

Вентиляторы для радиоэлектронной аппаратуры

Леонид Вихарев (Санкт-Петербург)

В статье дан обзор основных типов вентиляторов, используемых в радиоэлектронной аппаратуре. Рассмотрены вопросы применения вентиляторов в зависимости от условий эксплуатации.

Даны рекомендации по расчёту и подбору вентиляторов.

Приведены некоторые правила разработки вентиляционных систем охлаждения РЭА.

ВВЕДЕНИЕ

В технических данных на любой полупроводниковый прибор, будь то диод или микропроцессор, обязательно приводятся сведения о диапазоне рабочих температур компонента. Для любого серийного электронного устройства указываются оптимальные температурные условия эксплуатации. Это важно из-за влияния температуры на параметры приборов и устройств [1].

Способов отвода избыточного тепла от компонентов радиоаппаратуры много. Простейший из них – использование радиаторов. Однако за эту простоту приходится расплачиваться громоздкими размерами аппаратуры, так как эффективность такого охлаждения невелика. Известно, что в условиях свободного конвекционного теплоотвода необходим радиатор с площадью поверхности примерно 25 см² на каждый ватт рассеиваемой мощности. Чтобы не увеличивать габариты, но повысить эффективность теплоотвода, применяют принудительную конвекцию. Струя прохладного воздуха от вентилятора, обтекая электронные компоненты, уносит с собою избыточное тепло, повышая эффективность охлаждения. С развитием и миниатюризацией радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) вентиляторы стали

компактнее, снизилась их потребляемая мощность, они почти не шумят, увеличился рабочий ресурс.

Однако, с появлением высокопроизводительных полупроводниковых чипов (процессоров современных компьютеров, специализированных видеопроцессоров и т.п.) их потребляемая мощность возросла до 50 и более ватт (мощность среднего паяльника!). Возникла проблема локального охлаждения радиоэлектронных компонентов. В свою очередь, совершенствование технологий в электротехнике привело к созданию миниатюрных электродвигателей и вентиляторов. Сегодня серийно производятся вентиляторы самых разных габаритов, в т. ч. малютки, сравнимые с размерами микросхем, которые они охлаждают (например, вентилятор AD1505LX-K90 фирмы JARO-USA с размерами 15 × 15 × 6 мм или GM0517PDV1-8 фирмы Sunon-Taiwan с размерами 17 × 17 × 8 мм). В большинстве случаев маленькие вентиляторы устанавливаются на радиаторы, примыкающие к поверхности охлаждаемого компонента. В продажу они поступают либо в виде уже смонтированного блока, получившего название «кулер», либо порознь – отдельно вентилятор, отдельно радиатор. Сочетание общей вентиляции РЭА с локальным обдувом отдельных наиболее разогретых её частей позволило более надёжно отводить избыточное тепло.

Размеры кулеров определяются размерами компонентов, для охлаждения которых они предназначены (например, процессоры фирм Intel или AMD, рис. 1). Они могут использоваться для охлаждения и других

электронных компонентов и входить в состав любой РЭА. При этом они должны подходить по конструкции, эффективности и размерам к охлаждаемому компоненту. Кулеры – сравнительно дорогостоящие изделия. Без серьёзных оснований в серийную аппаратуру их не ставят, отдавая предпочтение более дешёвым решениям. Поэтому кулеры в этой статье рассматриваться не будут (интересующиеся кулерами читатели могут получить необходимые материалы на сайте www.ixbt.com).

ОСЕВЫЕ, ДИАГОНАЛЬНЫЕ И РАДИАЛЬНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ

Из множества различных конструкций вентиляторов, используемых для охлаждения РЭА, рассмотрим только осевые (аксиальные), диагональные и центробежные радиальные вентиляторы. Несмотря на внешнюю простоту, вентиляторы характеризуются множеством параметров. Среди них такие характеристики, как производительность, напряжение питания, потребляемая мощность, наличие встроенных схем управления и защиты, тип выходного статусного сигнала, уровень шума, тип и число подшипников, габариты (одна из важнейших характеристик) и т.д.

Все вентиляторы имеют напряжение питания постоянного или переменного тока и различаются, прежде всего, по производительности (ещё говорят «по расходу»). Под этим понимается интенсивность воздушного потока, т.е. объём перемещаемого вентилятором воздуха за единицу времени (литры в секунду, кубометры в час и т.п.). С этой характеристикой связан другой параметр, называемый статическим давлением. Он измеряется в миллиметрах (или дюймах) водяного столба и показывает разность между давлением воздушного потока вентилятора и атмосферным давлением. В зарубежной документации производительность вентиляторов часто приводится в CFM (куб. футов в минуту). Таблица 1 позволяет перевести одни единицы измерения в



Рис. 1. Кулер компании Evercool PT08-9525ELP для процессоров Intel Pentium

другие для сравнения вентиляторов по производительности.

Наиболее распространённый тип вентиляторов в системах охлаждения РЭА – осевые вентиляторы (внешний вид показан на рис. 2). Своё название они получили за то, что создаваемый ими воздушный поток движется параллельно оси вращения крыльчатки. Охлаждение аппаратуры потоком воздуха достигается путём установки вентилятора снаружи или внутри корпуса. Эти вентиляторы предназначены для создания больших воздушных потоков, но они бывают недостаточно эффективны в плотно закрытых конструкциях РЭА, т.к. не способны создавать большое статическое давление внутри закрытых шкафов с аппаратурой. Низкая эффективность обусловлена тем, что в таких вентиляторах воздух выталкивается всеми частями пропеллера. При большом сопротивлении воздушной среды часть потока отрывается от основной струи. Возникает турбулентность, при которой часть воздуха движется по небольшому кругу, снижая эффективность охлаждения.

Радиальные вентиляторы (или блеры) всасывают воздух через центральное осевое отверстие и выталкивают его радиально по всей окружности крыльчатки (внешний вид показан на рис. 3). Воздух выбрасывается лопастями рабочего колеса в момент, когда он разгоняется до максимальной круговой скорости. Спирально расширяющийся корпус-воздуховод направляет воздух в нужную сторону и преобразует высокую скорость движения потока в высокое статическое давление. Радиальные вентиляторы по сравнению с осевыми создают меньшие воздушные потоки, но большее статическое давление. Используются они в конструкциях РЭА, где имеются многочисленные перегородки и крупные компоненты, т.е. там, где существует высокое сопротивление воздушной среды. Данный тип вентиляторов также применяется в случаях, когда требуется ввести воздушную струю с изменением направления потока на угол 90°.

Диагональные вентиляторы занимают промежуточное положение между осевыми и радиальными и являются своеобразным гибридом, созданным на основе этих двух типов. В них использованы как эффект «за-

черпывания» воздуха лопастями осевых вентиляторов, так и принцип центробежного ускорения радиальных вентиляторов. В результате получается поток почти равный тому, что имеют осевые вентиляторы, и вместе с тем удаётся достичь высокого статического давления, присущего радиальным вентиляторам.

Отличительная черта диагонального вентилятора – коническая ступица ротора. Сердцевина ротора, сделанная в форме усечённого конуса, имеет маленькое сечение в зоне входа и увеличенный диаметр на стороне выброса (рис. 4). Более высокая круговая скорость движения кончиков лопастей придаёт более высокое центробежное ускорение воздуху. При тех же габаритах, что и у осевого вентилятора, молекулам воздуха здесь передаётся большая энергия, и, таким образом, достигается повышенное статическое давление. Вихреобразование минимизировано благодаря конической форме колеса вентилятора. Преимущество их также в том, что даже при высоких скоростях вращения и высоком статическом давлении вентилятор работает почти бесшумно.

В конструкциях вентиляторов постоянного тока прошлых лет двигатель имел неподвижный статор, внутри которого вращался ротор с насаженной на его вал крыльчаткой. Ток поступал на коллектор ротора через угольные щётки (самый ненадёжный элемент конструкции). Теперь статор и ротор поменялись местами. Статор с обмоткой находится в центре двигателя, тогда как ротор, представляющий собой постоянный магнит, вращается снаружи. Он же служит основанием крыльчатки. Вал двигателя вращается на герметизированных подшипниках внутри статора, а лопасти вентилятора вместе с ротором образуют единый конструктивный элемент (рис. 5).

Таблица 1. Соотношение различных единиц измерения воздушного потока

м³/с	м³/мин	м³/час	литр/с	литр/мин	фут³/с	CFM (фут³/мин)
1	60	3600	1000	60000	35,531	2118
0,017	1	60	16,667	1000	0,589	35,531
$2,778 \times 10^{-4}$	0,017	1	0,278	16,667	0,01	0,589
0,001	0,06	3,6	1	60	0,035	2,118
$1,667 \times 10^{-5}$	0,001	0,06	0,017	1	$5,9 \times 10^{-4}$	0,035
0,028	1,698	101,9	28,32	1698	1	60
$4,72 \times 10^{-4}$	0,028	1,698	0,472	28,31	0,017	1



Рис. 2. Аксиальный (осевой) вентилятор серии FFB06 компании Delta, Тайвань



Рис. 3. Центробежные радиальные вентиляторы



Рис. 4. Диагональный вентилятор компании EBM-Papst, США (видна часть печатной платы электронной системы управления)

В современных вентиляторах постоянного тока нет коллектора и угольных щёток. Коммутация тока на обмотках статора выполняется электронной схемой. Плата управления встраивается в электродвигатель и не требует дополнительного места, сокращая габариты системы. Пример конструкции вентилятора с платой управления показан на рис. 6. Момент переключения токов определяется при помощи сенсоров на эффекте Холла. Последние производятся в виде микросхем в миниатюрных кор-

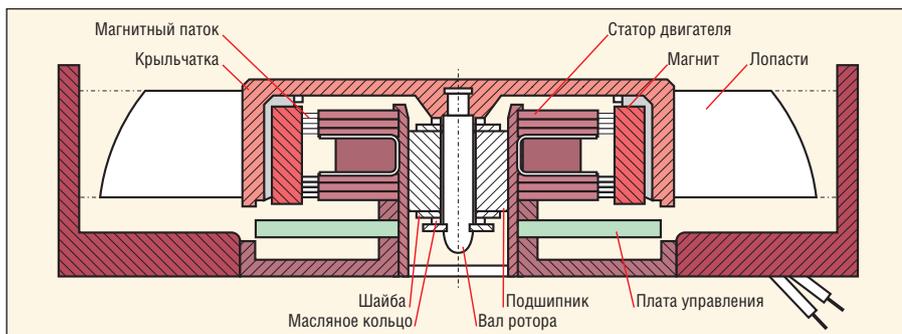


Рис. 5. Устройство современных вентиляторов

пусках для поверхностного монтажа и занимают мало места на плате. Поскольку мощность электродвигателей невелика, то в схеме удаётся обойтись без мощных транзисторов и диодов. Электронная схема выполняет коммутацию токов, но может также иметь датчики температуры, схемы защиты двигателя от перегрузки, датчики скорости вращения ротора. Встроенная схема совместно с внешней управляющей системой позволяет гибко регулировать скорость вращения ротора, меняя её в зависимости от состояния охлаждаемой аппаратуры.

Благодаря современной компоновке, двигатель и крыльчатка вентилятора составляют общую конструкцию, расположенную в центре воздушной струи, что обеспечивает хорошее воздушное охлаждение двигателя. Ещё одно важное достоинство такого расположения ротора и статора – высокий крутящий момент. По этой причине для заданной производительности уже не нужен мощный и энергоёмкий электродвигатель. Стало возможным уменьшить габариты и достичь тех же результатов при меньшей мощности.

К дополнительным преимуществам данной конструкции следует отнести сравнительную легкость выполнения модификаций вентиляторов. Вентиляторы, сделанные на базе одного типоразмера, могут отличаться возможностями управления и статусными сигналами, не различаясь при этом внешним видом и мощ-

ностью. Например, легко можно сделать обычный вентилятор или с «мягким» стартом (последний позволяет избежать лишних помех в сетях питания и исключить мощные коммутационные элементы из схемы управления). Вентилятор может оснащаться датчиками вращения ротора или температурными сенсорами. Встроенные в схему управления датчики температуры позволяют автоматизировать процесс поддержания оптимального теплового режима РЭА.

Стандартный интерфейс предоставляет богатые возможности управления двигателем, допуская управление скоростью вращения и, следовательно, величиной воздушного потока. Обычно интерфейс состоит из трёх проводов. Два из них – питание и «земля», а третий – статусный или управляющий. В зависимости от модификации, на этом проводе может присутствовать сигнал с постоянным уровнем напряжения, широтно-модулированный сигнал или импульсный сигнал с частотой пропорциональной скорости вращения ротора. Интерфейс позволяет реализовать два типа управления скоростью вращения двигателя: частотное (частотой импульсов или ШИМ-управление) и линейное управление напряжением питания.

Лидером в данной области техники является компания EBM-Papst, среди продукции которой можно найти серии изделий с несколькими вариантами статусных сигналов. От лидера не отстают и азиатские конкуренты. Например, в вентиляторах китайской компании Sunon серий ОСМ, ТМ, F, R, М и АМ, кроме обычных двух проводников («земля» и питание), есть третий – контрольный (статусный), с помощью которого можно определить состояние двигателя. У серии R (вентиляторы с автоматическим рестартом после остановки) уровень выход-

ного сигнала близок к нулю при нормальной работе и отличен от нуля в случае остановки двигателя. У серий ОСМ, ТМ, М и F – импульсный сигнал, который снимается при остановке двигателя. У серии F на выходе мандр, у которого частота импульсов пропорциональна скорости вращения ротора. В серии АМ защита двигателя от перегрузки дополнена звуковым излучателем. Аналогично используется третий провод в вентиляторах тайваньской компании Delta: F (частотный импульсный сигнал), R (низкий уровень сигнала).

В последние годы малогабаритные вентиляторы некоторых восточных фирм, предназначенные для охлаждения серийных компьютеров, оснащаются встроенными светодиодами двух или трёх цветов и крыльчаткой из прозрачного пластика. Встроенные датчики температуры управляют включением этих диодов и в зависимости от состояния окрашивают вращающуюся крыльчатку в синий, жёлтый или красный цвет.

Регулировка скорости вращения – очень полезное качество, позволяющее управлять интенсивностью воздушного потока и, следовательно, температурой охлаждаемого объекта и потреблением энергии. Выше говорилось, что используются два основных метода регулировки скорости вентилятора: линейное управление изменением напряжения питания и широтно-импульсное управление питанием двигателя. Рассмотрим каждый из них.

Метод линейного управления применим только к тем вентиляторам, которые способны устойчиво работать на пониженных напряжениях. У вентиляторов с низким номинальным уровнем напряжения питания (5 В и ниже) пределы регулировки скорости вращения довольно ограничены. Это связано с тем, что напряжение питания не может быть меньше некоторого порогового уровня. В сериях вентиляторов с напряжением питания 12 В оно может падать при регулировке до 5 В, а у низковольтных – на 1...1,5 В. Причём этот уровень различен для разных ситуаций. При старте с места, например, питание должно быть номинальным, а при плавном понижении числа оборотов оно может быть снижено более чем на 50%. При управлении данным способом часть напряжения гасится



Рис. 6. Статор вентилятора вместе с платой управления

на регулирующем элементе. Это не всегда допустимо, т.к. имеют место непроизводительные затраты мощности. К тому же в схему приходится включать мощный транзистор, который требует большого места. Однако данный метод позволяет плавно регулировать число оборотов ротора, прост в реализации и имеет наименьший уровень помех.

ШИМ-метод характеризуется повышенной шумностью работы вентиляторов, возникающей из-за биений скорости и появления ударных механических нагрузок. Важно отметить, что при таком методе управления становится невозможно контролировать работу с помощью встроенных средств и сигналов. Это существенный недостаток данного метода управления. Ещё один важный недостаток – высокий уровень генерируемых помех. Преимуществом ШИМ-метода является широкий диапазон регулировки скорости вращения. Частота вращения двигателя может начинаться практически с нуля.

Эффективность системы охлаждения повышается, если имеется обратная связь. Для этого в состав аппаратуры должны входить температурные датчики, сигнал от которых поступает на вход схемы управления двигателем. Поскольку проблема управления вентиляторами имеет не разовый характер, производители электронных компонентов в микросхемном исполнении реализовали ряд решений, облегчающих построение систем управления для вентиляционных устройств [9, 10]. На сайте [11] в изобилии представлены материалы и оригинальные решения по охлаждению плат.

На российском рынке можно найти продукцию, произведённую в различных частях света. В табл. 2 представлены наиболее известные из мировых компаний – производителей вентиляторов, в т.ч. азиатские компании, получившие мировое признание. Вентиляторы европейских и американских производителей встречаются у нас реже, хотя и обладают превосходными характеристиками. Отечественные пользователи часто отдают предпочтение продукции из Юго-Восточной Азии, т.к. она сравнительно дешевле. Но в ряде случаев технические параметры, заявленные в документации, далеки от реальных.

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ РЭА

Вентиляторы создают воздушный поток, который, преодолевая сопротивление среды, распространяется через охлаждаемое оборудование. Если течение воздуха через оборудование затрудняется какими-либо крупноразмерными компонентами или перегородками и изгибами, то поток будет уменьшаться. Движение воздуха через пространство шкафа или корпуса возможно, если существует перепад давления в начале и конце отрезка пути, по которому он движется.

Практически всегда существует сколько-нибудь заметное сопротивление потоку. Полное отсутствие сопротивления бывает только в идеале. В реальности можно считать, что оно незначительно и им можно пренебречь, если вентилятор работает в очень большой и пустой комнате. При этом воздушный поток достигает максимального значения, а статическое давление приближается к нулю. В приложении к закрытым шкафам и корпусам с РЭА картинка будет далека от идеала. Вместе с ростом сопротивления движению воздуха наблюдается пропорциональное уменьшение воздушного потока и рост статического давления. Струя наталкивается на препятствие, и вентилятору становится труднее «проталкивать» её через закрытое пространство. Скорость вращения крыльчатки уменьшается. Уменьшается, соответственно, интенсивность воз-

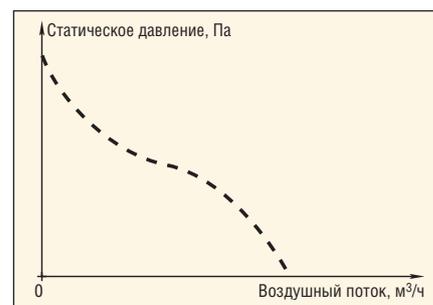


Рис. 7. Характеристическая кривая вентилятора

душного потока. Конструктивные особенности вентиляторов, в частности, мощность двигателя, частота вращения, диаметр рабочего колеса, число лопастей, их геометрия и т.д., определяют эффективность вентиляторов при меняющихся величинах давления и потока воздуха. Поведение вентиляторов описывается характерной кривой (рис. 7). Она устанавливает взаимосвязь между изменением статического давления, вызванного сопротивлением среды, и изменением величины воздушного потока, обеспечивая потребителя информацией о производительности вентилятора. Для каждой среды такая зависимость строго индивидуальна, и она может быть изменена экспериментально. Обычно фирмы-производители сопровождают технические данные на выпускаемые вентиляторы графическими характеристиками. На графике видно, что наибольший поток имеет место при наименьшем статическом давлении. И наоборот, максимальное давление наблюдается при работе вен-

Таблица 2. Производители вентиляторов и систем охлаждения, представленные на российском рынке

Компания	Адрес сайта	Тип производимой продукции
AMETEK (США)	www.ametek.com	Вентиляторы, контроллеры, электродвигатели
EBM-Papst (США)	www.ebmpapst.com	Вентиляторы, электродвигатели, кондиционеры, радиаторы
JMC (США)	www.jmcproducts.com	Вентиляторы, кулеры, аксессуары
Molex (США)	www.molex.com	Вентиляторы, радиаторы, кулеры, жидкостные системы
Mechatronics (США)	www.mechatronics.com	Вентиляторы и аксессуары
NMB (Panasonic, Япония)	www.nmbtech.com	Вентиляторы, миниатюрные подшипники, электродвигатели
Delta (Тайвань)	www.delta.com.tw	Вентиляторы, кулеры, радиаторы, электродвигатели
Evercool (Тайвань)	www.evercool.com.tw	Вентиляторы, кулеры, жидкостные системы
Jamicon (Тайвань)	www.jamicon.com.tw	Вентиляторы, конденсаторы, аксессуары
Titan (Тайвань)	www.titan-cd.com	Вентиляторы, кулеры, жидкостные системы, источники питания
Sunon (Тайвань)	www.sunon.com.tw	Вентиляторы, кулеры, электродвигатели, аксессуары
Thermaltake (Тайвань)	www.thermaltake.com	Вентиляторы, кулеры, жидкостные системы, источники питания
Zalman (Корея)	www.zalman.co.kr	Вентиляторы, кулеры, жидкостные системы, источники питания, контроллеры кулеров

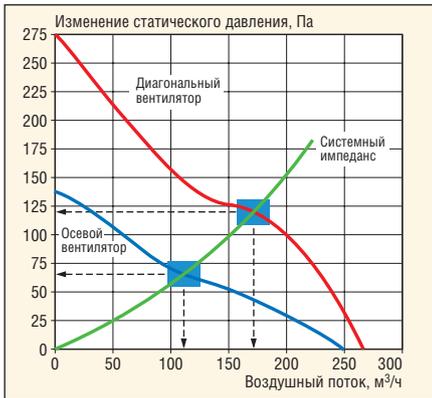


Рис. 8. Рабочая точка вентилятора

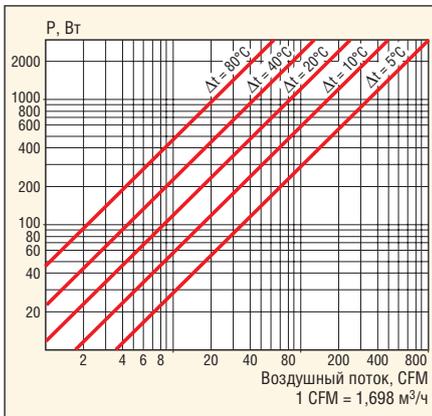


Рис. 10. Диаграмма для определения воздушного потока

вентилятора с закрытым выпуском, когда поток равен нулю. На рис. 8 показана точка пересечения кривой производительности вентилятора и кривой воздушного сопротивления системы. Эта точка называется рабочей точкой, и она показывает, какой должна быть величина воздушного потока вентилятора при заданной величине давления воздуха в данных условиях и в данной конструкции.

При разработке воздушной системы охлаждения РЭА для подбора подходящего вентилятора необходимо определить:

- количество теплоты, которое должно быть удалено из каркаса;
- перенос тепла (в ваттах), соответствующий изменению температуры;
- интенсивность воздушного потока, необходимого для удаления избыточного тепла.

Для облегчения подбора вентилятора разработаны различные табли-

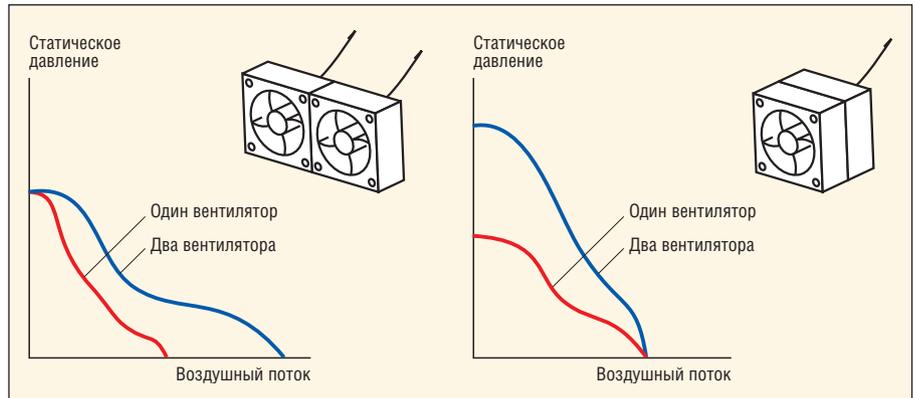


Рис. 9. Параллельная и последовательная работа вентиляторов

цы, использующие эти данные (например, табл. 3 компании EBM-Papst). Следует помнить, что производительность вентиляторов, указанная в технических характеристиках, определяется при нулевом статическом давлении, а реальная работа происходит при давлении, отличном от нуля. Поэтому выбор вентилятора для закрытой конструкции должен быть сделан из ряда с большим потоком (рекомендуется подбирать вентиляторы, имеющие производительность на 20...30% выше расчётной).

Если ни одно из известных устройств не обладает требуемой производительностью при заданном значении статического давления, то можно прибегнуть к каскадированию вентиляторов. При этом следует помнить, что параллельная работа двух одинаковых вентиляторов позволяет получать удвоение воздушного потока (при нулевом статическом давлении), а последовательная установка вентиляторов позволяет удвоить статическое давление в системе (при нулевом воздушном потоке). В реальности объём и давление возрастут, но менее, чем в два раза. Точную величину можно определить по характеристическим кривым, принцип построения которых иллюстрируется на рис. 9.

Разработаны различные диаграммы, позволяющие ориентироваться при разработке воздушной системы охлаждения РЭА даже неспециалисту. Например, диаграмма компании EBM-Papst позволяет легко опреде-

лить величину необходимого воздушного потока в зависимости от допустимого роста температуры в устройстве определённой мощности (рис. 10). Предположим, что устройство потребляет мощность 100 Вт, а допустимый прирост температуры по сравнению с выключенным состоянием (например, 27°C) не должен превышать 10°C (это очень жёсткое требование). Для определения воздушного потока необходимо найти на вертикальной оси точку, соответствующую 100 Вт, и провести горизонтальную прямую до пересечения с линией прироста 10°C; на горизонтальной оси получим примерно 17 CFM. Такова минимальная величина потока (при нулевом статическом давлении), которую должен обеспечить вентилятор, чтобы температура в аппаратуре не превышала 37°C. Дальнейший выбор будет учитывать условия работы аппаратуры, отличные от идеальных (габариты, мощность, уровень шума, конструктивные особенности и т.д.). Необходимо выбрать вентилятор с потоком, превышающим расчётную величину на 30%, т.е. с запасом по производительности.

Следует отметить, что эффективность работы воздушных систем охлаждения в большей степени, чем выбор технических характеристик вентиляторов, определяется умением правильно оценить реальные условия работы аппаратуры. Принудительное охлаждение струёй воздуха для компактных корпусов РЭА достигается или откачкой горячего воздуха из корпуса (с вентилятором на выпускной стороне), или нагнетанием прохладного воздуха (с вентилятором на входной стороне). На ранних этапах проектирования аппаратуры должно быть решено, ка-

Таблица 3. Типовые величины мощности РЭА и воздушного потока

Мощность, рассеиваемая РЭА, Вт	50	100	200	300	400	500	1000	2000	2500	5000	7500
Расчётная величина воздушного потока, CFM	9	18	36	54	72	72	90	180	360	440	880
Рекомендуемая величина воздушного потока, CFM	12	23	45	68	90	113	225	450	550	1100	1625

кой именно тип вентиляции (нагнетающий или вытяжной) наиболее удобен в данном конкретном случае, и должны быть продуманы размеры и местоположение впускных и выпускных отверстий в корпусе аппаратуры. Необходимо определить расположение компонентов по отношению к воздушному потоку, учесть допустимый уровень шума (уровень шума меньше 30 дБ практически не слышим), рассчитать достаточный воздушный поток, решить другие подобные вопросы.

Нагнетающий вентилятор образует направленный воздушный поток внутри корпуса РЭА. Он начинается от выходного отверстия вентилятора и простирается вглубь в направлении оси вращения крыльчатки. Воздух, подающийся вентилятором, может быть отфильтрован, а создание избыточного давления внутри корпуса не позволяет пыли проникать через щели. При проектировании конструкции аппаратуры необходимо разместить компоненты таким образом, чтобы наиболее горячие из них попали в охлаждающий поток (компоненты, остающи-

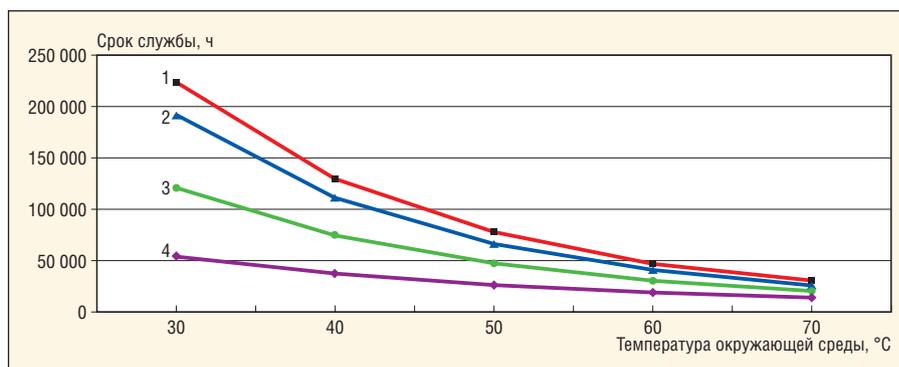


Рис. 11. Зависимость срока службы вентилятора от температуры окружающей среды и типа подшипников (материалы компании Sunon)

- 1 – имеет два специальных подшипника качения и специальную магнитную систему поддержки и стабилизации
 2 – имеет два обычных шарикоподшипника
 3 – имеет один шарикоподшипник и один подшипник скольжения
 4 – имеет два подшипника скольжения

ся вне потока, могут перегреваться). Важно избежать создания застойных зон, в которых воздух может перегреваться. К недостаткам нагнетающей вентиляции можно отнести дополнительный нагрев поступающего воздуха двигателем вентилятора.

В шкафу, оборудованном вытяжным вентилятором, возникает небольшое разрежение. Подсос возду-

ха может происходить через отверстия, расположенные оптимальным образом. В закрытом шкафу образуется несколько воздушных струй, возле каждой из которых можно разместить самые горячие компоненты. Для равномерного охлаждения всего объёма можно выполнить некоторые стенки корпуса сетчатыми, как это сделано, например, в блоках питания серийных компью-

Магнетодиэлектрики MICROMETALS

Снижение габаритов и потерь энергии



Высокоэффективные магнетодиэлектрические сердечники Micrometals для силовой электроники и ВЧ-техники

Micrometals наносит на свои изделия запатентованную цветовую маркировку в качестве защиты от подделок. Оригинальная продукция Micrometals в компании ПРОСОФТ

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ДОСТОИНСТВА

- Большая номенклатура типоразмеров – от 3,4 мм до 165 мм
- Токоизолирующее полимерное покрытие до 3 слоёв
- Тороидальные, Ш- и U-образные, трубчатые, низкопрофильные сердечники, стержни, шайбы, бусины и др.
- Силовые магнитопроводы до 5 МГц
- ВЧ-сердечники для частот от 0,01 до 500 МГц
- Рабочая температура до 2000°C
- Высокая стабильность параметров

Применение сердечников MICROMETALS позволяет:

- Снизить стоимость индуктивных компонентов в 3...5 раз
- Снизить потери на 30...50% по сравнению с ферритами
- Оптимально распределить потери между сердечником и обмоткой
- Повысить надёжность аппаратуры
- Оптимизировать конструкцию и уменьшить габариты индуктивных компонентов

PROSOFT®

ПРОСОФТ – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

теров. В результате воздух внутри шкафа или корпуса перемещается более свободно, распределяясь по всему объёму аппаратуры. При данном методе охлаждения образуется меньше застойных зон, а тепло, выделяемое электродвигателем самого вентилятора, в шкафу не рассеивается. Правда, сам вентилятор в этом случае работает в струе горячего воздуха, что сокращает срок его службы.

На срок службы вентилятора влияют также такие факторы, как тип и число подшипников, сбалансированность системы статор–ротор (т.е. точность изготовления узлов и качество сборки), температура внешней среды, стабильность параметров электрического питания и другие факторы. Температура является одним из главных факторов. Её влияние на срок службы вентилятора иллюстрируется графиками, приведёнными на рис. 11, где по вертикальной оси отсчитывается срок службы вентилятора, а по горизонтальной – температура окружающей среды. Кривая 1 соответствует вентилятору, имеющему два специальных подшипника качества и специальную магнитную систему поддержки и стабилизации, 2 – вентилятору с двумя обычными шарикоподшипниками, 3 – вентилятору с одним шариковым и одним подшипником скольжения, 4 – вентилятору с двумя подшипниками скольжения. Как видно из рисунка, повышение температуры окружающей среды на 20°C сокращает срок службы вентилятора почти в два раза. Теперь очевидно, что нагнетающий вентилятор проработает дольше вытяжного, т.к. он работает в прохладном потоке воздуха. Кроме того, при нагнетающей вентиляции в шкафу поддерживается повышенное давление, что препятствует проникновению внутрь атмосферной пыли, а усиление турбулентности воздушного потока внутри системы увеличивает общий отвод тепла на выходе.

При вытяжной вентиляции из-за возникающего разрежения атмосферная пыль втягивается внутрь шкафа сквозь все отверстия и щели. Фильтрация воздуха в данном случае невозможна. Поэтому в условиях повышенной запылённости воздуха лучше использовать жидкостные системы охлаждения, исклю-

чающие попадание запылённого воздуха в РЭА. Отметим, что жидкостные системы охлаждения используются только для локального охлаждения наиболее горячих компонентов и на общее снижение температуры внутри шкафа влияют мало. Но размещение вентилятора на выпускной стороне имеет и преимущества. Это лучшее управление воздушным потоком за счёт размещения впускных отверстий вблизи источников тепла и уменьшение уровня шума за счёт того, что выходное отверстие обычно располагается вдали от пользователя, на удаленной стороне шкафа. Ещё отметим, что тепло, выделяемое электродвигателем вентилятора, не влияет на работу РЭА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение рассмотрим основные факторы, влияющие на эффективность теплоотвода. При разработке системы охлаждения необходимо:

- определиться, какой именно тип вентиляции – нагнетающая или вытяжная – является оптимальным для данных условий эксплуатации;
- рассчитать необходимые величины воздушных потоков, выбрать тип вентилятора, учитывая мощность двигателя, допустимый уровень шума, полное время эксплуатации оборудования;
- внимательно продумать размещение электронных компонентов, а также расположение впускных и выпускных отверстий и пути движения воздуха.

Следует помнить, что охлаждение РЭА улучшается, если:

- увеличиваются объёмы и скорость потока воздуха;
- снижается сопротивление воздушному потоку;
- увеличивается разница температур в подводимом и выходящем потоке;
- исключаются застойные зоны или по крайней мере сокращаются их размеры и количество;
- применяются радиаторы.

С целью усиления теплоотвода следует:

- использовать для радиаторов материалы с высокой теплопроводностью и теплоёмкостью (например, медные или алюминиевые сплавы);

- увеличивать площадь охлаждаемой поверхности, придавая радиаторам сложную форму;
- ликвидировать всевозможные препятствия и перегородки на пути движения воздушного потока;
- по возможности располагать элементы с низким тепловыделением вблизи впускных отверстий, а наиболее горячие – вблизи выпускных отверстий.

При разработке системы нужно помнить, что:

- правильно подобранный вентилятор не должен перегреваться, поэтому лучше иметь небольшой запас по мощности двигателя, что обеспечит более длительную и надёжную эксплуатацию;
- применение мощных устройств с большим воздушным потоком, работающих на пониженной скорости, является лучшим способом борьбы с шумом;
- в случаях, когда необходимо для усиления охлаждения направлять большие объёмы воздуха в среду с высоким сопротивлением, следует отдавать предпочтение высокоскоростным центробежным вентиляторам;
- если выяснится, что теплоотвод недостаточен, то прежде чем принять решение о замене вентилятора на более мощный, следует пересмотреть компоновку устройства и расположение входных и выходных отверстий, расстановку компонентов на плате и путь движения воздушного потока.

ЛИТЕРАТУРА

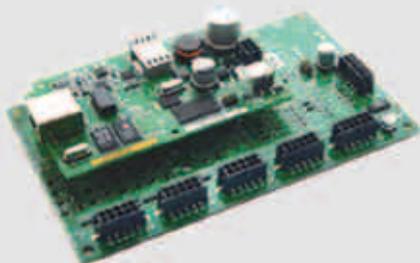
1. Вихарев Л. Как нужно работать, чтобы не сгореть на работе. Силовая электроника. 2005. № 4.
2. Валентинова М. Компьютерные системы: с тепловым режимом всё «Окей», Электроника НТБ. 2001. № 1.
3. Бёрк М. (перевод А. Власенко), Управление скоростью охлаждающего вентилятора: как и зачем это делается. www.analog.com.ru/Public/FAN%20CONTROL.pdf.
4. www.ebm.com/Product/techarticles.htm.
5. Compact Fans for AC and DC, каталог компании EBM-Papst. 2005.
6. www.jaro1.com/catalog.asp.
7. www.titan-cd.com.
8. www.zalman.co.kr.
9. www.sunon.com.tw.
10. www.analog.com.
11. www.overclockers.ru.



Новости мира News of the World Новости мира

Специализированные Embedded Controller-Boards за пять дней

Фирма Rabbit Semiconductor извещает о выпуске платформы продуктов RabbitFlex, в которой используется технология создания и производства плат по заказу. Пользователи RabbitFlex могут разрабатывать свои решения на уровне платы после предварительного применения Rabbit-Web-приложения RabbitFlex Configurator. Через интернет-сайт пользователь создаёт разработку путём выбора из палитры имеющихся опций плат, таких как Ethernet, RS232, RS485 или RabbitNet, а также из аналоговых и цифровых I/O-интерфейсов. Все эти конфигурации запоминаются в Design-ID. Благодаря упрощённой технологии производства продукты могут заказываться без разовых расходов, изготавливаться и поставляться с завода в течение пяти рабочих дней.



Для первой разработки предлагается комплект инструментов RabbitFlex, в котором содержится пакет программ разработки, документация, кабель программирования и принадлежности.

<http://www.ru.channel-e.de>

Инфракрасные температурные сенсоры с оптикой 22:1

Миниатюрные инфракрасные сенсоры серии MI фирмы Raytek дополнены моделью с оптикой 22:1, которая должна обеспечивать измерения на мельчайших пятнах даже в тяжёлых условиях. Благодаря своему оптическому разрешению измерительные головки особенно подходят для приложений, которые до сих пор предполагали большое фокусное расстояние или использование прицела. При использовании моделей могут проводиться измерения мельчайших пятен на относительно больших расстояниях. Размеры сенсора – диаметр 14 мм и длина 28 мм – позволяют простую интеграцию в самых тесных условиях, например, в управляющих установках или готовых изделиях. Измерительные головки MI могут иметь интерфейс RS485, что допускает наличие до 32 датчиков.



Опциональное программное обеспечение DataTemp MultiDrop служит для дистанционного управления датчиком и регистрации данных. Все устройства имеют стандартный коммуникационный интерфейс RS232 для дистанционного компьютерного контроля.

www.raytek.com

Serial Device Server: подключение устройств RS-232 к Ethernet

JetPorts, производимые фирмой Korenix, обеспечивают подключение устройств RS-232 к Ethernet. JetPort 5201 Serial Device Server представляет собой сетевое решение по администрированию последовательных устройств по сети Ethernet, базирующееся на Standard-IP. Это означает возможность управления через TCP/IP-сеть многочисленными распределёнными в среде Windows NT, 2000, XP, 2003, Linux последовательными устройствами, такими как терминалы, измерительные приборы, модемы и т.д. Последовательные устройства, которые подключены к JetPort 5201, могут размещаться в TCP/IP-сети и работать с вышеупомянутыми операционными системами. Благодаря разработке продукта скорость достигает 460,8 Кбит/с (Full Duplex).

Пакет JetPort Commander является Management Interface и работает под Windows-, Web- или Telnet-консолью. После запуска JetPort Commander производится поиск всех имеющихся в сети JetPort-устройств посредством Broadcasting-метода. Найденные уст-



ройства могут затем индивидуально вызываться и конфигурироваться. JetPort 5201 поддерживает функции SNMP и E-mail и автоматически извещает администратора о нарушениях. JetPort постоянно контролирует себя автоматически и выдаёт сообщения, например, TX/RX-Timeout, TCP alive check.

www.korenix.de

Модульная система регистрации данных с поддержкой USB

Компания National Instruments извещает о выпуске модульной системы регистрации данных с поддержкой USB – NI CompactDAQ. Речь идет о платформе, которая может использоваться для измерений с помощью сенсоров и электрических измерений на испытательном стенде, на месте монтажа, а также при производстве. Система включает в себя шасси с 8 гнездами для I/O-модулей, которые могут производить измерения по 256 каналам внутри системы.

CompactDAQ обеспечивает подключение и формирование сигналов для измерения таких параметров, как напряжение, температура, растяжение, акустика и колебания, а также цифровые вводы-выводы и процессы в схемах. Модули могут подключаться в процессе работы без выключения системы и обеспечивают автоматическую идентификацию. Они обладают изоляцией до 2300 В эффективного значения и возможностью передачи данных по 4 специальным USB-потокам сигналов для синхронных аналоговых и цифровых вводов-выводов, что обеспечивает работу приложений с интенсивным обменом данными. Размеры системы составляют 25 × 9 × 9 см, а питание возможно переменным или постоянным напряжением в пределах 11...30 В.

NI-DAQmx имеет открытый программный интерфейс приложения для языков offene NI LabView, C/C++, Visual Basic 6 и Microsoft Visual Studio.net, а также DAQ-ассистента, служебную программу с руководством компании NI, которая генерирует automatisch LabView-Programcode.

www.ni.com

