

Тепловые режимы эксплуатации AC/DC-преобразователей группы компаний «Александр Электрик»

Александр ГОНЧАРОВ,
К. Т. Н.
Константин СТЕПНЕВ
Олег НЕГРЕБА
alexdon@vmail.ru

Важнейшим фактором, влияющим на надежность работы модулей питания и, как следствие, на надежность аппаратуры, в которую они установлены, является правильно выбранный тепловой режим их эксплуатации [1]. Известно, что повышение рабочей температуры электронных компонентов на 10 °С приводит к сокращению их наработки на отказ вдвое [2, 3]. Поэтому выбор оптимального теплового режима работы модулей питания в аппаратуре — одно из первоочередных мероприятий при построении системы питания.



AC/DC модульные преобразователи группы компаний «Александр Электрик» [4–7] предназначены для применения в системах электропитания промышленной и специальной аппаратуры различного климатического исполнения. Модули имеют уникальное сочетание широкого температурного диапазона, устойчивости к внешним воздействующим факторам (ВВФ) и низкопрофильного компактного конструктива. Высокие удельные энергетические показатели модулей позволяют им уве-

ренно конкурировать с аналогичной продукцией других производителей.

В таблице 1 приведены массо-габаритные показатели модульных преобразователей, их энергетическая плотность и основные электрические характеристики.

На рис. 1 схематично показана конструкция модулей в разрезе. В основе модуля лежит общее теплоотводящее основание — алюминиевый корпус, на который отводится тепло от всех теплонагруженных элементов схемы — силовых транзисторов, диодов, трансформаторов, дросселей. В результате корпус модуля одновременно является радиатором, имеющим хорошую теплоотдачу. Так, преобразователи KS500A-230WS24-CN без дополнительного теплоотвода в нормальных климатических условиях способны питать нагрузку мощностью около 200 Вт, а с радиатором и принудительным охлаждением — нагрузку мощностью 500 Вт вплоть до температуры окружающей среды 85 °С.

Импульсные преобразователи имеют значение коэффициента полезного действия порядка 80–85%, что приводит к тепловым потерям внутри модулей, составляющим по величине 1/4–1/5 от мощности, поступающей в нагрузку. Если не отводить это выделяемое модулем тепло, то перегрев модуля приведет к срабатыванию его тепловой защиты и к обесточиванию системы. Эффективность отведения тепла корпусом самого модуля характеризуется тепловым сопротивлением «корпус–среда», значения которого для AC/DC-модулей группы компаний «Александр Электрик» приведены в таблице 2. В таблице также представлены сведения для оптимального выбора радиаторов и максимально допустимая выходная

Таблица 1. Состав и основные характеристики AC/DC-модулей группы компаний «Александр Электрик»

Выходная мощность модуля, Вт	Количество выходных каналов	Масса, кг	Габариты, мм	Энергетическая плотность, Вт/дм ³	Температурный диапазон, °С	Входное напряжение, В		Развязка вход/выход, –кВ	Дистанционное выключение	Развязка выходов	Подстройка выходного напряжения	Параллельная работа, выносная ОС	Корректор коэффициента мощности	Выход питания вентилятора	Стандарт ЭМС EN55022		Крепление на DIN-рейку	
						~100–264–80–140, ~176–264	Трехфазное ~305–457								класс В	класс А		
20–30	1	0,16	98×50×16	382	–50...+85 –40...+85 –10...+70	+		3		+					+		+	
60–75	2	0,22	108×60×20	578		+				+						+		+
150–200	3	0,5	130×83×32	579		+	+			+	+	+		+		•	+	+
400–500	1	1,71	171×92×34	940		+	+			+	+	+	+	+		•	+	+
800–1000	2	1,82	205×116×40	1099		+	+			+	+	+	+	+		•	+	+
1200–1500	1	2,21	244×139×40	1143		+	+			+	+	+	+	+		•	+	+

• — в разработке

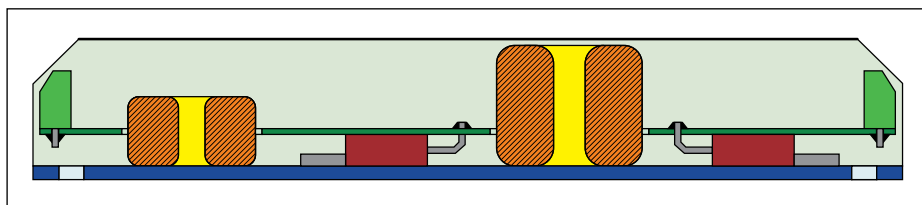


Рис. 1. Схематичная конструкция модулей в разрезе

Таблица 2. Тепловые характеристики модулей

Номинальная выходная мощность модуля, Вт	Тепловое сопротивление «корпус-среда», °С/Вт	Ориентировочная площадь поверхности дюралюминиевого радиатора при Rном для обеспечения ΔT=15 °С между температурой корпуса модуля и температурой окружающей среды, см²	Толщина основания радиатора, h _{рад} , мм, не менее	Максимальная выходная мощность без радиатора при 25 °С, P _{maxНКУ} , Вт
20	6,4	231	4	20
30		371		30
40		453		40
60	4,8	716	4	44,3
75		913		44,3
150	2,7	1724	6	83,6
200		2345		
400	1,8	4488	8	133,3
500		5654		
800	1,2	5322	8	334,6
1000		6716		
1200		7330		
1500	0,8	9239	8	550

мощность модулей без радиатора при температуре окружающей среды 25 °С.

В технической спецификации на модули часто приводятся типовые кривые снижения максимальной выходной мощности модулей без дополнительного теплоотвода в зависимости от температуры окружающей среды («тепловые кривые», или Derating curves) [8, 9]. По этим зависимостям можно оценить температурные возможности модулей без использования радиатора. На рис. 2 в качестве примера показана тепловая кривая для модуля NN75A-230WS12-SCP. На рис. 3 показана область допустимых режимов работы того же модуля при его эксплуатации с дополнительным радиатором и принудительной конвекцией.

На тепловой кривой по горизонтальной оси отложены значения температуры окружающей среды, а по вертикальной — значения максимальной выходной мощности модуля питания, при которой температура корпуса не превысит своего предельного значения. Горизонтальный участок тепловой кривой (рис. 2) соответствует максимальной долговременной мощности модуля питания, и температура корпуса модуля на этой части имеет примерно одинаковый перегрев ΔT относительно температуры окружающей среды. Спадающая часть тепловой кривой

характеризуется одинаковой максимально допустимой температурой корпуса +85 °С.

Площадь, ограниченная на графике тепловой кривой, является областью допустимых режимов работы модуля питания без использования радиатора, при условии свободной циркуляции окружающего воздуха. Здесь следует напомнить, что для повышения надежности системы питания рекомендуется эксплуатировать модуль с коэффициентом загрузки по мощности не более 0,7 и не допускать длительной работы при температурах корпуса, близких к максимально допустимой.

Выбор конструкции радиатора обычно производится с учетом компоновки модуля

питания в аппаратуре; весьма часто приемлемым теплоотводом может являться шасси или металлическая стенка прибора. Подробный расчет радиаторов электронных компонентов приведен, например, в [2, 10], а упрощенные методики можно найти в [8, 9]. Оценить необходимую площадь поверхности алюминиевого радиатора можно из следующего соотношения: для обеспечения перегрева модуля питания на 35 °С выше температуры окружающей среды потребуется радиатор площадью 20 см² на каждый ватт рассеиваемой мощности, то есть минимальная площадь алюминиевого радиатора S_{heatsink} в квадратных сантиметрах равна:

$$S_{heatsink} = (20 \times 35 \times P_{diss}) / (T_{max} - T_{amb}), \quad (1)$$

где P_{diss} — мощность тепловых потерь, Вт; T_{max} — максимально допустимая температура корпуса модуля питания, °С; T_{amb} — температура окружающего воздуха, °С.

Для AC/DC-модулей группа компаний «Александр Электрик» производит стандартные радиаторы, оптимально подобранные под условия естественного или принудительного охлаждения. Внешний вид некоторых выпускаемых радиаторов приведен на рис. 4, с номенклатурой радиаторов можно ознакомиться на сайте [4].

При компоновке модуля питания в аппаратуре необходимо обращать внимание на пра-



Рис. 4. Примеры стандартных радиаторов охлаждения

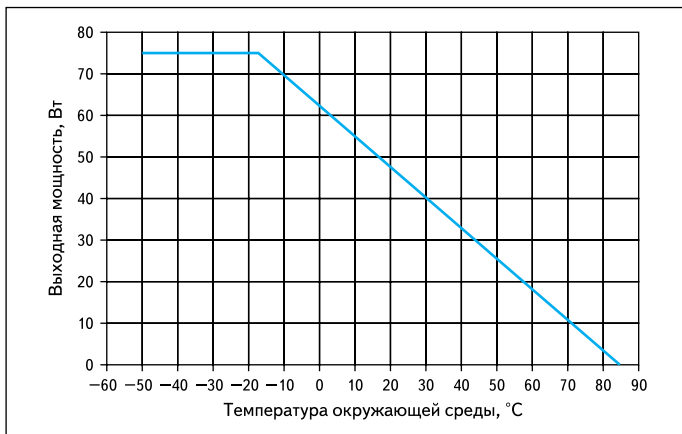


Рис. 2. Тепловая кривая модуля NN75A-230WS12-SCP без дополнительного теплоотвода

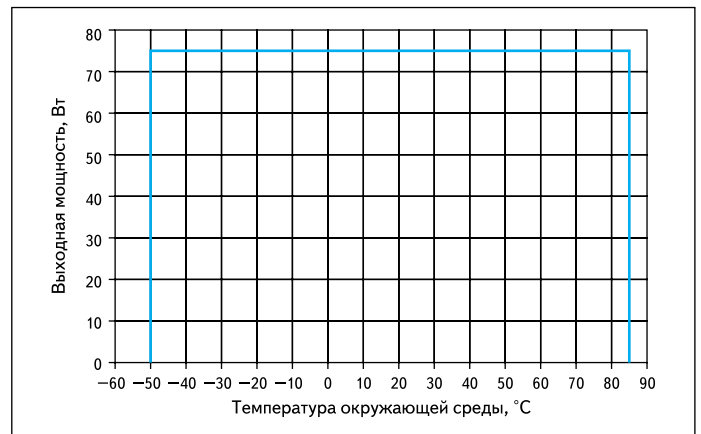


Рис. 3. Область допустимых режимов работы модуля NN75A-230WS12-SCP с дополнительным радиатором и принудительной конвекцией

вильное расположение его теплоотводящей системы в пространстве. Естественный или принудительный конвекционный поток воздуха должен беспрепятственно «омывать» теплоотводящую поверхность корпуса или ребра радиатора. При этом более эффективным будет такое расположение теплоотводящих поверхностей, когда нагретый поток воздуха как можно быстрее отводится от места теплообмена.

Значительно снизить размеры теплоотводящей системы, а в некоторых случаях и вообще от нее отказаться позволяет применение принудительной конвекции при помощи вентилятора. Поток воздуха через теплоотводящую поверхность модуля питания или через его радиатор со скоростью 1 м/с снижает тепловое сопротивление примерно в два раза, то есть вдвое увеличивает эффективную площадь теплоотвода по сравнению со свободной конвекцией.

Современный рынок AC/DC источников питания широко представлен изделиями с рабочим температурным диапазоном до $-10...+70$ °С и относительно большими габаритными размерами. Однако техника промышленного и специального назначения предъявляет к источникам питания особые требования к компактности и устойчивости к интенсивному воздействию механических, климатических и химических факторов (вибрация, расширенный температур-

ный диапазон, пыль, соляной туман и т. п.). Для применения в таких условиях эксплуатации AC/DC-модули группы компаний «Александр Электрик» являются оптимальным решением, поскольку они не имеют мировых аналогов по сочетанию высокой устойчивости к ВВФ, низкопрофильной конструкции и широкого температурного диапазона.

Конструктив модулей позволяет эффективно использовать в качестве внешнего теплоотвода элементы корпуса аппаратуры, что экономит пространство, необходимое для основных электронных узлов изделия. Кроме того, возможно использование унифицированных или специальных радиаторов, а также построение других систем охлаждения, обеспечивающих работоспособность модулей в самых жестких температурных условиях. Изготовители импульсных источников питания предлагают готовые системы охлаждения, наиболее подходящие к выпускаемой ими продукции. Специалисты профессионально подготовленных фирм-производителей, безусловно, ответят на все ваши вопросы, помогут избежать множества ошибок, быстро проанализировать различные варианты теплоотвода в аппаратуре и выбрать из них лучший, сократить время разработки системы охлаждения и на порядок повысить ее эффективность. ■

Литература

1. Гончаров А. Практика применения конверторных модулей класса DC/DC // Электронные компоненты. 1999. № 1–3.
2. Чернышев А. А., Иванов В. И., Аксенов А. И., Глушкова Д. Н. Обеспечение тепловых режимов электронной техники. М.: Энергия, 1980.
3. Бердичевский Б. Е. Вопросы обеспечения надежности радиоэлектронной аппаратуры при разработке. М.: Советское радио, 1977.
4. www.aeps-group.ru
5. Группа компаний «Александр Электрик». Каталог продукции. 2010 г.
6. Источники вторичного электропитания унифицированные в модульном исполнении. Модули серии «Н-А». Технические условия БКЯЮ.436610.010ТУ.
7. Источники вторичного электропитания унифицированные в модульном исполнении. Модули серии «ММА». Технические условия Главного конструктора БКЯЮ.436610.015ТУ ГК.
8. Гончаров А., Негреба О. Рекомендации по выбору теплового режима модулей питания // Компоненты и технологии. 2007. № 8.
9. Гончаров А., Негреба О. Рекомендации по выбору теплового режима модулей электропитания. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2008. № 3.
10. Найвельт Г. С., Мазель К. Б., Хусаинов Ч. И. и др. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Под ред. Г. С. Найвельта. М.: Радио и связь, 1985.