

Кондуктивное охлаждение для защищенных компьютеров

Кондуктивное охлаждение встроенных компьютерных систем традиционно используется там, где невозможно организовать воздушное охлаждение. Стандартизация технологий в этой области расширяет возможности функциональной совместимости готовых к применению коммерческих модулей. Постоянное развитие методов кондуктивного охлаждения гарантирует их соответствие высоким требованиям рынка к теплорассеянию и понижению цены.

Серж Тиссо (Serge Tissot)

Публикуется с разрешения журнала «МКА»

Традиционно метод кондуктивного охлаждения применялся для плат и систем, где невозможно было организовать воздушное охлаждение – в космических применениях из-за недостаточного количества или полного отсутствия воздуха в окружающей среде, в оборонном секторе из-за исключительно высоких требований к надежности систем, которая может оказаться под вопросом вследствие использования движущихся частей при принудительном охлаждении.

Системы, предназначенные для эксплуатации в суровых климатических условиях также выиграют от применения кондуктивного охлаждения. Например, в условиях работы с расширенным температурным диапазоном (от -40°C до +85°C) необхо-

дим оптимизированный отвод тепла для снижения разницы температур кристаллов и окружающей среды. В то же время высокие требования к вибро и удароустойчивости делают невозможным использование принудительного воздушного охлаждения внутри системы.

Другая область применения, где описываемый метод охлаждения крайне полезен – разработка и производство систем в виде герметично запаянных боксов для защиты электронных компонентов от пыли и загрязнений, например, керосиновыми парами.

Коммерческое использование модульных компьютеров с кондуктивным охлаждением

Механические схемы VME-модулей с кондуктивным охлаждением для серийного производства были стандартизированы в 1992 году по спецификации IEEE 1101.2-1992, что гарантировало их функциональную совместимость и возможность использования в инфраструктурах общего пользования. Благодаря появлению этого стандарта, можно не беспокоиться о совместимос-

ти модулей и корпусов, приобретенных у различных поставщиков.

Спецификация IEEE 1101.2-1992 определяет, в основном, физические размеры и тепловые интерфейсы модулей формата VME и других, в том числе CompactPCI. Изначально отвод тепла на корпус планировалось осуществлять от основания печатной платы вдоль направляющих. В печатную плату встраивался проводящий слой, служащий для отвода тепла к краям платы.

Повышение требований к рассеиванию тепла привело к изменению конструкции печатной платы: в современных системах теплоотводящий слой часто заменяется алюминиевой пластиной, полностью покрывающей плату сверху. Все электронные компоненты, имеющие прямой контакт, покрываются термальной пастой.

Такой метод, иногда называемый раггедизацией (ruggedizer), повышает не только тепловые характеристики модуля, но и его устойчивость к ударным и вибрационным нагрузкам, что позволяет производителям предлагать один и тот же электронный формат в двух версиях: стандартной и с кондуктивным охлаждением. Единственный недостаток стандартной версии – это невозможность размещения электронных компонентов платы близко к направляющим. На рис. 1 показана плата PowerEngine 7 производства Контрон с тактовой частотой до 1 ГГц, как пример раггедайзера, совместимого со стандартом IEEE 1101.2

Модуль закрепляется внутри корпуса при помощи стандартных клиновых зажимов, расположенных вдоль направляющих и создающих давление на термальный интерфейс между теплоотводящей пластиной и направляющей, что улучшает тепловые характеристики системы.

Помимо уже упомянутого IEEE 1101.2 существуют и другие международные стандарты для кондуктивного охлаждения модульных компьютеров – VITA 47 и VITA 20 (ANSI/VITA 47-2005[R2007]). Эти стандарты определяют различные уровни нагрузки для плат с воздушным, кондуктивным, жидкостным охлаждением и охлаждени-

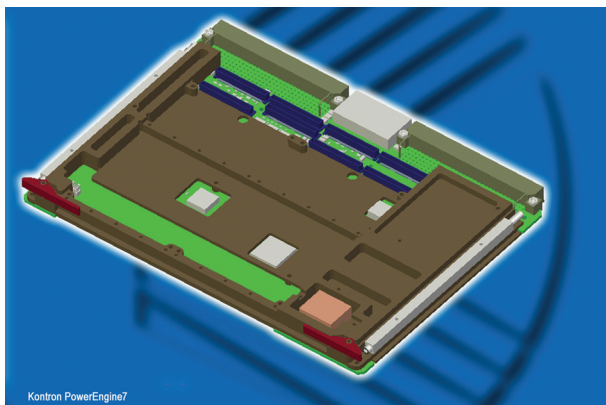


Рис. 1. Рис. 1. Плата с кондуктивным охлаждением PowerEngine7 от Контрон, соответствующая стандарту IEEE Std 1101.2

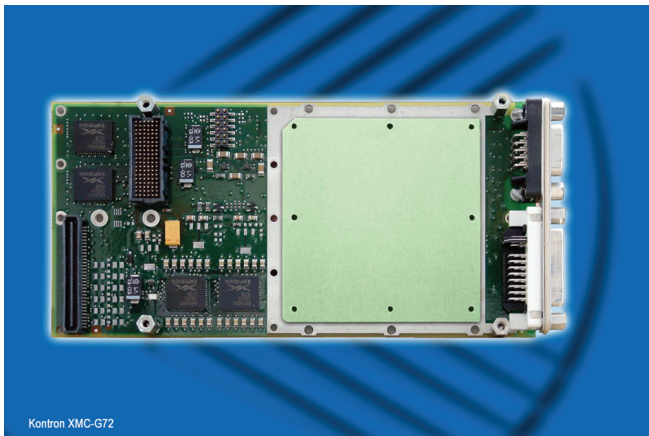


Рис. 2. Графический PMC-мезонин Kontron XMC-G72

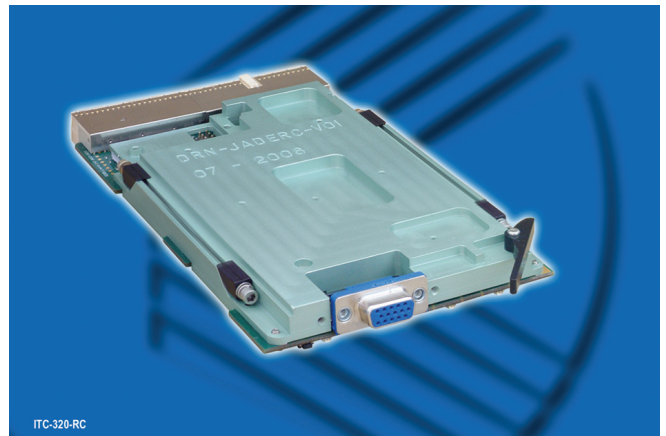


Рис. 3. Плата Kontron ITC-320 на базе процессора Intel Core2 Duo

ем методом полива. Стоит также упомянуть стандарты VITA 48 и VITA 46 для VPX и VITA 57 для FMC мезонинов.

Спецификация ANSI/VITA 47-2005[R2007] описывает правила кондуктивного охлаждения для PMC-мезонинов и материнских плат PCI. Тепло от мезонина передается на материнскую плату через две обязательные пластины и два опциональных теплоотводящих ребра, как показано на рис. 2 на примере графического модуля Kontron XMC-G72. Этот мезонин, спроектированный под использование в воздухе и конвективно-охлаждаемой среде, обеспечивает уникальное использование двух мониторов на базе графического процессора ATI HD2400.

Усовершенствование методов кондуктивного охлаждения

Для уменьшения затрат на испытания и хранение материально-производственных запасов модули, предлагаемые с обеими версиями охлаждения, часто реализуются на основе печатных плат так называемой смешанной конструкции. На рис. 3 представлена процессорная плата Kontron ITC-320, выполненная в формфакторе 3U CPCI.

На ней могут быть установлены двухъядерные процессоры Intel Core2 Duo, Core Duo или одноядерный Intel Celeron M. Часть зажимного механизма находится внутри термального стока. Тепловое сопротивление уменьшается вдоль стока к корпусу из-за увеличения канала, способного отводить тепло. Другими словами, такая конструкция позволяет располагать электронные компоненты достаточно близко к краям платы по причине улучшения кондуктивности.

Рассеяние тепла с использованием теплоотводящих трубок

Хороший эффект рассеяния термической плотности в условиях кондуктивного охлаждения дают теплоотводящие трубки. На рис. 4 изображена процессорная плата Kontron PowerBoard 5 с двумя 64-битовыми процессорами PowerPC с такой схемой охлаждения.

Тепло, выделяемое при работе каждым процессором и характеризующееся высокой термической плотностью, отводится при помощи двух трубок по обеим сторонам платы. Важнейшим преимуществом такого метода считается высочайший коэффициент теплопроводности по сравнению с пассивной металлической пластиной. Кроме того, трубки снабжены свободно вращающимися медными наконечниками, что позволяет точно присоединить их к теплоотводящей пластине и избежать потери тепла на термальном интерфейсе.

Симметричное по отношению к пластине расположение теплоотводящих трубок уменьшает чувствительность конструкции к силе тяготения и ускорению. Независимо от расположения платы неэффективная работа одной из трубок под воздействием центробежной силы или ускорения компенсируется более интенсивной работой второй трубки. Эффект компенсации был зарегистрирован во время испытаний системы в центрифуге.

К дополнительным преимуществам использования конструкции с теплоотводящими трубками относится возможность подвести к изделию необходимое для начала его работы количество тепла перед подачей напряжения на плату. Если плата хранилась при низкой температуре, жидкость внутри трубок застывает, а нагреть пластину при помощи внешнего воздействия проще, когда термальный канал к холодной стенке заблокирован. **МА**

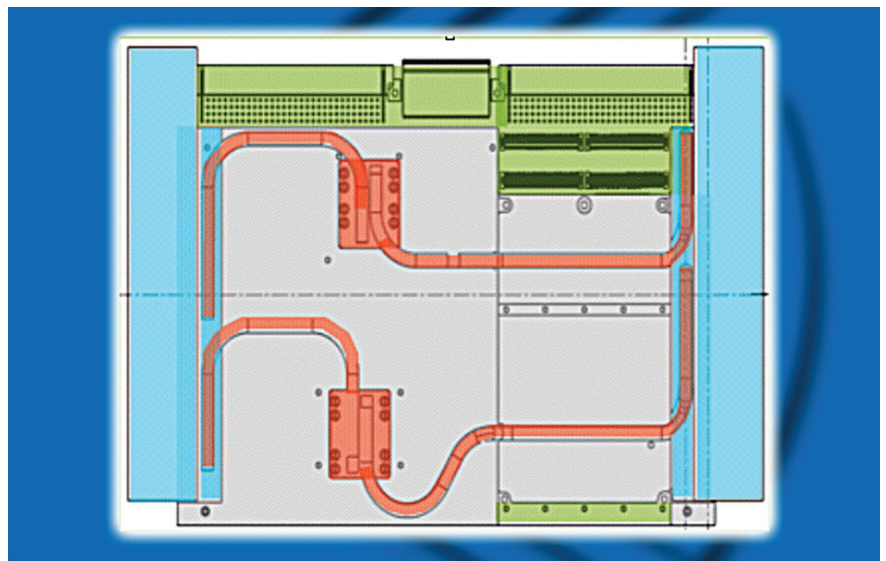


Рис. 4. Процессорная плата Kontron PowerBoard5 с двумя 64-битовыми процессорами PowerPC, работающими на частоте 1,6 ГГц в кондуктивно охлаждаемой среде