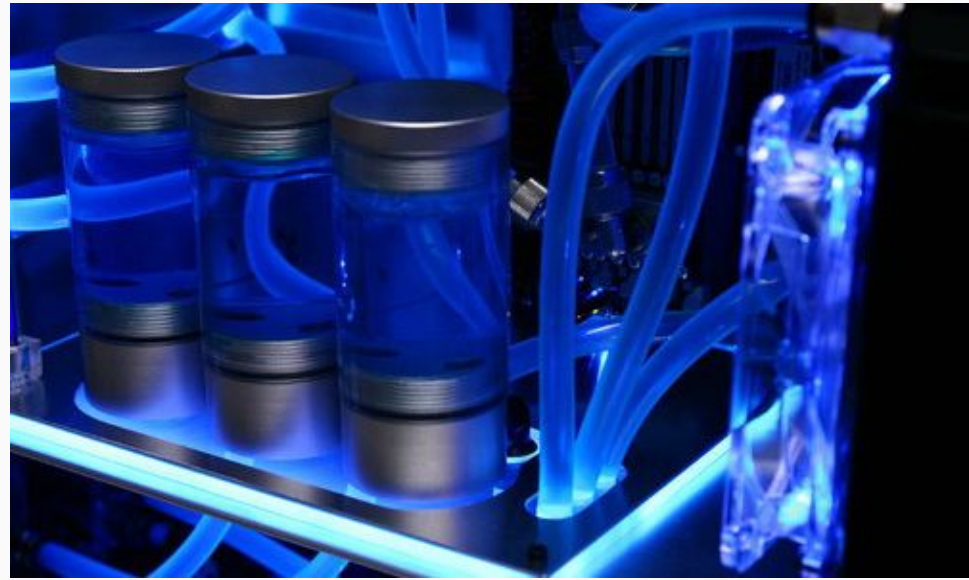
Охладитель на ЦП



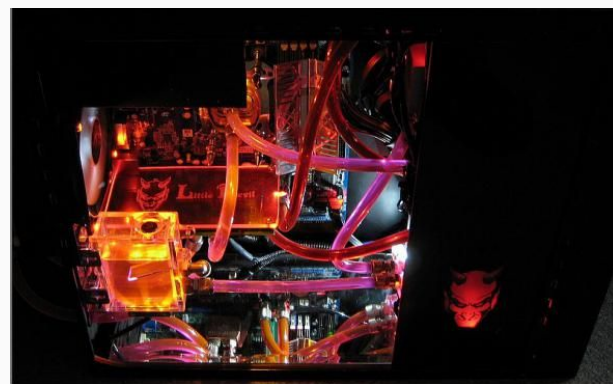
Охладитель
на графическом
процессоре

Пластиковые
трубки

Насос и резервуар
охлаждающей
жидкости



Жидкость должна обладать высокой теплопроводностью, чтобы свести к минимуму перепад температур между стенкой трубки и поверхностью испарения, а также высокой удельной теплоёмкостью, чтобы при меньшей скорости циркуляции жидкости в контуре обеспечить большую эффективность охлаждения.

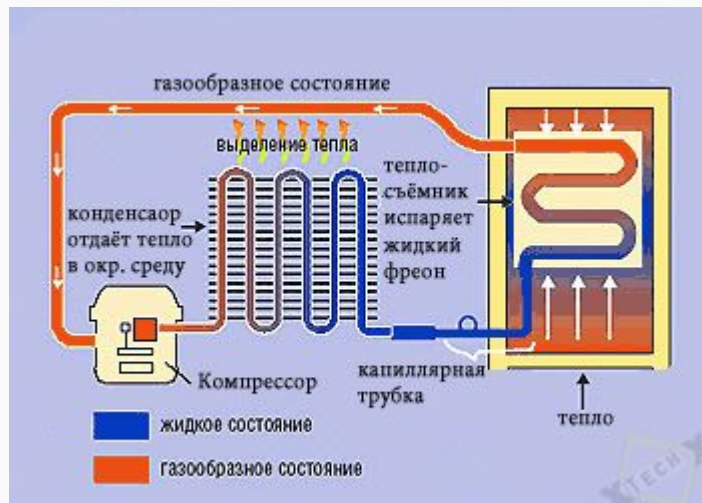


Фреоновые установки

Холодильная установка, испаритель которой установлен непосредственно на охлаждаемый компонент. Такие системы позволяют получить отрицательные температуры на охлаждаемом компоненте при непрерывной работе, что необходимо для экстремального разгона процессоров.

Недостатки:

1. Необходимость теплоизоляции холодной части системы и борьбы с конденсатом (это общая проблема систем охлаждения работающих при температурах ниже температуры окружающей среды)
2. Трудности охлаждения нескольких компонентов
3. Повышенное электропотребление
4. Сложность и дороговизна



Ватерчиллеры

Системы совмещающие системы жидкостного охлаждения и фреоновые установки. В таких системах антифриз, циркулирующий в системе жидкостного охлаждения, охлаждается с помощью фреоновой установки в специальном теплообменнике.

Данные системы позволяют использовать отрицательные температуры, достижимые с помощью фреоновых установок для охлаждения нескольких компонентов (в обычных фреонках охлаждение нескольких компонентов затруднено). К недостаткам таких систем относится большая их сложность и стоимость, а также необходимость теплоизоляции всей системы жидкостного охлаждения.

Системы открытого испарения

Установки, в которых в качестве хладагента (рабочего тела) используется сухой лёд, жидкий азот или гелий, испаряющийся в специальной открытой ёмкости (стакане), установленной непосредственно на охлаждаемом элементе. Используются в основном компьютерными энтузиастами для экстремального разгона аппаратуры («оверклокинга»). Позволяют получать наиболее низкие температуры, но имеют ограниченное время работы (требуют постоянного пополнения стакана хладагентом).

Системы каскадного охлаждения

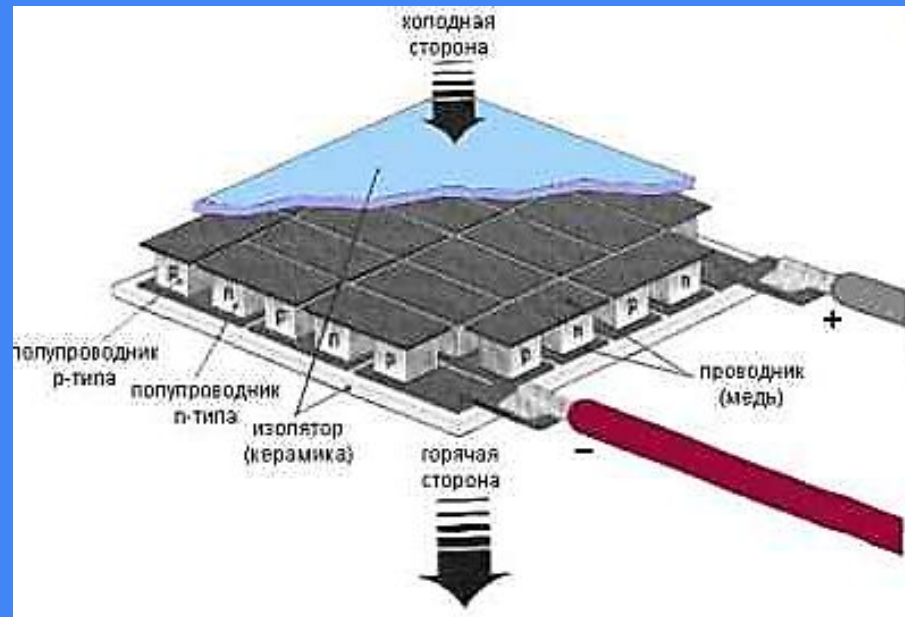
Две и более последовательно включенных фреоновых установок. Для получения более низких температур требуется использовать фреон с более низкой температурой кипения.

В однокаскадной холодильной машине в этом случае требуется повышать рабочее давление за счет применения более мощных компрессоров. Альтернативный путь - охлаждение радиатора установки другой фреонкой (т. е. их последовательное включение), за счет чего снижается рабочее давление в системе и становится возможным применение обычных компрессоров.

Каскадные системы позволяют получать гораздо более низкие температуры чем однокаскадные и, в отличие от систем открытого испарения, могут работать непрерывно. Однако, они являются и наиболее сложными в изготовлении и наладке.



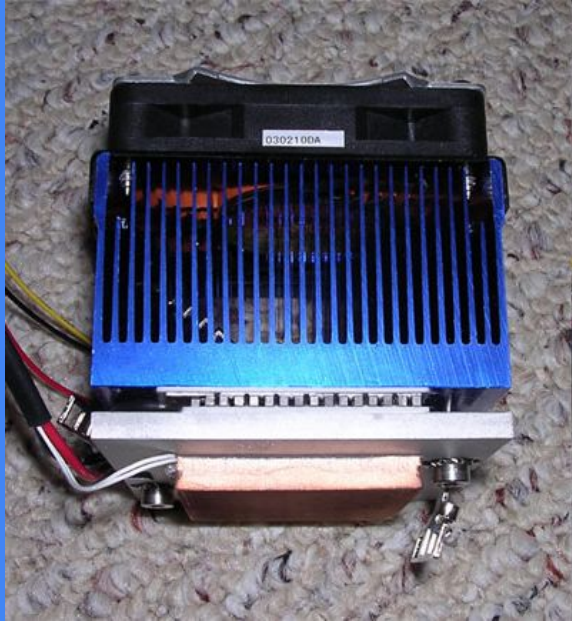
Охлаждение с помощью элементов Пельтье



Эффект Пельтье относится к разряду термоэлектрических явлений, он был впервые открыт французом Жаном-Шарлем Пельтье в 1834 году.

Когда Жан-Шарль Пельтье пропустил постоянный ток через полоску висмута, подключенную с помощью двух медных проводников, то он заметил, что соединение, где ток идет от меди к висмуту нагревается, другое соединение – висмут-медь, через которое ток шел в обратном направлении, охлаждалось.

Позже выяснилось, что этот эффект в значительной степени усиливается, если вместо металлов использовать соединения из разнородных полупроводников. На этом и основаны конструкции современных элементов Пельтье или ТЭМ (термоэлектрический модуль).



Элемент Пельтье — это небольшая пластинка, играющая роль «прокладки» между кристаллом процессора и кулером. Эта пластинка позволяет поддерживать разность температур сторон пластинки в районе 40°C при отдаваемых кристаллом процессора десятках ватт тепла.

Достать модули легко, но достать подходящий кулплейт — медную прокладку габаритами $10\text{см} \times 5\text{см} \times 1\text{см}$ минимум — трудно.

А она необходима и вот почему — у модуля есть множество характеристик, одна из них — холодопроизводительность. Как 2 модуля суммарной холодопроизводительностью в 344 Вт не заморозят 120 ваттный процессор?

Очень просто — размеры модуля $40 \times 40 \times 3.9$ мм, т.е. 344 ватт снимается с площади в $8 \times 4 = 32\text{см}^2$! А процессор дает 120 ватт с менее 2см^2 площади. Т.е. с 2-х см^2 модули снимут только $344/16 = 21,5$ Вт, а остальное пропустят через себя как обычный материал (с дополнительным термосопротивлением порядка 0.3). Вот в чем смысл кулплейта — нивелировать разницу в площадях объекта охлаждения и модулей, значит, чем он толще (в разумных пределах конечно), тем лучше — и сложнее достать.

Ватерчиллер (фреоновый и на элементах Пельтье)



Ватерчиллер – это система охлаждения, призванная снизить температуру объекта ниже температуры окружающей среды вплоть до отрицательной. Серийный ватерчиллер на сегодня есть только один, это достаточно неэффективная (около 0 градусов при загрузке 50-70Вт) и дорогостоящая система от Swiftech.

Ватерчиллеры бывают двух видов: на основе фазового перехода или с использованием модулей Пельтье. Первые представляют собой двухконтурную систему, где испаритель "фреонки" охлаждает хладагент в контуре жидкостного охлаждения:

Во втором случае жидкость проходит через блок, охлаждаемый модулями Пельтье. Этот вид чиллеров компактнее и проще в изготовлении, но сильно проигрывает в температурах и соотношении "эффективность/потребляемая энергия". Так, 500Вт суммарной мощности модулей дают температуру жидкости чуть ниже нуля градусов при нагрузке около 100Вт...

Рабочая система похожа на систему жидкостного охлаждения, только нет радиатора и расширительный бачок заменен кое-чем другим. Для чиллера на Пельтье достаточно раздобыть портативный автомобильный холодильник, они давно уже на элементах Пельтье, COP (coefficient of performance, типа КПД) подобран оптимально и питаются от 12в. Собственно он и станет расширительным бачком.

Жидкость будет долго промораживаться и долго нагреваться, так что для кратковременного экстрима подойдет (несколько часов в день). Если круглосуточно – то надо искать что-то в области фреонов.

Фреоновый ватерчиллер делают из кондиционеров, холодильных компрессоров. Главная головная боль тех, кто рискнул заниматься экстремальным охлаждением – теплоизоляция для предотвращения образования конденсата. Однако это не единственные проблемы и сконструировать ватерчиллер дано не каждому, правда не каждому и надо...

Эффективность подобных систем на высоте, даже на уровне серийных фреонов начального уровня. Но главное – ватерчиллером можно охладить несколько точек, как и ВО (кроме винчестера – умрет, памяти, цепей питания – замучаешься герметизировать).

Ватерчиллеры

