

МОДУЛИ ПИТАНИЯ – КАК ВЫБРАТЬ РАДИАТОР ОХЛАЖДЕНИЯ

М.Берман

Сегодня есть много мощных (300–1000 Вт) модулей питания, выполненных в форм-факторе Brick, например Full Brick и Half Brick (рис.1). Среди подобных модулей есть как DC/DC-, так и AC/DC-преобразователи. Несмотря на то, что такие устройства обладают высоким КПД (85–90% и выше), часть преобразуемой энергии все же выделяется в форме тепла. Например, модуль питания мощностью 500 Вт с КПД 90% выделяет более 55 Вт. Это тепло необходимо эффективно отводить, чтобы продлить срок службы самих модулей и конечных продуктов, где они используются. О том, как выбрать подходящий радиатор охлаждения, рассказывается в статье.

Высокая плотность мощности ($\text{Вт}/\text{см}^3$), реализованная в модулях питания форм-факторов Brick, делает их охлаждение в реальных приложениях непростой задачей. Как правило, такие модули размещены в пластиковых корпусах с теплоотводящим металлическим основанием. Компоненты, выделяющие большую мощность (полупроводниковые элементы, катушки индуктивности, трансформаторы и др.), термически сопряжены с этим основанием. Оно, в свою очередь, может быть присоединено к внешнему радиатору охлаждения, который поддерживает его температуру ниже допустимого значения (обычно от 85 до 100 °С).

В системе модуль питания-радиатор происходит кондуктивный (через прямой контакт между твердыми телами), конвективный (через контакт с воздухом или жидкостью) и радиационный (через ИК-излучение) теплообмен (рис.2). Передача тепла зависит от тепловых сопротивлений различных участков на пути распространения теплового потока – от полупроводникового элемента до радиатора охлаждения.

Чтобы обеспечить необходимое охлаждение модуля питания, нужно правильно подобрать размер и форму радиатора и определить, требуется

ли принудительное воздушное охлаждение. Этот процесс начинается с подробного рассмотрения спецификаций модуля питания и анализа характеристик конечного устройства (тепловых нагрузок, рабочих температур, пространственных ограничений, доступных источников и путей распространения воздушного потока).

На следующем этапе нужно определить энергию, которая будет потеряна внутри модуля, основываясь на его КПД. Необходимая для этого информация обычно приведена в документации



Рис.1. Модули питания в форм-факторах Full Brick (а) и Half Brick (б) компании TDK-Lambda

к модулям, но может быть также получена путем измерения входной и выходной мощностей. В качестве примера рассмотрим типовой AC/DC-преобразователь с выходными параметрами 48 В, 10,5 А, 504 Вт и КПД 85% при входном напряжении 120 В AC. Максимальная рабочая температура металлического основания этого модуля, измеренная в центральной точке, составляет 100°C.

Для вычисления мощности, рассеянной внутри модуля, можно воспользоваться выражением:

$$P_d = (P_{out}/\eta) - P_{out},$$

где P_{out} - выходная мощность, Вт; η - КПД.

Подставляя приведенные выше значения, получаем:

$$P_d = (504/0,85) - 504 = 88,9 \text{ Вт.}$$

Далее нужно вычислить тепловое сопротивление участка между основанием и окружающим воздухом. Это можно сделать по формуле:

$$\theta_{ba} = (T_b - T_a)/P_d,$$

где T_b - температура основания, °C; T_a - температура окружающего воздуха (в данном случае прием ее равной 40°C).

Для рассматриваемого примера

$$\theta_{ba} = (100 - 40)/88,9 = 0,67^\circ\text{C/Вт.}$$

Таким образом, в данном случае нужен радиатор (с принудительным воздушным охлаждением или без него), который обеспечивает тепловое сопротивление 0,67°C/Вт. Однако на практике необходимо учитывать также сопротивление теплового контакта между радиатором и основанием модуля (θ_{bs}). При использовании термопасты оно составляет около 0,1°C/Вт. Следовательно, тепловое сопротивление на участке между самим радиатором и окружающим воздухом должно быть равно:

$$\theta_{sa} = \theta_{ba} - \theta_{bs} = 0,67 - 0,1 = 0,57^\circ\text{C/Вт.}$$

Теперь нужно выбрать из числа совместимых с данным модулем питания радиаторов тот, тепловое сопротивление которого составляет 0,57°C/Вт. В данном случае таких радиаторов три (рис.3). Из рисунка видно, что для рассматриваемого примера подойдет радиатор HAF-15L (компании TDK-Lambda) с принудительным охлаждением потоком воздуха со скоростью около 1 м/с. Если исходить из более консервативных требований и стремиться увеличить время наработки модуля на отказ (MTBF - mean time between

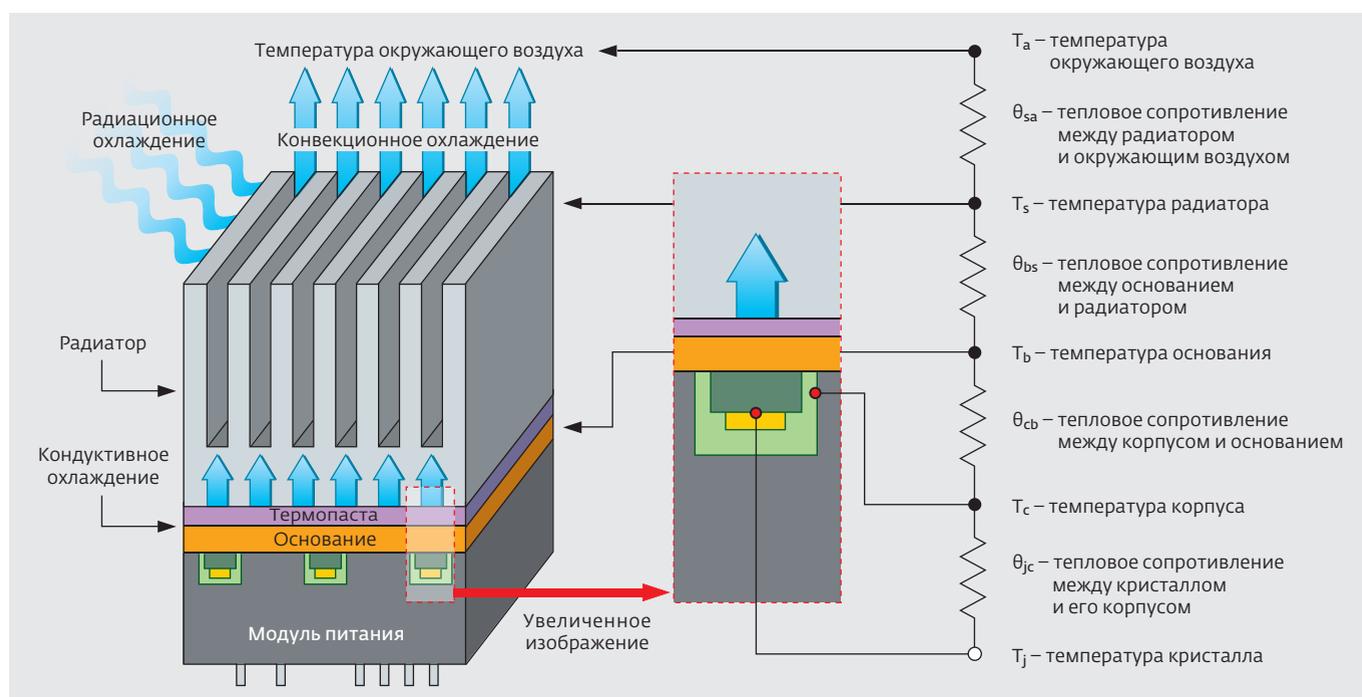


Рис.2. Теплопередача в системе охлаждения модулей питания

failures), нужно выполнить расчет для температуры металлического основания 85°C.

Здесь необходимо сделать одно важное замечание. После тепловых расчетов, выбора радиатора и скорости воздушного потока следует подтвердить полученные результаты в реальных экспериментах. Основная трудность при этом заключается в том, чтобы получить доступ к центральной точке металлического основания – там нужно измерить температуру, когда модуль работает под нагрузкой. Один из способов сделать это – просверлить отверстие в центре радиатора, через которое провода от термопары, размещенной в центре основания, будут идти к измерительному устройству.

Итак, в статье показано, как можно выбрать систему охлаждения для модулей питания. Поскольку их КПД постоянно увеличивается, требования к охлаждению будут снижаться, но работчики всегда должны учитывать тепловое воздействие модулей питания, а также других устройств в системе. Для более точной оценки всегда рекомендуется провести реальные исследования теплового режима системы с помощью термопар, размещенных в модулях питания и в других

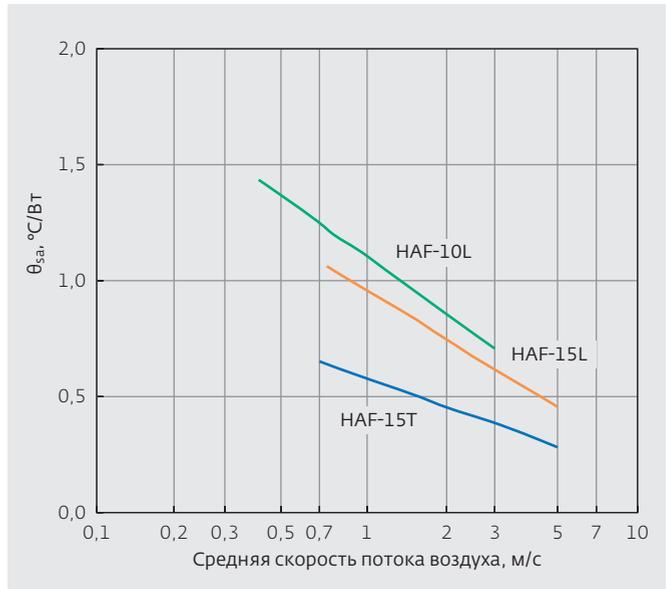


Рис.3. Зависимость теплового сопротивления радиаторов серии HAF (компании TDK-Lambda) от скорости воздушного потока

частях конечного продукта. Это гарантирует максимально надежную работу изделия. ●

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 920 руб.

АДАПТИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ: ТЕОРИЯ И АЛГОРИТМЫ

Джиган В.И.

В книге рассматриваются основные разновидности адаптивных фильтров и их применение в радиотехнических системах и системах связи. Дается представление о математических объектах и методах, используемых в теории адаптивной фильтрации сигналов. Рассматриваются приемы получения вычислительных процедур, сами процедуры и свойства таких алгоритмов адаптивной фильтрации, как алгоритмы Ньютона и наискорейшего спуска, алгоритмы по критерию наименьшего квадрата, рекурсивные алгоритмы по критерию наименьших квадратов и их быстрые (вычислительно эффективные) версии; рекурсивные алгоритмы по критерию наименьших квадратов для многоканальных фильтров и их версии для обработки нестационарных сигналов, а также многоканальные алгоритмы аффинных проекций. Дано описание стандартных и нестандартных приложений для моделирования адаптивных фильтров на современных языках программирования MATLAB, LabVIEW и SystemVue, а также реализаций адаптивных фильтров на современных цифровых сигнальных процессорах отечественного и зарубежного производства.

Особенностью книги является изложения теоретических материалов для наиболее общего случая – адаптивных фильтров с комплексными весовыми коэффициентами, наличие разделов по многоканальным адаптивным фильтрам и алгоритмам адаптивной фильтрации нестационарных сигналов.

Книга является первым систематическим изложением теории адаптивной фильтрации на русском языке.

Она предназначена для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов радиотехнических и связанных специальностей, изучающих и использующих на практике цифровую обработку сигналов и, в частности, адаптивную фильтрацию сигналов.

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2013. – 528 с.
ISBN 978-5-94836-342-4

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319 Москва, а/я 91; ☎ (495) 956-3346, 234-0110; knigi@technosphaera.ru, sales@technosphaera.ru

TDK-Lambda — мировой лидер по производству
промышленных источников питания

МОДУЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

CN-A



Компактные DC-DC модули
с широким входным
диапазоном 60-160В

PFE



Серия AC-DC модулей
мощностью 300-1000 Вт

PH



DC-DC преобразователи
мощностью
от 30 до 600Вт

- Широкий выбор моделей
- Охлаждение через теплоотводящее основание
- Выдерживаемое напряжение изоляции вход-выход ~3000 В
- Допустимая температура основания -40...+100 °С
- Дистанционное включение/выключение и другие функции

Коммерческая
и техническая поддержка:
info@tdk-lambda.ru

Полная информация на сайте:
www.tdk-lambda.ru

TDK-Lambda
Innovating Reliable Power