

ЧЕМ ПОЛЕЗНО ДЛЯ АППАРАТУРЫ ПЛАНАРНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ АС/DC-МОДУЛЕЙ AEPS-GROUP?

АЛЕКСАНДР ГОНЧАРОВ, CEO Alexander Electric SRO



Перед вами вторая статья, посвященная модулям питания компании AEPS-GROUP. В первой статье [1] была кратко представлена продукция компании. Во второй публикации автор более подробно описывает особенности модулей питания планарного исполнения, акцентируя внимание на их тепловых характеристиках.

Успех – это проекция цели на плоскость упорного труда.

Неизвестный автор

По сути, малогабаритный модуль электропитания в металлическом корпусе представляет собой коробочку, из которой поступает электрическая мощность в виде напряжения и тока, а внутри рассеивается мощность потерь в виде тепла.

(Автор подозревает, что термин «модуль для устройств электропитания» был придуман им и обнародован в 1990 г. для названия изделий первых своих фирм – «Александров...»). В дальнейшем термин «модуль электропитания» был принят мировым сообществом производителей унифицированных устройств электропитания. Пусть читатели напишут, что известно им, – эта информация понадобится для мемуаров автора).

Важнейший показатель для модулей электропитания с позиций компоновки в аппаратуре – конструктивная удельная мощность (**энергетическая плотность**). У современных модулей AC/DC показатель величиной 5–15 Вт/дюйм³ считается очень хорошим, однако он ничего не говорит о КПД и о температуре внутри корпуса модуля. Если система охлаждения в аппаратуре высокоэффективна, почти идеальна, она справится с большим перегревом модуля электропитания и проблема невысокого КПД с точки зрения отвода тепла легко решится. Останется лишь проблема значительного потребления от входной электропитающей сети. В таком случае можно реализовать высокий показатель удельной мощности.

К сожалению, на практике заставить тепло без потерь (т.е. через малое тепловое сопротивление) выйти из модуля на поверхность корпуса, а затем конструктивно обеспечить отвод тепла в аппаратуре является весьма непростой проблемой, часто перечеркивающей всю задуманную миниатюризацию. В таком случае приемлемой конструктивной удельной мощностью считается величина 5–10 Вт/дюйм³.

КАК РЕШАЮТСЯ ПРОБЛЕМЫ С ОТВОДОМ ТЕПЛА?

Во-первых, наша команда разработчиков и технологов AEPS-GROUP (**A**lexander **E**lectric **P**ower **S**upplies **G**roup) при про-

ектировании модулей электропитания новой серии старалась вывести тепло как минимум на одну грань корпуса модуля электропитания, прилегающей к условной поверхности радиатора. Наиболее передовые фирмы (например, Vicor) используют даже две грани корпуса – двухсторонний теплоотвод, а в устройствах, работающих в специальной охлаждающей жидкости, задействованы все шесть граней корпуса модуля.

Во-вторых, легко заметить, что близкий к кубу или к толстому параллелепипеду конструктивный объем модуля существенно проигрывает по поверхностной площади для отвода тепла плоской низкопрофильной или, если быть точнее, – **планарной конструкции корпуса модуля электропитания** (похоже, еще один авторский термин).

Представьте себе, что вы возьмете условный молоток (это конечно шутка, не пытайтесь повторить) и начнете плющить модуль так, чтобы уменьшить его профиль. Ничего, что у модуля начнет увеличиваться длина или ширина, или оба параметра. Главное, что у него начнет **увеличиваться поверхность охлаждения**. В какой-то момент вы как конструктор будете удовлетворены – тепло начнет эффективно сниматься с помощью слабенького вентилятора и окружающего воздуха, а надежность модуля станет резко расти (сокращение перегрева на каждые 10°C позволяет примерно вдвое увеличить время наработки на отказ!). Если с тем же упорством продолжить начатое, вы достигнете идеала – профиль станет нулевым, а площадь поверхности – бесконечно большой. Что там вентилятор или воздух – охлаждение будет отличным и в космическом вакууме! Таким образом, мы изобрели способ получения планарного модуля, вообще не требующего системы охлаждения.

ЧТО ДАЕТ ПЛАНАРНОСТЬ

1. Рассмотрим *планарность* как весьма желательный параметр конструкции. Модули электропитания в большинстве случаев являются самыми толстыми элементами конструкции и очень плохо komponуются с другими микроэлектронными устройствами. Тонкому прибору легче найти место в современной аппаратуре с типовыми низкопрофильными компонентами.



Рис. 1. Модули JETA100-LP JETA700-LP и JETA3000-LP

- Компоновка осложняется в еще большей мере, когда к модулю электропитания прикреплен радиатор, который тоже занимает определенное пространство. Конечно, лучше всего использовать радиатор с максимальной толщиной, распластав на нем *планарный* модуль.
- Внутренние точечные источники тепла, или концентраторы тепла, в *планарной* конструкции максимально приближаются к поверхности охлаждения модуля, благодаря чему их тепловое сопротивление значительно уменьшается.

Новая серия AEPS-GROUP планарных AC/DC-модулей электропитания состоит из семи моделей: JETA100-LP, JETA150-LP, JETA300-LP, JETA700-LP, JETA1500-LP, JETA2000-LP и JETA3000-LP.

Как видно из обозначения модулей, они охватывают диапазон мощностей 100–3000 Вт.

Для примера на рисунке 1 показаны модули JETA100-LP JETA700-LP и JETA3000-LP. Внешне они имеют одну конструкцию и различаются (кроме выходной мощности) только размерами в диапазоне 100×51×18...299×169×38 мм. На рисунке показан самый маленький модуль серии JETA100-LP, средний по размерам и выходной мощности JETA700-LP и флагман серии AEPS-GROUP – самый мощный JETA3000-LP.

Рассмотрим характеристики новых изделий – однофазных планарных безвентиляторных AC/DC-модулей.

Входные сети электропитания. Модули планарного исполнения LP (low profile) серии **JETA-LP** рассчитаны на электрические сети переменного тока американского стандарта 120 В/60 Гц (~100–127 В) и европейского стандарта 220–240 В/50 Гц (~198–242 В). Для таких применений используется входная сеть **230 Вт** (~100–242 В) с частотой 50–60 (на заказ – 400) Гц. При этом возможны переходные отклонения в течение 1 с и питание от постоянного напряжения любой полярности; допускается ~100–264 В, или 140–340 В выпрямленного напряжения. С учетом требований для специальных применений на заказ осуществляется исполнение для сетей переменного тока **230 В** (~182–242 В, отклонение ~176–264 В в течение 1 с) или **115 В** (~81–138 В, отклонение ~81–150 В в течение 1 с) с частотой 50–60 (на заказ – 400) Гц. Возможно питание и от постоянного напряжения любой полярности 256–342 В для входа сети **230 В** и 113–195 В для входа сети **115 В**.

Заметим, что числа 100, 150, 300, 700, 1500, 2000 и 3000 в обозначении модулей определяют максимальную выходную мощность в Вт. Однако для обеспечения долговременной надежности коэффициент нагрузки модулей рекомендуется выбирать в диапазоне 0,7–0,8. Это значит, что модули данной серии оптимизированы на среднюю мощность **80, 120, 240, 600, 1200, 1600 и 2400** Вт, соответственно.

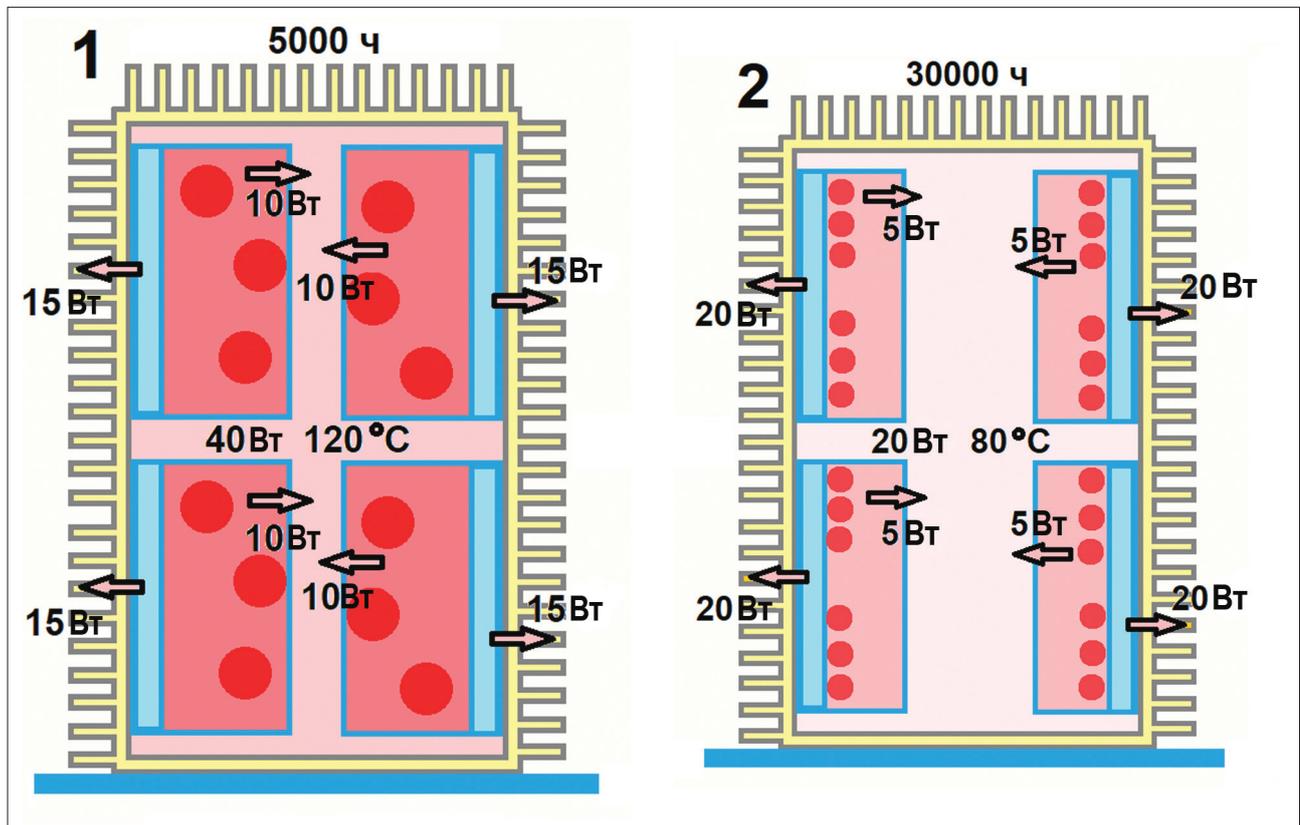


Рис. 2. Тепловые характеристики

Электрические преимущества: все одноканальные модули JETA-LP содержат синхронные выпрямители до выходного напряжения 27 В, что значительно увеличивает их КПД. Возможность реализации двухканального выхода с гальванически развязанными каналами дает уникальную схемную реализацию выхода во всех четырех возможных вариантах: два независимых канала, параллельно включенные каналы, последовательно включенные каналы для обеспечения высоковольтного выхода, выход со средней точкой. За исключением JETA100-LP и JETA150-LP все модули имеют **корректор коэффициента мощности**. Начиная с JETA300-LP и заканчивая JETA3000-LP, модули содержат полный функционал сервисных функций, вплоть до параллельной работы.

Конструктивные преимущества: модули JETA-LP исключительно малогабаритны в совокупности с высоким КПД. Благодаря этому у них – беспрецедентная конструктивная удельная мощность в диапазоне **17–25 Вт/дюйм³**. Алюминиевое или медное основание корпуса имеет ребра жесткости и одновременно служит для кондуктивного отвода тепла. Учитывая, что все компоненты с заметным весом конструктивно соединены с основанием и залиты жестким теплопроводящим компаундом, стойкость и прочность к механическим воздействиям весьма высоки.

На рисунке 2 показано, как планарность модулей электропитания влияет на надежность аппаратуры в случае использования герметичных конструктивных объемов.

Представим себе, что в герметичном объеме блока 1 кроме электронных устройств, практически не выделяющих тепло (они на рисунках не показаны), используются четыре высокоэффективных современных модуля электропитания фирмы XXX, каждый с выходной мощностью 225 Вт и КПД равным 90%. Такие параметры отвечают рассеиваемой мощности каждого модуля 25 Вт.

Модули имеют обычную конструкцию, не планарные («сундукообразные»), т. е. большой толщины. На рисунке показаны металлические основания модулей, через которые они отдают тепло в корпус–радиатор изнутри герметичного объема. Красными кружками условно показаны концентраторы тепла внутри каждого «сундучка». Это нагретые трансформаторы, отдельно установленные силовые полупроводники, т. е. сильно греющиеся компоненты.

Выделяемые каждым модулем 25 Вт тепла распределяются на две части: тепло мощностью 15 Вт уходит в корпус радиа-

тор, а вторая часть переходит во внутренний аппаратный объем корпуса, нагревает все, что внутри и опосредованно переходит также в корпус–радиатор. В результате через корпус–радиатор через основание модулей наружу выйдет тепло мощностью $4 \times 15 = 60$ Вт, а опосредованно через внутренний объем – $4 \times 10 = 40$ Вт; в сумме – 100 Вт тепловой мощности. При этом внутренняя температура блока составит, например, 120°C, что определит **наработку на отказ 5000 ч**.

Автор предупреждает, что для упрощения рассматривается задача, когда полезная выходная мощность покидает герметичный объем, а не рассеивается внутри.

На рисунке 2 б в блоке 2 иллюстрируется распределение тепла в случае планарных модулей, у которых все концентраторы тепла максимально приближены к основаниям и, как результат, от каждого модуля в корпус–радиатор передаются 20 Вт рассеиваемой мощности, а во внутренний объем поступают только 5 Вт.

Ситуация существенно изменилась. Как и в первом случае, с корпуса радиатора во внешнюю среду суммарно поступят те же 100 Вт, но внутренняя температура блока установится на уровне 80°C, что позволит значительно увеличить наработку на отказ примерно до **30000 ч!** И это именно благодаря планарной конструкции новых модулей AEPS-GROUP серии JETA-LP.

На нашем сайте [2] приводятся 11 областей применения. Модули AEPS-GROUP серии JETA-LP наиболее эффективны для использования в областях 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11 – для летающих объектов на высотах до 5 км в негерметизированных отсеках. К этим объектам относятся самолеты, вертолеты, дроны, летающие шары, планирующие аппараты, метеозонды. Модули также предназначены для эксплуатации в наземном транспорте всех видов – в железнодорожных локомотивах и вагонах, автомобилях, гусеничных передвижных средствах. Модули оптимальны для использования в суперкомпьютерах, радарх и экранах для отображения информации, работающих в условиях окружающей среды. Наконец, модули успешно работают в Арктике и Антарктиде, в горах на всех высотах, в холодных и раскаленных пустынях. ◀

ЛИТЕРАТУРА

1. Александр Гончаров. Можно ли конкурировать с Traco Power? Нужно!!/Электронные компоненты № 4. 2020.
2. www.aeps-group.com.

НОВОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

| «МИЛАНДР» СОЗДАЕТ ПРОИЗВОДСТВО СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА |

Разрабатываемый и запускаемый в производство комплекс представляет собой блок электронных компонентов (российский процессор архитектуры ARM, ОЗУ 1 Гбит, SSD 16 Гбит и более плюс микросхемы и блоки датчиков; все программное обеспечение – отечественное), а также два компактных миллиметровых радиолокатора (76–77 ГГц).

Один из радаров – однолучевой с углом обзора по горизонтали 40° на дистанции 70 м (90° на 20 м), угол обзора по вертикали – 36°. Радар обнаруживает одновременно до 10 объектов. Второй радар – многолучевой; по горизонтали на расстоянии до 180 м угол его обзора составляет 12° (соответственно на 20 м дистанции он увеличивается до 90°), угол обзора по вертикали – 24°. Этот радиолокатор обнаруживает до 16 объектов одновременно. Радары, входящие в состав комплекса, имеют габариты 21×10 см и 15×11 см при массе 0,5 кг каждый. Предполагается, что время службы системы составит не менее шести лет.

Собранный комплекс устанавливается на автомобиль и становится интеллектуальной системой, помогающей водителю в пути. Она предупреждает об опасности столкновения и в случае экстренной ситуации автоматически запускает экстренное торможение, осуществляет адаптивный круиз-контроль и автоматически управляет светом фар. Кроме того, разработчики закладывают в свою аппаратуру контроль «слепых» зон на дороге, подсказки водителю при смене полосы движения и оценку обстановки на дороге в условиях плохой видимости.

Стоимость государственных вложений в проект довольно невысока – около 150 млн руб. Столько же вносит в проект компания «Миландр». Серийная сборка начнется в 2022 г.

<https://russianelectronics.ru>