

Юрий Раковций | colorlumen@ukr.net

Блок питания

для мощных светодиодных осветительных приборов

В статье представлена практическая реализация блока питания для светодиодных осветительных приборов, прежде всего уличных и промышленных светильников.

Решение создать рассматриваемый блок питания (БП) возникло в ответ на потребность рынка компонентов для светодиодного освещения в интегральных решениях по электропитанию с учетом особенности их применения в мощных осветительных системах. Разработка БП велась в русле реализации выработанных в процессе развития светодиодной осветительной техники профессиональных подходов, описанных в многочисленных материалах по ее разработке.

Представленный БП серии CL-HSP-165 с мощностью, отдаваемой в нагрузку, не менее 165 Вт построен по принципу совмещения импульсного преобразователя сетевого напряжения и согласованных с ним источников питающего тока светодиодов (драйверов) в одном устройстве. Выбор такой конфигурации БП обусловлен применением его в осветительных приборах, где необходимо запитать большое количество мощных светодиодов, включенных единственно корректным способом, обеспечивающим длительный срок службы и надежность, а именно — отдельными последовательными цепочками.

На рынке имеются подобные интегральные решения известных производителей — многоканальные БП, но они уступают представляемому прибору по ключевым параметрам и функциональности.

Возможны другие, более гибкие варианты реализации подобной концепции питания светодиодов осветительного прибора — использование серийного сетевого преобразователя в качестве источника напряжения с подключением к нему серийных модульных драйверов светодиодов и дополнительных устройств обеспечения функциональности. Но эти решения трудно назвать интегральными и оптимальными по конечной стоимости и другим показателям.

Импульсный преобразователь сетевого напряжения переменного тока с входным напряжением 175–264 В построен по схеме резонансного преобразователя с активной коррекцией коэффициента мощности. Использованная схема резонансного преобразователя обеспечила уменьшение коммутационных потерь и электромагнитных помех и позволила поднять КПД преобразователя до 93%. Активная коррекция

коэффициента мощности преобразователя обеспечивает величину $>0,9$ при разных уровнях мощности, в том числе и меньше половины от полной, что немаловажно для работы при использовании регулирования мощности светодиодного прибора.

Источники стабилизированного тока светодиодов представляют собой полноценные импульсные стабилизаторы, построенные на базе современных микросхем для драйверов мощных светодиодов. БП текущей конфигурации оснащается двумя, четырьмя и шестью драйверами. Значение номинального тока светодиодов устанавливается при изготовлении в пределах 0,7–2,1 А. Это позволяет эффективно использовать БП для разных типов применяемых светодиодов и в различных режимах их использования. Источники тока имеют высокий КПД ($>97\%$), работают в расширенном температурном диапазоне, обеспечивают высокую точность стабилизации тока и предусматривают подключение цепочек с любым количеством светодиодов в пределах их суммарного падения напряжения до 48 В. Источники тока обеспечивают соответствие светового прибора всем требованиям к качеству светового потока и отдельную защиту выходов от перегрузки. К тому же применение такой схемы источников тока позволило корректно реализовать регулировку тока светодиодов, об использовании которой будет сказано далее.

Соблюдение температурного режима светодиода, а именно — соотношения температуры кристалла и протекающего через светодиод тока, является определяющим для срока службы мощных светодиодов. Показатели «разогреваемости» кристаллов светодиодов, используемых в конкретном световом приборе, зависят, в конечном счете, от его конструкции, используемых материалов, применяемых технологий и определяются, прежде всего, способностью конструкции светового прибора отводить и рассеивать тепло от полупроводниковых компонентов — светодиодов. Детальные тепловые расчеты, их экспериментальные проверки и испытания здесь являются обязательными.

Кроме собственно конструкции, светотехнических и других свойств, результатами конструирования светодиодного светового

прибора должны стать выводы о предельной температуре, которую он может иметь, чтобы на верхнем пределе температурного диапазона окружающей среды, приемлемого для работы светодиодов, при заданном питающем токе соблюдался температурный режим, регламентированный производителем. Только в этом случае можно ожидать достижения целевых показателей срока службы светодиодов.

Для обеспечения выполнения этих требований можно принять в расчеты при конструировании в качестве верхнего предела рабочего температурного диапазона завышенную и реально недостижимую величину температуры окружающей среды. Это повлечет за собой либо наращивание теплорассеивающих конструкций до неоправданно больших размеров, либо оснащение светового прибора светодиодами малой мощности и эффективности. Условно говоря, если для расчетной температуры окружающей среды $+40\text{ }^\circ\text{C}$ на каждые 10 Вт мощности нужна площадь рассеивания порядка 350–400 см², то для $+60\text{ }^\circ\text{C}$ она требуется уже в 3,5–4 раза больше.

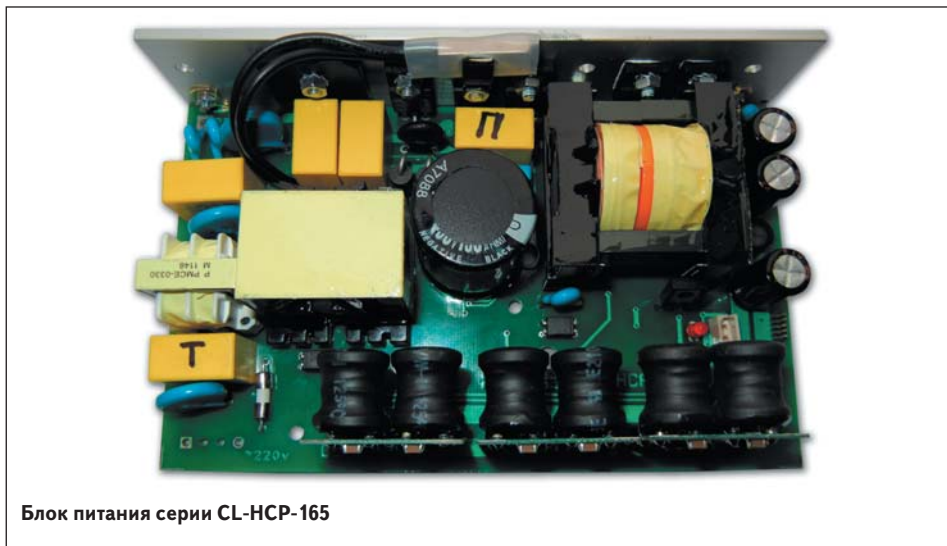
Другие способы охлаждения для рассматриваемых световых приборов — с помощью дополнительных активных охлаждающих устройств — рассматривать нет смысла. К сожалению, они, в основном, непригодны по эксплуатационным свойствам, увеличивают стоимость светового прибора, снижая его эффективность и надежность.

В таком случае остается либо создавать громоздкие и дорогие, но с адекватным рассеиванием тепла светодиодные приборы, либо идти по пути компромиссов, допуская при конструировании вероятность нарушений теплового режима светодиодов. Но известно, что не имеет значения, какой периодичности и длительности происходят нарушения температурного режима светодиодов — урон от них суммируется и неизбежно приводит к ускоренной деградации либо выходу светодиодов из строя.

Более приемлемое решение подсказывает сама функция зависимости температуры кристалла от тока светодиода. Английское ее название *derating curve* можно перевести как «кривая снижения». В самом деле, лучшим выходом из данной ситуации может являться снижение тока через светодиоды при достижении их кристаллами критической температуры. На возражения, что уменьшение тока светодиодов приведет к потере светового потока, ответ следующий. Во-первых, световой поток при разогреве светодиодов все равно упадет — с повышением температуры

p-n-перехода светоотдача ощутимо уменьшается. Во-вторых, в большинстве случаев, когда в светодиодной осветительной системе для предотвращения нарушения теплового режима может потребоваться снижение тока светодиодов, световой поток не играет роли. Например, автоматикой или диспетчером ошибочно были включены нагретые жарким полуденным солнцем до температуры свыше +50 °С светодиодные уличные светильники. Такой случай реален даже в наших широтах и может вызвать нарушение теплового режима светодиодов. Так не лучше ли обезопасить дорогостоящие световые приборы?

В описываемом БП реализация функции автоматического снижения тока светодиодов выполнена с использованием выносного температурного датчика и измерительно-регулирующего узла в схеме прибора. Выносной датчик позволяет проводить достоверные измерения температуры в наиболее пригодных для опосредованного получения корректных данных местах конструкции светового прибора. В БП реализованы гибкие алгоритмы измерений и регулирования тока светодиодов: как универсальные, с типовыми пороговыми величинами, так и создаваемые под конкретный световой прибор. Реализована функция дистанционного переключения рабочей мощности светильника, предназначенная в основном для использования в уличном освещении — режимы «вечер», «ночь». Системы управления уличным освещением — отдельная тема, укажем только, что представленный БП на большинстве типов светодиодов позволяет обеспечить 50%-ный световой поток при 40% потребляемой мощности и корректной работе ККМ.



Блок питания серии CL-HCP-165

Конструкция БП оптимизирована для возможности его выпуска в алюминиевом герметичном корпусе с габаритами 110×45×155 мм либо в виде открытого модуля для встраиваемых приложений с габаритами 145×95×35 мм (рисунок). Конструкция позволяет обеспечить тепловой контакт теплоотвода БП с теплоотводящими конструкциями корпуса светового прибора. Рассеиваемая тепловая мощность БП — порядка 15 Вт, рабочая температура окружающей среды –40...+70 °С.

Отметим, что при создании описываемого БП во главу угла ставилась качественная реализация его функций, достижение заданных параметров и технологичность, а вопросы оптимизации стоимости были на втором

плане, но результирующие стоимостные показатели даже при мелкосерийном производстве оказались оптимальнее большинства решений аналогичного класса на изделиях массовых серий.

В настоящее время представленный БП производится с использованием мощностей контрактного производства по заказам производителей светодиодных светильников. ●

Литература

1. Steve R. High Power LED and RCD Applications Guide.
2. Cree XLamp XP-G LEDs Datasheet.