

Ангела Хаубер

О важности защищённости для встраиваемых компьютеров

В статье рассматриваются вопросы важности конструктивных особенностей при построении надёжных и защищённых встраиваемых компьютеров на примере решений компании MEN. Основными целями являются обеспечение влагонепроницаемости и теплоотвода.

Вдали от защищённых серверных комнат и производственных помещений автоматических линий с кондиционированным воздухом, в самых сложных условиях работают встраиваемые компьютеры: в установках на открытом воздухе, в автомобилях и другом транспорте. Системы управления в транспортных средствах для горнодобывающей промышленности должны быть защищены от пыли, тепла и ударов до 5g. На море, например на нефтяных платформах, компьютеры подвергаются постоянному воздействию солей и влаги (и, конечно же, нефти). Системы, установленные в автобусах и поездах, должны работать в условиях повышенной вибрации, а иногда и при резких и быстрых колебаниях температуры. Даже терминалы операторов в комбайнах или в больницах должны выдерживать воздействия химических веществ, таких как пестициды или дезинфицирующие средства.

В целом существуют три основных параметра, которые имеют наибольшее значение для производителей встраиваемых компьютеров:

● Расширенный диапазон температур.

Если в заявке не требуется иное, стандартом для промышленной электроники является диапазон $-40...+85^{\circ}\text{C}$; до $+125^{\circ}\text{C}$ для электроники, устанавливаемой в непосредственной близости от работающего двигателя, и даже $-55...+125^{\circ}\text{C}$ для авиации и судо-

ходства. Железнодорожный стандарт EN 50155 класс Tx предусматривает диапазон рабочих температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$ и до $+85^{\circ}\text{C}$ при воздействии в течение 10 минут.

● **Защита от пыли, влаги и химических веществ.** Для подобной защиты компоненты системы должны быть покрыты специализированным лаком. В зависимости от требований и степени защиты IP дополнительная защита может быть обеспечена герметичными корпусами. Обозначение степени защиты IP всегда включает две цифры: первая — защита от посторонних предметов (таких, как пыль) и механических повреждений; вторая — защита от воды.

● **Защита от ударов и вибрации.** Все компоненты должны быть плотно привинчены или припаяны, как правило, следует избегать подвижных частей. Вставные платы и адаптеры должны иметь винтовые разъёмы. Для кабельных соединений применяются прочные штекерные соединители, например M12, которые плотно привинчиваются и выдерживают сильные вибрации.

Другими аспектами, которые следует учитывать, являются защита от электрических помех, электромагнитная совместимость (ЭМС) и устойчивость, например, к кратковременным сбоям питания.



Рис. 1. Защищённый компьютер BC50R

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СУДОВ НА БАЗЕ ГЕРМЕТИЗИРОВАННОГО КОРПУСА С IP65

Хорошим примером важности герметичности корпуса в соответствии с классами защиты IP является диагностическая система для кораблей и яхт. Система подключается к двигателю судна через CAN-интерфейс, по которому собираются данные о состоянии, ошибках, и производится диагностика. Затем эти данные отправляются на мобильные рабочие места через Wi-Fi и LTE. Экипаж корабля, как в диспетчерской, так и на палубе, использует полученную информацию для мониторинга, дистанционного обслуживания и при необходимости ремонта.

Система была реализована в корпусе размером 250×220×48,1 мм. Помимо требований к расширенному диапазону температур, гибкости интерфейсов ввода-вывода и к источнику питания с широким диапазоном напряжений, наиболее важным требованием к корпусу компьютера была его водонепроницаемость в соответствии с IP65, а также ЭМС в соответствии с EN 60945 (морское навигационное оборудование и средства радиосвязи) и Germanischer Lloyd. Будучи стандартным продуктом, компьютер BC50R (рис. 1) удовлетворяет всем требованиям, предъявленным клиентом к проекту, а также требованиям отраслевых стандартов EN 50155 (железная дорога) и ISO 7637-2 (автомобильный транспорт).

Почти водонепроницаемый

Соответствие IP65, то есть полная защита от попадания пыли и от водяных струй, обеспечивается применением алюминиевого корпуса толщиной 8 мм (для стандартных корпусов толщина стенок составляет 2 мм), который со всех сторон плотно затягивается винтами, а места контактов поверхностей дополнительно герметизируются силиконовыми контурами. ЭМС-защита обеспечивается применением проводящего силиконового материала с серебряными частицами. Толщина стенок корпуса, а также количество и положение винтовых фитингов определяют давление в местах контакта поверхностей, которое обеспечивает водонепроницаемость. Изменение

5 ФАКТОВ О КОНДУКТИВНОМ ТЕПЛОТВОДЕ

1. В чём разница между кондуктивным и конвекционным охлаждением?

- Конвекционное охлаждение — самый простой способ охлаждения плат. Производится направленным воздушным потоком вдоль охлаждаемой поверхности. При конвекционном охлаждении для принудительной подачи воздуха используются вентиляторы.
- Кондуктивный теплоотвод использует тепловой контакт для проведения тепла от источника к внешней стенке корпуса. Это делает корпус сам по себе тепловым радиатором.

2. Каковы преимущества конвекционного охлаждения перед кондуктивным?

- Конвекционное охлаждение принудительной подачей воздуха является наиболее эффективным методом охлаждения и может быть реализовано просто и дешево, но несмотря на простоту конструкции, некоторые особенности исполнения могут стать серьёзными недостатками в зависимости от приложения. В воздушном потоке могут оказаться дополнительные примеси и жидкости, которые могут попасть в устройство и нанести ему ущерб. Сложное фильтрующее оборудование может снизить этот риск, но при этом потребует обслуживания в течение жизненного цикла устройства. Охлаждающие вентиляторы также имеют ограниченный срок службы, и их отказ может привести к выходу из строя некоторых электронных компонентов.
- Кондуктивный теплоотвод обеспечивает большую гибкость, чем конвекция, особенно для экстремальных условий. Однако он требует более тщательной и

точной реализации. Необходимо принять меры для максимального увеличения теплопередачи между охлаждаемым электронным компонентом и стенкой корпуса. С одной стороны, это обеспечивается верным выбором материалов. С другой стороны, платы внутри корпуса должны быть размещены правильно, а теплопроводящие охлаждающие блоки должны иметь массу, гарантирующую оптимальный перенос тепла.

3. Доступны ли платы в кондуктивном теплоотводе как стандартные каталожные продукты?

- Да, конечно. Стандарт IEEE 1101.2-1992 описывает спецификацию для плат в формате Евромеханики — всех плат в стандартах VME и CompactPCI. Компания MEN предлагает для всех плат в формате cPCI и cPCI Serial рамки кондуктивного теплоотвода, позволяющие построить стандартные системы на каталожных компонентах. Также в консорциуме VITA есть стандарты для модулей PMC и других мезонинных модулей, позволяющие использовать их с кондуктивным теплоотводом. В дополнение MEN продвигает новый стандарт, объединяющий технологии консорциумов PICMG и VITA, для защищённого компьютера на модуле (Computer-on-Module, COM): Rugged COM Express (RCE) или VITA 59. Он описывает небольшую адаптацию печатной платы для её использования с теплопроводящей рамкой.

4. Есть ли другие аргументы для кондуктивного теплоотвода, кроме безвентиляторного исполнения?

- Чтобы сделать компьютер действительно прочным, ему нужен надёжный корпус, выдерживающий экстремальные

климатические условия. Массивный металлический корпус, необходимый для организации кондуктивного охлаждения, обеспечивает следующие дополнительные преимущества для защиты электроники: он позволяет защитить от пыли, химических веществ или влаги за счёт герметичности корпуса, а также обеспечить устойчивость к сильным ударам и вибрационным воздействиям за счёт того, что металлический корпус надёжно прикручен к плате-носителю или конструктиву системы. Защищённые компьютеры на модуле в формате COM Express на 100% обеспечивают ЭМС-защиту благодаря алюминиевой крышке, защищающей сверху и со всех четырёх сторон, а снизу за счёт контакта с платой-носителем.

5. Какой температурный диапазон может быть обеспечен кондуктивным теплоотводом?

- В зависимости от рассеиваемой мощности и используемых компонентов типовой диапазон температур изделий MEN с кондуктивным теплоотводом составляет $-40...+85^{\circ}\text{C}$. Это оптимально для применения на железнодорожном транспорте, для которого требуется диапазон температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$ (до $+85^{\circ}\text{C}$ в течение 10 минут) в соответствии с EN 50155. Для компьютеров на модуле семейств COM Rugged COM Express, ESMexpress и ESM mini (стандарты компании MEN) могут быть обеспечены диапазоны температур вплоть до $-55...+125^{\circ}\text{C}$. Вся продукция компании MEN может быть протестирована и сертифицирована в собственной лаборатории на предмет работы в расширенном диапазоне температур. ■



Рис. 2. Клапан компенсации давления на задней стенке корпуса BC50R

этого значения может привести к потере водонепроницаемости. Однако, несмотря на то, что для достижения требуемой степени защиты IP65 применяются дополнительные уплотнения во всех точках контакта, корпус не является полностью герметичным. Это важный момент, связанный с необходимостью обеспечения компенсации давления. Из-за теплового расширения и сжатия материалов, вызванных колебаниями температуры (или различиями высот в авиации), небольшое количество воздуха будет всасываться через уплотнения, что приведёт к проникновению влаги внутрь корпуса. Для предотвращения этого на задней панели корпуса был установлен клапан компенсации давления (рис. 2), с помощью которого проникновение влаги внутрь корпуса (рис. 3) сводится к минимуму.

Требования более высоких степеней защиты IP (таких как IP67, когда возможно кратковременное погружение в воду) могут быть выполнены путём литья всего корпуса (рис. 4), за исключением крышки с соединительными разъёмами, в одной пресс-форме.

ЗАЩИТА ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Для защиты корпуса от длительных внешних воздействий окружающей среды, таких как химические вещества, пестициды или солевой туман, необходим правильный алюминиевый сплав и/или выбор специальных защитных покрытий в дополнение к соответствующей степени непроницаемости корпуса. Все эти требования в значительной степени стандартизированы в зависимости от отрасли. В общем случае дополнительная защита электроники от влаги путём нанесения защитного покрытия не требуется в корпусе с соответствующим уровнем IP, однако может потребоваться в конкретной отрасли или для конкретного применения. Например, EN 50155 предписывает лакировку всех компонентов, независимо от корпуса, в котором они расположены.

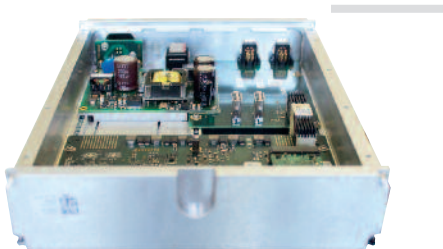


Рис. 3. Компоновка внутри корпуса компьютера BC50R

ПРАВИЛЬНЫЙ РАЗЪЁМ

Необходимость размещения разъёмов на передней панели также создаёт сложности обеспечения заданной степени защиты IP. Неиспользуемые интерфейсы могут быть защищены с применением соответствующих крышек. Для всех используемых интерфейсов штекерное соединение вместе с самими соединительными кабелями должно быть герметизировано таким образом, чтобы оно соответствовало требуемой степени защиты IP. Применение стандартных промышленных и потребительских разъёмов, таких как USB, DisplayPort или

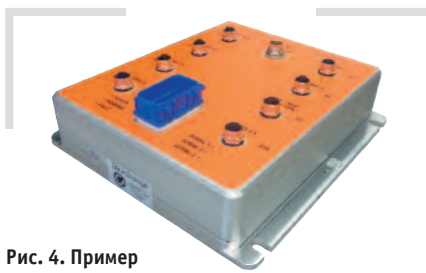


Рис. 4. Пример корпуса со степенью защиты IP67 для системы управления горнодобывающим оборудованием

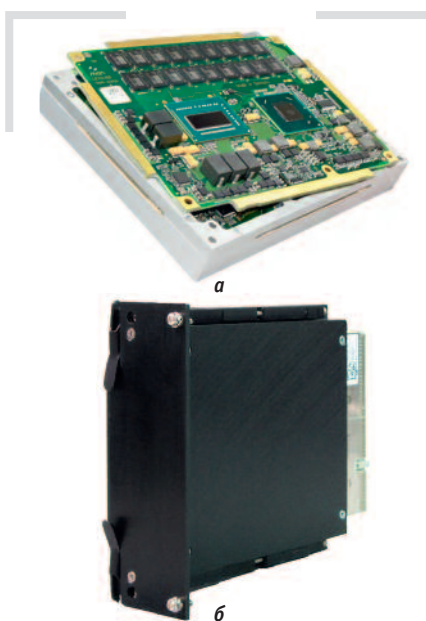


Рис. 5. Герметизированные изделия с кондуктивным охлаждением: а – модули Rugged COM Express, б – платы в формате CompactPCI

RJ-45, в данном случае невозможно. Некоторые из указанных разъёмов доступны в исполнении с дополнительными уплотнениями и защитой, но стоят они в десятки раз больше, чем стандартные надёжные разъёмы для жёстких условий эксплуатации, и иногда требуют разработки специальных конструкций.

Оптимальным выбором в соотношении цена—удобство—защищённость является разъём M12, который и был выбран при создании компьютера для морского применения. Эти разъёмы могут быть герметизированы до IP76 и надёжно работать при сильных ударах и вибрациях. Аналогичные круглые соединители типа MIL/Aero, применяемые в авиации и военной технике, ещё более надёжны, но значительно дороже.

КАК ОТВЕСТИ ТЕПЛО?

Плотно закрытые встраиваемые системы неизбежно сталкиваются с проблемой рассеивания тепла. Если есть только небольшой клапан для компенсации давления и, следовательно, практически отсутствует циркуляция воздуха, как можно охладить электронику? Решением служит кондуктивный теплоотвод, что также является причиной использования теплопроводящего алюминиевого корпуса во всех конструкциях для данного типа задач. В связи с этим важно, чтобы компоненты, которые выделяют тепло, были термически соединены с корпусом, в результате чего само устройство станет теплоотводом. Данная технология не ограничивается только встраиваемыми компьютерами — она также может быть применена для 19-дюймовых компонентов (CompactPCI/CompactPCI Serial) или модулей COM Express (Rugged COM Express). Оба варианта представлены на рис. 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания MEN имеет огромный опыт по разработке и производству защищённых и надёжных встраиваемых компьютеров. Основываясь на своём опыте в данной области, компания предлагает клиентам как заказные, так и стандартные решения. Наличие стандартных продуктов, присутствующих в каталоге и предназначенных для работы в самых жёстких условиях, позволяет снизить затраты и время на разработку проекта. ●

Перевод Алексея Пятницких, сотрудника фирмы ПРОСОФТ
 Телефон: (495) 234-0636
 E-mail: info@prosoft.ru

men

Always reliable. Always ahead.



Встраиваемые решения MEN

Защищённые компьютерные платы и системы для работы
в жёстких условиях эксплуатации и для ответственных применений

Высокое качество продукции в соответствии с ISO 9001/14001, AN/AS 9100, IRIS

Высокая надёжность в соответствии с EN 50155, DO-254, E1

Обеспечение уровней безопасности до SIL 4, DAL-A

Компьютерные модули Rugged COM Express® (VITA 59) и ESMexpress®

Платы в форматах CompactPCI®/PlusIO/Serial и VME

Мезонинные модули PMC, XMC, M-Module™ I/O

Защищённые коммутаторы Ethernet

Встраиваемые и панельные компьютеры

ProSoft®
WWW.PROSOFT.RU
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА	(495) 234-0636	info@prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ	(812) 448-0444	info@spb.prosoft.ru
АЛМА-АТА	(727) 321-8324	sales@kz.prosoft.ru
ВОЛГОГРАД	(8442) 260-048	volgograd@prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	(343) 376-2820	info@prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ	(843) 203-6020	info@kzn.prosoft.ru
КРАСНОДАР	(861) 224-9513	krasnodar@prosoft.ru

Н. НОВГОРОД	(831) 215-4084	n.novgorod@prosoft.ru
НОВОСИБИРСК	(383) 202-0960	info@nsk.prosoft.ru
ОМСК	(3812) 286-521	omsk@prosoft.ru
ПЕНЗА	(8412) 49-4971	penza@prosoft.ru
САМАРА	(846) 277-9166	info@samara.prosoft.ru
УФА	(347) 292-5216	info@ufa.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК	(351) 239-9360	chelyabinsk@prosoft.ru



Реклама