Система охлаждения CPU

Система охлаждения

Персональные компьютеры продолжают стремительно развиваться. В соответствии с законом Мура, ***транзисторов в каждом следующем поколении ЦП все больше***. Непрерывно ***растут и тактовые частоты*** процессоров, а вместе с ними и ***тепловыделение***.

Рост тепловыделения — это неизбежная плата за высокую производительность компьютеров.

Охлаждать ядро микропроцессора становится все сложнее, и изготовители систем охлаждения постоянно стремятся повысить производительность своих изделий, чтобы они могли максимально эффективно отводить тепло от ЦП, сохраняя при этом небольшие размеры, невысокую цену и приемлемый уровень шума.

Симптомы

Симптомами недостаточного охлаждения и перегрева компонентов вычислительной системы ***служат***:

1. Торможение работы системы или ее частей.
2. Постоянная автоматическая перезагрузка компьютера (обычно свидетельствует о перегреве процессора).
3. Выход из строя различных компонентов системы.
4. Повышенная температура компонентов «на ощупь».
5. Сигнализация специальных программ контролирующих температуру.

Система охлаждения

ВЫВОД:

Охлаждение - один из важнейших и сложных вопросов.

От того, насколько качественно этот вопрос будет проработан, зависит надежность и долговечность компьютера.

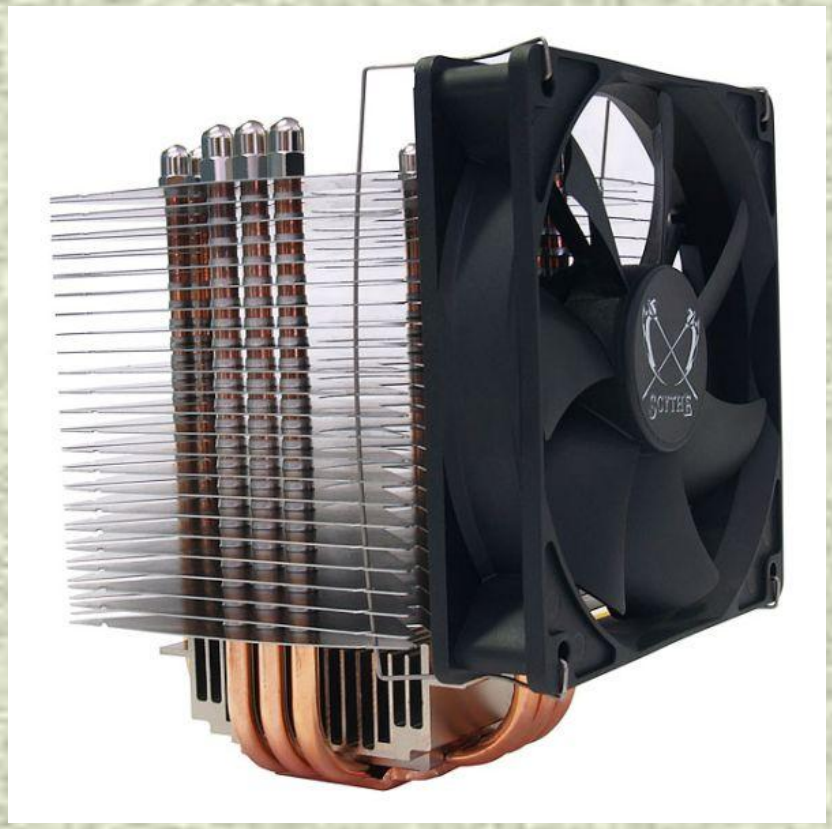
Кроме того, особое внимание этому вопросу следует уделить при разгоне системы, если необходимо добиться стабильной и устойчивой работы.

Основные характеристики охлаждающих систем

1. Термическое сопротивление.
2. Надежность вентилятора.
3. Уровень шума систем охлаждения.

Система охлаждения

Обычная система охлаждения (так называемый «кулер») процессора представляет собой **активный воздушный охладитель**, состоящий из металлического **радиатора** с установленным на нем **вентилятором.**



Радиатор

Радиатор служит для рассеивания тепла охлаждаемого объекта (ядра процессора) в окружающей среде и должен соприкасаться с объектом.

Сторона, которой радиатор прилегает к процессору, называется основанием, или подошвой.

.

Радиатор

Тепло от ядра переходит к основанию и затем распределяется по всей поверхности радиатора (причем неравномерно) и отводится в окружающую среду.

Если на радиаторе не установлен вентилятор, то тепло отводится в основном излучением.

Увеличить эффективность излучения можно, увеличив площадь поверхности радиатора.

Это достигается применением радиаторов сложной формы: на основание устанавливаются ребра, с которых и происходит отвод тепла в окружающую среду.

Радиатор

Чтобы радиатор эффективно рассеивал тепло, он должен обладать ***высокой теплопроводностью и теплоемкостью***.

Эти две физические величины определяются материалом радиатора.

Идеального материала среди недорогих и распространенных металлов для радиатора не существует.

Для изготовления радиаторов используют ***алюминий и медь***, ***дополнительно*** делают ***покрытие из золота и серебра***, для улучшения характеристик.

Радиатор

Кроме материала радиатора, большое значение имеет его ***конструкция*** *(расположение на основании рассчитываются индивидуально для каждой модели охладителя)**:***

- ✔ конфигурация ребер
- ✔ высота ребер
- ✔ длина ребер.

Цель у разработчиков одна: воздух должен беспрепятственно и равномерно проходить вдоль всей поверхности радиатора.

Турбулентность (завихрения воздушного потока) в радиаторе, ***улучшает отвод тепла*** от ребер и основания к воздушному потоку, ***но снижает скорость этого потока (*****т. е.*** определенно сказать, положительно ли она влияет на охлаждение или нет применительно ко всем радиаторам, нельзя).

Виды радиаторов

«Экструзионные» (прессованные) радиаторы.

Наиболее дешевые, общепризнанные и самые распространенные на рынке, основной материал, используемый в их производстве — ***алюминий.***

Такие радиаторы изготавливаются методом экструзии (прессования), который позволяет получить достаточно сложный профиль оребренной поверхности и достичь хороших теплоотводящих свойств.

Виды радиаторов

«Складчатые» радиаторы

Отличаются довольно интересным ***технологическим исполнением:***

на базовой пластине радиатора пайкой (или с помощью адгезионных теплопроводящих паст) закрепляется тонкая металлическая лента, свернутая в гармошку, складки которой играют роль своеобразной оребренной поверхности.

Основные материалы — ***алюминий и медь***.

По сравнению с экструзионными радиаторами, данная технология позволяет получать изделия более компактных размеров, но с такой же тепловой эффективностью (или даже лучшей).

Виды радиаторов

«Кованые» (холоднодеформированные) радиаторы

Для их изготовления используется ***технология холодного прессования***, которая позволяет «ваять» поверхность радиатора не только в форме стандартных прямоугольных ребер, но и в виде стрежней произвольного сечения.

Основной материал ***— алюминий***, но зачастую в основание (подошву) радиатора дополнительно интегрируют ***медные пластины*** (для улучшения его теплоотводящих свойств).

Технология холодного прессования характеризуется относительно ***малой производительностью***, поэтому «кованые» радиаторы, как правило, **дороже** «экструзионных» и «складчатых», но далеко не всегда лучше в плане тепловой эффективности.

Виды радиаторов

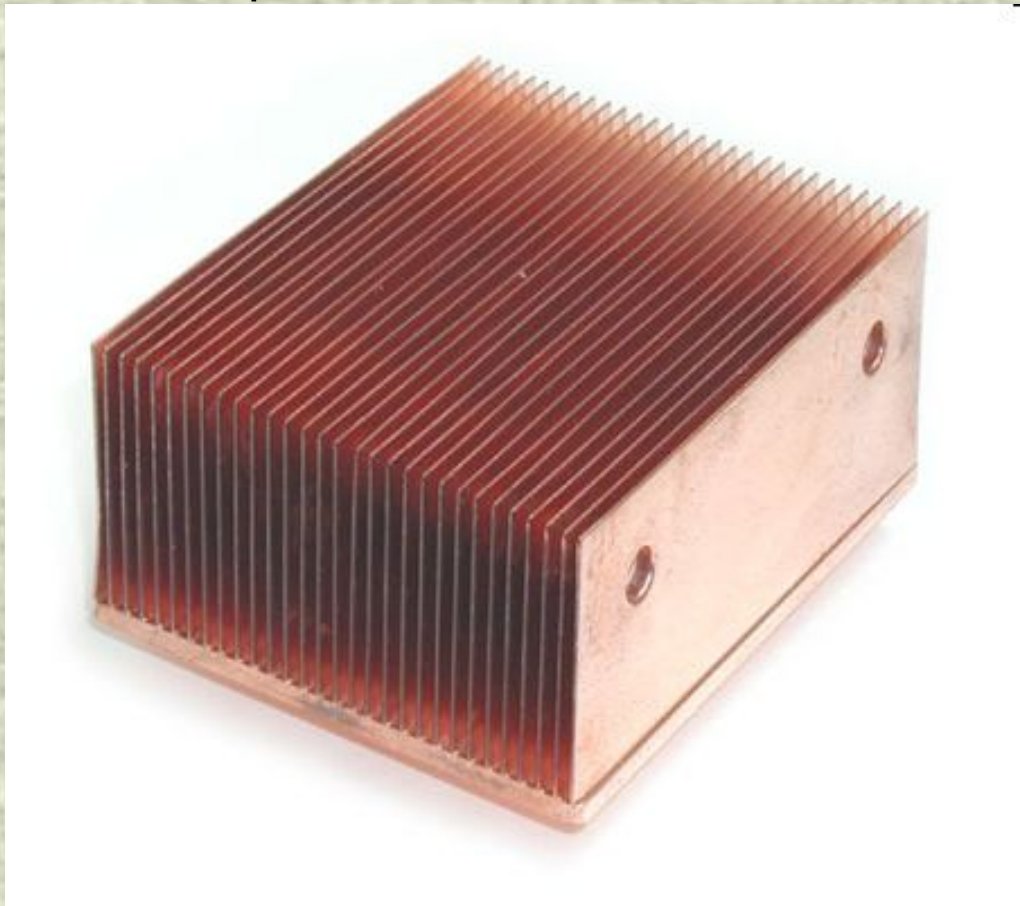
«Составные» радиаторы

Во многом повторяют методику «складчатых» радиаторов, но обладают вместе с тем весьма ***существенным отличием:***

здесь оребренная поверхность формируется уже не лентой-гармошкой, а раздельными тонкими пластинами, закрепленными на подошве радиатора пайкой или стыковой сваркой.

Основной используемый ***материал — медь***.

Как правило, «составные» радиаторы ***характеризуются*** более ***высокой тепловой эффективностью,*** чем «экструзионные» и «складчатые», но это наблюдается только при условии жесткого контроля качества производственных процессов.



Вентиляторы (Cooler)

Кардинально уменьшить термическое сопротивление радиатора можно только одним **способом** — создать условия вынужденной конвекции теплоносителя - воздуха (хорошо его вентилировать).

Поэтому каждый процессорный радиатор оборудуется ***вентилятором***, который продувает его внутреннее межреберное пространство.

Основные показатели, характеризующие вентилятор:

- ✔ . скорость воздушного потока;
- ✔ объем воздуха, пропускаемый им в минуту;
- ✔ потребляемая мощность;
- ✔ частота вращения лопастей;
- ✔ уровень шума.

Вентиляторы (Cooler)

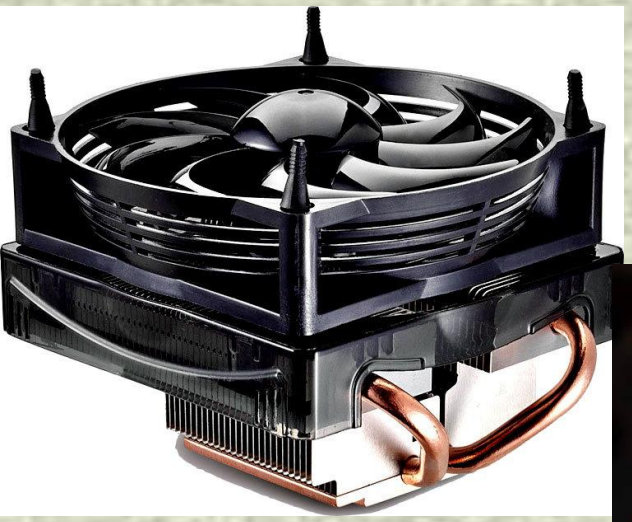
Производительность вентилятора зависит от скорости вращения его лопастей.

Но, пропорционально частоте вращения вентилятора меняется и уровень его шума.

Уровень шума измеряется в децибелах (сокращенно дБ или dB).

Сейчас «бесшумными» считаются системы охлаждения с уровнем шума около ***23 дБ***.

Охладитель с уровнем шума 30 дБ может вывести из себя самого терпеливого пользователя.



Виды вентиляторов

осевые (аксиальные) вентиляторы

На сегодня в процессорных кулерах находят применение в основном осевые (аксиальные) вентиляторы, формирующие воздушный поток в направлении, параллельном оси вращения пропеллера (крыльчатки).

«Ходовая» часть вентилятора может быть ***построена:***

- ✔ **на подшипнике скольжения** (*sleeve bearing, наиболее дешевая и недолговечная конструкция*);
- ✔ **на комбинированном подшипнике** — один подшипник скольжения плюс один подшипник качения (*one sleeve -one ball bearing, наиболее распространенная конструкция*);
- ✔ **на двух подшипниках качения** (*two ball bearings, самая дорогая, но в то же время очень надежная и долговечная конструкция*).

Электрическая часть вентилятора представляет собой миниатюрный

Виды вентиляторов

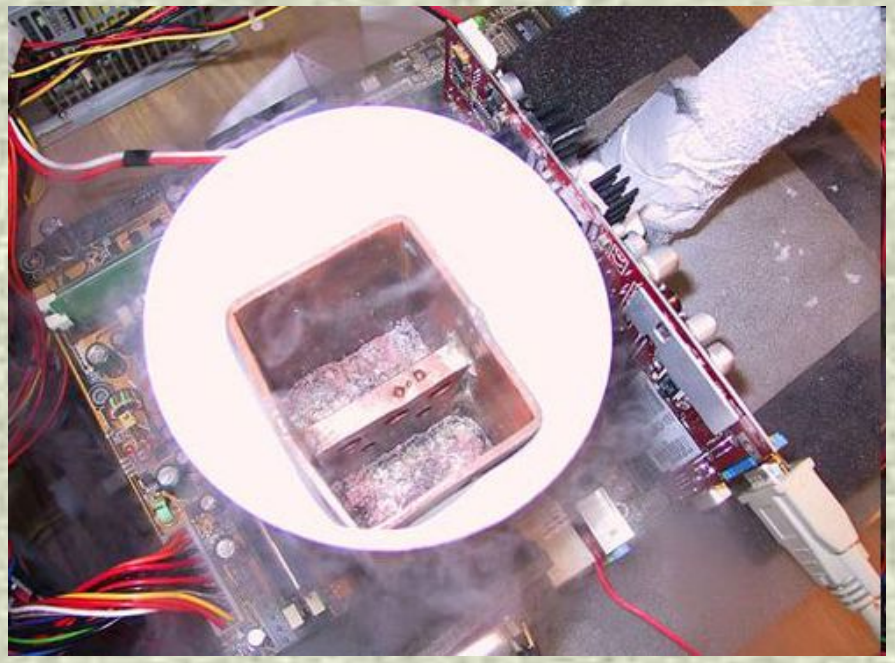
Нитрогенные системы (жидкий азот)

Самый «хардкорный», самый недоступный, самый неудобный и самый эффективный на сегодня подход — ***«нитрогенное охлаждение»***.

В емкость, закрепленную на кристалле, наливается сжиженный газ — ***азот***, имеющий температуру далеко ниже нуля по Цельсию.

Здесь вопрос эффективного подвода холодного теплоносителя не стоит, потому что он либо есть (и имеет свои -196°C), либо его нет.

Теплообмен также не является проблемой по той же причине — емкость на кристалле имеет фактически ту же температуру -196°C, пока там есть жидкий азот.



Виды вентиляторов

Гидрогенные системы (водяное охлаждение)

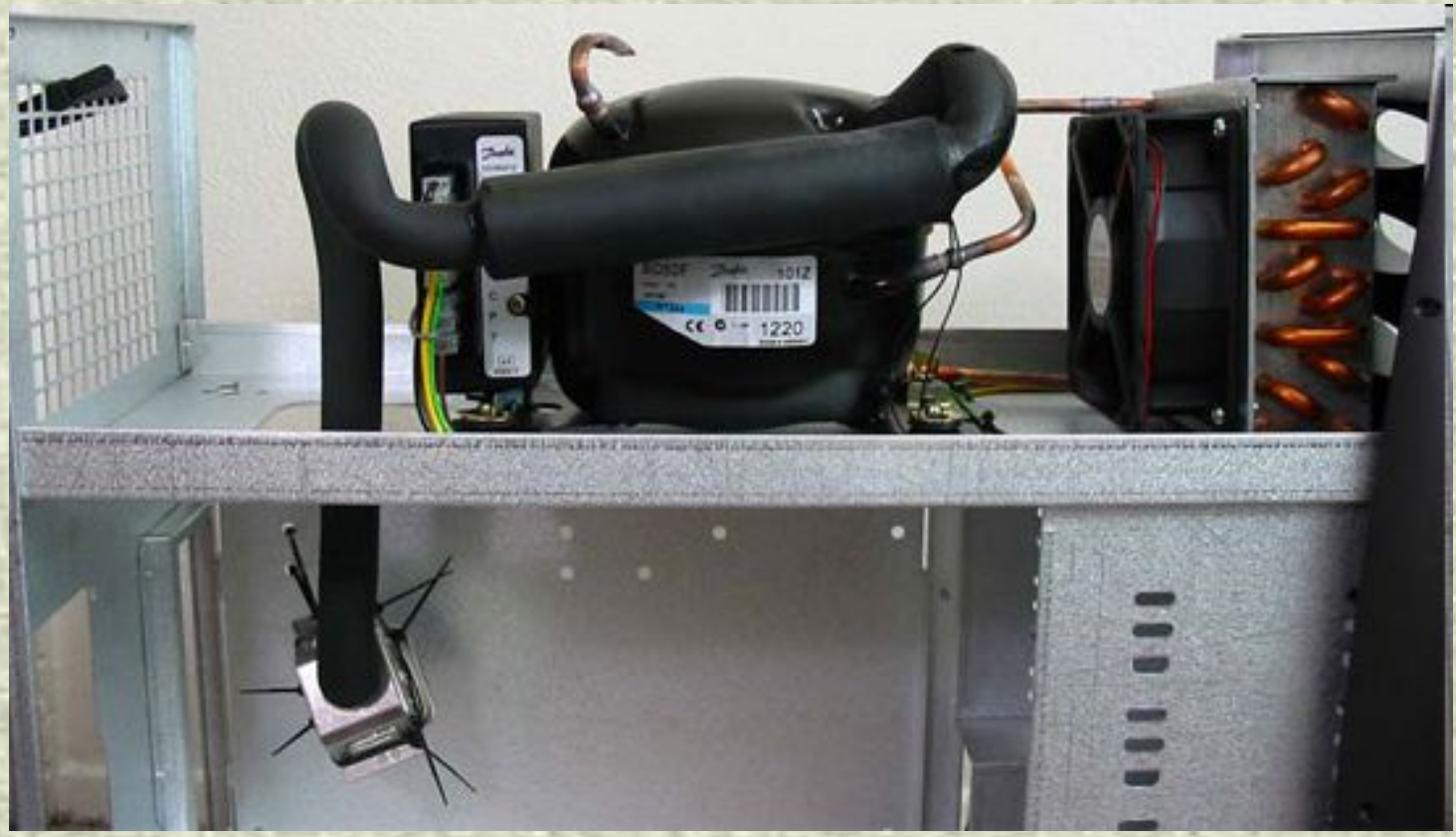
На кристалле процессора монтируется герметично закрытый теплоотвод, имеющий входную и выходную трубки (так называемые штуцеры). Вне корпуса или в его свободной области устанавливается теплообменник с вентилятором, похожий на автомобильный радиатор. Вместе с водяным насосом эти устройства трубками соединяются в замкнутую цепь, которая заполняется теплоносителем (водой).

Насос прокачивает холодную воду через теплоотвод на процессоре, где она забирает тепло и нагревается. Этим обеспечивается поступление холодного теплоносителя и теплообмен с источником тепла. По трубкам вода поступает далее в теплообменник вне корпуса, где охлаждается и возвращается опять к теплоотводу.

Виды вентиляторов

Криогенные системы (фреон)

Эти системы отличаются от «водянок» только тем, что в качестве теплоносителя вместо воды используется «прирожденный» термальный агент — фреон. Соответственно, контур полностью и обязательно герметичен, а насос и теплообменник отличаются улучшенным качеством.



Виды вентиляторов

Аэрогенные системы с элементами Пельтье (воздух)

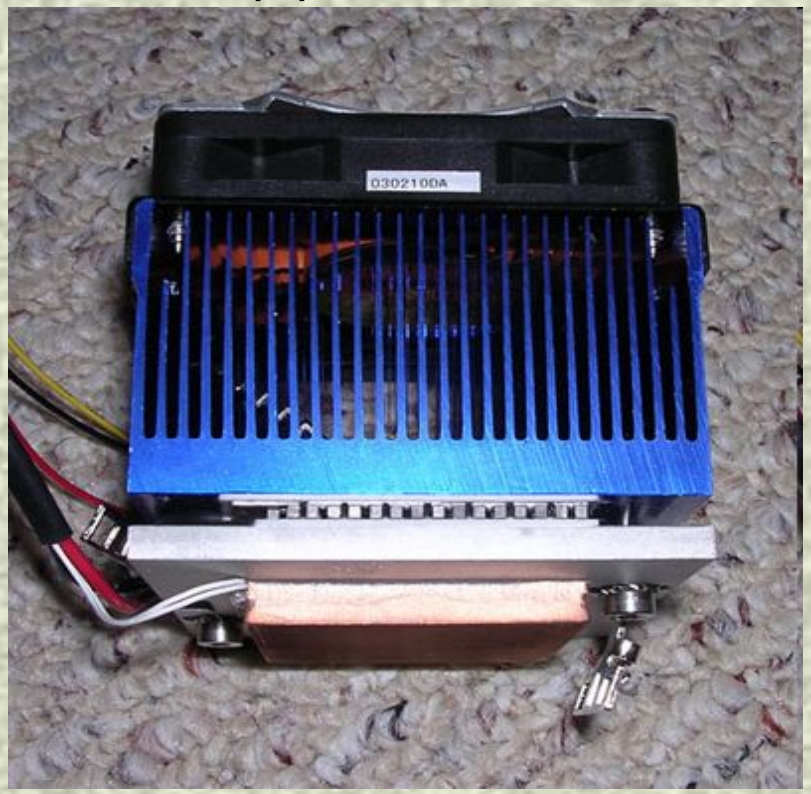
Элемент Пельтье — это небольшая пластинка, играющая роль «прокладки» между кристаллом процессора и кулером.

Эта пластинка позволяет поддерживать разность температур сторон пластинки в районе 40°С при отдаваемых кристаллом процессора десятках ватт тепла (самый дорогой, очень эффективный способ охлаждения).

Набор из термопар холодными концами соединяют с процессором, горячими – с радиатором.

При запуске тока тепло откачивается от процессора и рассеивается на радиаторе.

Недостаток: высокое энергопотребление – необходим БП не менее 300Вт.



Тепловой интерфейс

Уже отмечалось, что передача тепла от одного тела к другому зависит от площади поверхности соприкосновения.

Соответственно, чем она больше, тем выше эффективность работы охладителя.

К сожалению, ни основание радиатора, ни ядро процессора не имеют идеально гладкой поверхности.

Небольшие шероховатости, углубления и царапины образуют воздушные подушки, а воздух имеет очень малую теплопроводность.

Для улучшения теплового контакта применяют различные тепловые интерфейсы: термопасты и прокладки.

Эти интерфейсы имеют высокую теплопроводность и при контакте заполняют собой неровности поверхности, исключая появление воздушной прослойки.

Контакт радиатора и процессора без теплового интерфейса

Теплопроводящие прокладки обычно изготавливаются из ***полимерных материалов или из графитового порошка***.

Последние нередко применялись в охладителях, поставляемых с процессорами Intel.

Материал полимерных прокладок ***может изменять свое состояние*** — при нагреве он разжижается и заполняет углубления, препятствуя появлению воздушной подушки.

Термопрокладки обычно уже нанесены на поверхность основания радиатора.

Сейчас полимерные прокладки все чаще заменяются термопастами.

Паста может быть нанесена на поверхность радиатора или поставляться отдельно (как правило, в пакетиках, тюбиках или шприцах).

Контакт радиатора и процессора с тепловым интерфейсом

Термопасты изготавливаются на основе различных материалов с разной теплопроводностью.

На сегодня наиболее известны ***кремниевая, бескремниевая, керамическая, алюминиевая, медная, серебряная и золотая термопасты.***

Название говорит о материале, используемом в термопасте.

Качество теплового интерфейса определяют две характеристики:

- ✔ теплопроводность;
- ✔ средний размер зерна.

Очевидно, что, чем меньше этот размер, тем лучше паста будет заполнять все неровности поверхности радиатора.

Хорошим тепловым интерфейсом считается паста с зерном 0,38 мкм и теплопроводно стью 8 Вт/м-К.

Контакт радиатора и процессора с мелкой зернистостью

В некоторых исследованиях специалистов в области термопасты утверждается, что у современных кремниевых и металлических термопаст одна ***общая проблема*** — большой размер зерна, в результате чего они работают не как теплопроводник, а как теплоизолятор.

Исследователи предлагали ***использовать углеродные пасты***, созданные на основе материалов с более низкой теплопроводностью, чем металлы, но с много меньшим размером зерна.

Такие утверждения небезосновательны, потому что многие микроскопические царапины на поверхности процессора и радиатора даже при использовании паст остаются заполненными воздухом.

Однако, в реальной практике такие сравнения не проводились.

Ведущие изготовители систем охлаждения ЦП

Наиболее известными изготовителями охладителей, представленными на российском рынке, следует признать компании:

1. CoolerMaster;
2. EverCool;
3. GlacialTech;
4. Molex;
5. Thermaltake;
6. Titan;
7. Zalman.