

УДК 536.2:004.31

СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ В КОМПЬЮТЕРАХ

Куропатский А.П., Куцко И.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Аннотация: в данной статье рассматриваются основные системы охлаждения микропроцессоров, их структура, принцип и эффективность работы. Исходя из вышеперечисленных особенностей, делается вывод о целесообразности их применения.

Ключевые слова: охлаждение, компьютер, процессор, рассеиваемая мощность, видеокарта, тепловыделение, радиатор.

Текст доклада: На протяжении около 80 лет компьютеры используются для решения большого количества задач, с которыми мы сталкиваемся. Применяемые изначально в единичных экземплярах, они стали важной частью жизни большинства людей. Развитие технологий позволяет инженерам повышать вычислительную мощность своих машин для достижения новых целей и решения еще более сложных проблем.

Главными вычислительными органами компьютера являются процессор и видеокарта (видеопроцессор). Для их создания используют транзисторы. Кратко принцип работы биполярного транзистора в ключевом режиме можно описать так: при подключении к выводам эмиттера и базы открывающего его напряжения транзистор переходит в открытое состояние, при подключении к этим выводам напряжения близкого к нулю – транзистор закрывается. Официальной датой его появления на свет считается 23 декабря 1947 года. Авторами этого изобретения стали сотрудники научно-исследовательского центра «Bell Labs» американские физики Уильям Шокли, Джон Бардин и Уолтер Браттейн.

Количество транзисторов с каждым новым поколением процессоров увеличивается, а их размеры – уменьшаются. Число транзисторов возросло с нескольких тысяч до 10 миллиардов, сами же они занимают не более 5-7 нм, а общая вычислительная мощность – в 27 триллионов раз больше. Для того, чтобы обеспечить стабильную работу микропроцессоров, им требуется постоянное охлаждение. Система очень сильно греется под действием электрического тока и без должного внимания может очень быстро выйти из строя. Решением этой проблемы люди занимаются с момента создания первой ЭВМ.

Система охлаждения микропроцессора нужна для охлаждения кристалла процессора от перегрева. Максимальная температура кристалла процессора, при его работе, может составлять 100°C. При достижении этой температуры процессор начинает реагировать на это, в данном случае он начинает понижать частоту своей работы, чтобы предотвратить перегрев. Желательная температура колеблется в диапазоне 40-60°C, чем ниже, тем лучше.

Все системы охлаждения делятся на пассивные и активные.

Активные системы бывают жидкостные и воздушные.

Пассивные – представляют собой радиатор или несколько радиаторов, связанных тепловыми трубками. Радиатор (анг. Radiate – излучатель) с одной

стороны представляет плоскую поверхность, которая плотно прилегает к поверхности процессора и принимает тепло, а остальными частями рассеивает его. Радиаторы изготавливаются из металлов с хорошей теплопроводностью, таких как алюминий, медь или серебро. Самой высокой теплопроводностью обладает серебро, но из-за своей высокой стоимости уступает в популярности меди и алюминию. Они работают без кулеров, следовательно, без электричества, из-за этого они не способны рассеять большое количество теплоты, так как их рассеиваемая мощность в лучших моделях достигает значения в 150-200 Вт (при условии не круглосуточного использования и хорошо «проветриваемого» корпуса компьютера).

Воздушные – представляют собой радиатор, работающий вместе с кулером. Такие системы распространены из-за своей простоты, невысокой стоимости и с хорошей надёжностью. Технические особенности: кулер способен вращаться со скоростью от 300 об/мин до 2500 об/мин, наличие нескольких тепловых трубок, соединяющих площадку примыкания к процессору, и радиатор, помогающий эффективнее охлаждать процессор. Также есть несколько разновидностей воздушного охлаждения: башенное, классическое и турбинное.

1. Башенное – радиаторная башня располагается на процессоре и занимает место от материнской платы до противоположной стенки корпуса. На стенке корпуса устанавливается кулер (расположение кулера должно быть обязательно по потоку холодного воздуха) в корпусе для максимально эффективного охлаждения. Максимальная рассеиваемая мощность до 350 Вт (при условии хорошо вентилируемого корпуса). Используется только для процессоров (CPU).

2. Классическое – радиатор, примыкающий к процессору соединённый с кулером, который захватывает воздух со стороны стенки корпуса. Максимальная рассеиваемая мощность до 150 Вт. Такой тип, в большей степени, актуален для видеопроцессоров, чем для обычных процессоров, так как на видеокарте больше места для размещения радиатора.

3. Турбинное – используется только для видеопроцессоров. Часто применяется в маленьких корпусах с полноценной видеокартой, так как отведённое от процессора тепло, переданное воздуху, выводится сразу за пределы корпуса.

Жидкостное (СВО – система водяного охлаждения) – охлаждение происходит при помощи охлаждающей жидкости, может охлаждать как процессор, так и графический процессор одновременно, в зависимости от своей мощности. Компоновки такой системы делятся на 3 типа: для охлаждения одного процессора, для параллельного охлаждения сразу 2-х или более процессоров, или последовательного охлаждения 2-х или более процессоров (не очень эффективное построение системы, актуально только для частных вариантов). Такая система является одной из самых сложных, так как имеет много составляющих её компонентов: резервуар с охлаждающей жидкостью (хладагентом), водяная помпа, гидрорадиатор, теплообменник, кулер гидрорадиатора и сам трубопровод:

1. Резервуар с охлаждающей жидкостью или же расширительный бачок хранит в себе охлаждающую жидкость. В нее, в свою очередь, погружена водяная помпа для прокачки жидкости по всей системе.

2. Гидрорадиатор – представляет собой радиатор, включённый в круг циркуляции жидкости, для теплообмена с хладагентом. Вентиляторы, прикреплённые к радиатору, служат для рассеивания теплоты, которую радиатор принял от жидкости.

3. Теплообменник – металлический блок, служащий для передачи тепла от процессора к хладагенту. Представляет собой герметичный блок с медной пластиной, которая прилегает к процессору и постоянно омывается охлаждающей жидкостью. Имеет одно впускное отверстие для подачи жидкости с радиатора и одно выпускное отверстие, соединённое с резервуаром.

4. Водяная помпа – прибор, полностью погружённый в хладагент. Служит для прокачки жидкости по всей СВО. Именно от мощности помпы и скорости рассеивания радиатора зависит то, сколько теплоты способна отвести система охлаждения от процессора.

Таким образом, можно сказать, что СВО достаточно универсальная система, которая может устанавливаться как в большие корпуса, так и в маленькие. Обладает хорошим показателем отвода тепла до 800 Вт при тихой работе в рамках 35-40 дБ в пике нагрузки, однако такая система стоит, в среднем, в 3-4 раза дороже воздушной системы охлаждения.

Из всего многообразия систем жидкостного охлаждения, можно также отметить масляные системы охлаждения и системы на жидком азоте, но, если углубиться в тонкости их работы, можно понять, что данные системы не получили массовой известности и популярности в мире классических стационарных компьютеров.

Масляная система охлаждения в своём составе содержит ёмкость, заполненную диэлектрической жидкостью (масло машинное, масло растительное, трансформаторное масло, вазелиновое масло и т.п.). В неё погружены почти все компоненты компьютера. Исключение составляют жёсткие диски. Масло, диэлектрическая жидкость, циркулирует из «аквариума», проходя через радиатор, установленный снаружи ёмкости, и возвращается обратно. Среди плюсов данной системы можно выделить хорошее постоянное охлаждение всех комплектующих, бесшумность и необычность, а среди минусов - невозможность очистки комплектующих после их демонтажа, высокая стоимость, хрупкость конструкции и отсутствие системы в продаже

Система охлаждения при помощи жидкого азота используется только в качестве развлечения либо установки мировых рекордов по «разгону» процессора, так как повседневное использование её невозможно. Ещё в начале 2000-х годов группа любителей «разогнала» процессор Intel Pentium 4 (1 ядро, 2000 МГц, 130 nm техпроцесс, 52 Вт, с допустимым напряжением 1,36-1,45 В) до параметров 5225 МГц, 1,886 В, 450 Вт. Система устроена так, чтобы жидкий азот сам поступал на горизонтально лежащую материнскую плату, а точнее прямоком в испаритель жидкого азота, который был прикреплён к процессору, и охлаждал его до температуры -195°C . При настолько низкой температуре увеличивается

проводимость полупроводников в процессоре, что благоприятно сказывается на работе «разогнанного» процессора при нагрузках.

Дополнительными элементами систем охлаждения являются:

1. Термопаста – представляет собой смесь, в которую входят оксиды металлов (цинка, алюминия, вольфрама, меди, серебра и т.д.), нитридов (бора, алюминия) и графит, созданная для избавления от неровностей между кристаллом или рубашкой процессора и подложкой системы охлаждения. Теплопроводность термопасты может достигать значений вплоть до 13 Вт/(м*К). Наносится тонким слоем на всю поверхность процессора. Термопаста обладает хорошей теплопроводностью. Она необходима к использованию на процессоре с мощностью от 15 Вт.

2. Термопрокладка – это тонкий эластичный лист с добавлением керамики или графита. Обладает теплопроводностью до 7-8 Вт/(м*К). Служит для заполнения неровностей и соединения процессоров (до 15 Вт), цепей питания, северного или южного моста с радиаторами охлаждения.

3. Жидкий металл – смесь металлов с низкой температурой текучести и хорошей тепло- и электропроводностью. Составляющие жидкого металла: галлий, индий, олово и цинк. Теплопроводность жидкого металла, в разы выше, чем у термопасты, составляет 40-80 Вт/(м*К). Важное отличие от термопасты: можно нанести на кристалл процессора для более тесного контакта с рубашкой. Наносится на процессор очень тонким слоем. Важным условием является недопущение попадания на плату, из-за угрозы короткого замыкания. Также её нельзя использовать с алюминием, так как нагрев вызывает химическую реакцию между ними.

4. Теплопроводные трубки – медные трубки, запечатанные с двух сторон, с хладагентом внутри, либо, с использованием новых технологий, пористые внутри, с тем же хладагентом. Служат для быстрой передачи теплоты от процессора к радиатору или между радиаторами.

Подводя итоги, очевидно, что существуют различные варианты охлаждения микропроцессоров, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. Самыми эффективными являются система воздушного охлаждения башенного типа и СВО. Благодаря своему высокому коэффициенту рассеивания тепла, вплоть до 350 Вт, они нашли широкое применение в стационарных компьютерах множества пользователей. Самыми редко встречаемыми являются система охлаждения на жидком азоте, масляные и пассивные. Первые две являются дорогостоящими и неудобными в повседневном использовании, а третья – неудобна из-за своего низкого коэффициента рассеивания тепла. С течением времени одни системы потеряют свою актуальность, потому что на их смену придут более эффективные варианты. Другие же – наоборот, но потребность в охлаждении микропроцессоров всегда будет актуальна, что, в свою очередь, будет стимулировать развитие этой отрасли инженерии.

Литература

1. Пташинский, В., Железо ПК. Популярный самоучитель, 2-е изд. / В. Пташинский, Г. Кондратьев – М.: Питер, 2008. – 380 с.

2. Бесплатная Интернет-библиотека по всем областям знаний. – Режим доступа: <https://www.zipsites.ru/>. – Дата доступа: 22.10.2020
3. Системы охлаждения для персонального компьютера и их разновидности. – Режим доступа: <https://knowledge.allbest.ru/programming/>. – Дата доступа: 22.10.2020
4. Системы охлаждения — от радиатора до жидкого азота – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/64162/>. – Дата доступа: 24.10.2020