

Сергей Миронов

Источники питания LED-светильников

для наружного и архитектурно-декоративного освещения

В течение нескольких лет наблюдается стабильное и существенное снижение стоимости светодиодов. Если рассмотреть светодиоды мощностью 1–3 Вт, которые массово применяются в наружном освещении, то за последние два года их стоимость уменьшилась примерно в 2–3 раза. Хотя цена такого компонента светодиодного светильника, как источник питания, за прошедшее время практически не изменилась. Если сравнить между собой стоимость источника питания и набора светодиодов в условном 100-Вт светодиодном светильнике (9–10,5 клм), можно получить примерно следующие усредненные значения:

- \$35–60 за источник питания;
- \$25–30 за 46–50 штук светодиодов, работающих на токе 700 мА.

В качестве источника питания рассматривались изделия зарубежных и российских производителей, выполненные в металлическом корпусе, имеющие класс защиты от внешних воздействующих факторов не ниже IP65/66, с коррекцией коэффициента мощности (ККМ) и с рабочей температурой от –40 °С. В качестве светодиодов рассматривалась продукция известных зарубежных производителей Osram, Cree. В принципе, на рынке можно найти указанную продукцию и меньшей стоимости, но пропорциональное отношение при этом сильно не изменится. Пример показывает, что в настоящий момент в светодиодном светильнике наружного освещения стоимость источника питания уже превышает стоимость источника света, следовательно, разработчику и производителю конечного продукта необходимо подходить к выбору источника питания с большой ответственностью.

На рынке светодиодных светильников есть изделия разного уровня качества. Можно встретить изделия, соответствующие и не соответствующие требованиям нормативной документации, имеющие и не имеющие необходимых сертификатов, подтверждающих выполнение норм по электромагнитной совместимости (ЭМС) и электробезопасности. Среди производителей существует жесткая конкуренция, и весьма важно выпускать конечный продукт, удовлетворяющий многочисленным требованиям. Этот аспект дополнительно накладывает ряд ограничений на выбор качественного источника питания, поскольку подавляющее большинство параметров светодиодного светильника задаются именно параметрами источника питания. В частности, ЭМС и устойчивость изделия к воздействию различного рода внешних помех определяются исключительно источником питания.

По излучаемым и наведенным помехам светильники наружного и промышленного освещения должны удовлетворять требованиям промышленного класса В [1]. Далеко не все производители источников питания заявляют, что их продукция соответствует указанному классу. Часто встречаются источники питания, отвечающие по ЭМС более низкому классу А или вообще не испытываемые по этому параметру, и на это следует обращать пристальное внимание, если разрабатывается светильник для наружного или промышленного освещения. В таком случае в светильнике потребуются применение дополнительных входных фильтров, увеличивающих конечную стоимость изначально дешевого источника питания.

Источники питания для светильников наружного освещения — достаточно мощные изделия в диапазоне от нескольких десятков до нескольких сотен ватт; в обязательном порядке они должны иметь коррекцию коэффициента мощности [2]. Условия эксплуатации являются довольно жесткими (температурный диапазон –40...+60 °С),

и требуется повышенная защита от внешних воздействующих факторов (IP65/67). При изготовлении источника должны применяться материалы, стойкие к ультрафиолетовому излучению солнца. Поскольку речь идет о больших потребляемых мощностях, желательно иметь источники с эффективностью более 90%. Предъявляются повышенные требования по устойчивости изделий к импульсным помехам повышенной энергии, изделия должны обладать хорошей надежностью, так как ремонт/замена уличного светильника связана с большими затратами, и, конечно же, источники питания должны иметь адекватную стоимость.

В настоящее время существует широкий спектр известных и малоизвестных изготовителей источников питания. В наружном и промышленном освещении хорошо зарекомендовали себя производители Mean Well и Inventronics. Среди малоизвестных производителей определенный интерес представляет бренд YYOSS, выпускающий продукцию под торговой маркой Yesok. Его продукция характеризуется хорошим качеством и достаточно невысокой стоимостью.

Компания Mean Well имеет самый широкий выбор семейств источников питания, предназначенных для наружного, промышленного и архитектурно-декоративного освещения (CEN, CLG, LPF, NPF, HLG, HLG-C, HBG, HVGC, PWM). Многие серии выпускаются уже несколько лет и хорошо известны производителям светодиодных светильников. Некоторые из перечисленных серий (HLG-C, HBG, NPF, PWM) появились относительно недавно.

Основная особенность продукции Mean Well заключается в том, что это, как правило, изделия с двойным режимом стабилизации выходных параметров (CV+CC). Двойной режим стабилизации подразумевает возможность работы источника питания как стабилизатора напряжения (CV; constant voltage), так и стабилизатора тока (CC; constant current). Конечно, в этом случае в мощных изделиях получается некоторый перекокс в область повышенных значений токов. Выходной ток источника определяется отношением выходной мощности к выходному напряжению, а модели имеют ограничение по выходному напряжению не выше 48–54 В, поэтому при большой выходной мощности увеличивается значение тока. Но эта особенность успешно обходится параллельным подключением светодиодных модулей в светильнике. С другой стороны, если в светильнике предполагается использование мощных светодиодных матриц, то такие источники оптимально с ними сочетаются. Особенностью матриц как раз и является низкое напряжение и повышенное значение тока, причем в достаточно широком диапазоне.

В отличие от Mean Well, компании Inventronics и Yesok разделяют свою продукцию по типу стабилизации на стабилизаторы тока и стабилизаторы напряжения.

В светодиодном освещении, в силу разных причин, удобнее использовать именно стабилизаторы тока, хотя бы потому, что в таком случае можно оперировать уже ставшими стандартными значениями и оптимально рассчитать режим работы светодиодов. Учитывая это, Mean Well разработала источники питания с повышенными выходными напряжениями на стандартные значения выходного тока (350, 700, 1050, 1400 мА), работающие только в режиме CC.

В настоящий момент у компании имеются два семейства источников питания для наружного применения, действующих в режиме CC, — это семейства HLG-C и HVGC. Внешний вид изделий приведен на рис. 1, а основные технические параметры указаны в таблице.

Т а б л и ц а . Основные технические параметры источников питания

Серия ИП	Изготовитель	Выходная мощность, Вт	Выходной ток, мА	КПД (тип.), %	Температурный диапазон, °С	Электрическая прочность изоляции вход-выход, кВ	IP	Срок гарантии, лет	Диапазон входного напряжения, В
HLG-60/80-C	MW	70, 90	350, 700	91	-40...70	3,75	65/67	5	90-305
HLG-120/185-C		150, 200	350, 500, 700, 1050, 1400	94	-25...70				
HVGC-65/100/150		65, 100, 150	350, 500, 700, 1050, 1400	91	-40...70				
HVG-100/160/240		100, 160, 240	1,6...10 A	92	-40...60				
EUC-ST(SV)	Inventronics	36, 52, 60, 75, 85, 96, 100, 120, 150, 200	350, 450, 700...6300	89...94	-35/40...70	3,75	67	2	90-305
YSSC	Yesok	35, 40, 65, 80, 100, 120, 150, 200, 240	350, 500, 700, 1050, ..., 10 000	87...93	-40...70	3 кВ	67	3	90-264

Компании Inventronics и Yesok выпускают продукцию с разделением по типу стабилизации. В таблице приведены основные параметры семейств источников питания, работающих в режиме стабилизации тока (CC). Количество семейств выпускаемой продукции меньше, чем у Mean Well, но количество моделей и выбор токов существенно больше. Изделия изготавливаются для стандартных и нестандартных значений выходного тока.

Внешний вид продукции Inventronics и Yesok можно видеть на рис. 2, а основные параметры приведены в таблице.

Как следует из таблицы и рисунков, рассматриваемые источники питания очень схожи между собой по основным параметрам и внешнему виду, но различаются гарантийным сроком и, соответственно, стоимостью.

Все представленные модели изготовлены в алюминиевом корпусе и полностью залиты компаундом. Наличие каскада КKM уже является обязательным условием, если изделие позиционируется как источник питания для светодиодного светильника.

Характерная особенность семейства HVGC — широкий диапазон входного напряжения: 180–528 В. Этот диапазон включает и однофазную сеть (фазное напряжение 220 В), и трехфазную сеть (линейное напряжение 380 В), что позволяет их подключать к трехфазной сети по схеме «звезда» и «треугольник».

Как видно из таблицы, все рассматриваемые источники питания имеют «уличный» температурный диапазон от -40 °С, за исключением серий HLG-120H-C и HLG-185H-C, которые работоспособны при температуре не ниже -25 °С. Эту особенность указанных двух серий следует обязательно учитывать при выборе.

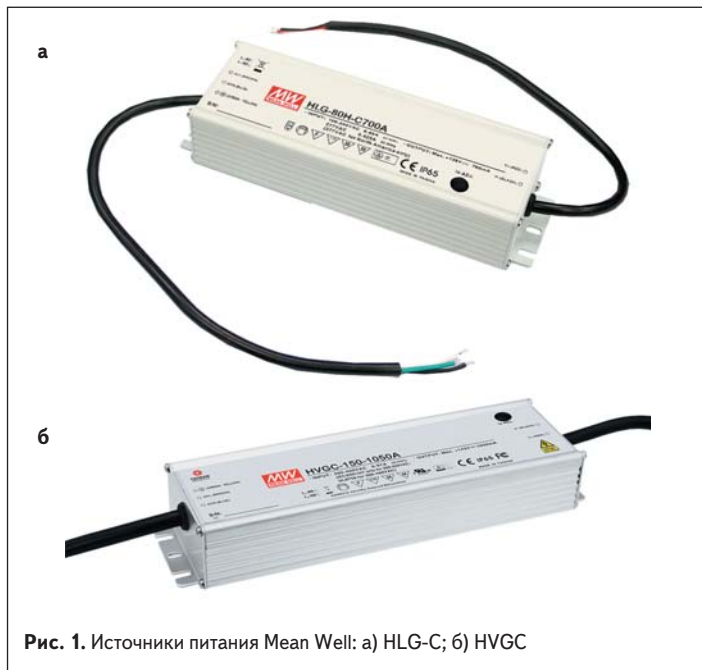


Рис. 1. Источники питания Mean Well: а) HLG-C; б) HVGC

Тем не менее компания Mean Well одна из немногих, которая может изготавливать источники питания для светодиодного освещения с нижней рабочей температурой от -60 °С. Есть ряд моделей семейства HLG мощностью от 80 до 185 Вт, поставляемых под заказ. Низкотемпературные источники имеют двойной режим стабилизации.

Особо следует выделить серию HVG, источники которой имеют необычный круглый форм-фактор (рис. 3). На рынке источников питания это пока единственная серия, выполненная в подобном дизайне. Если исходить из внешнего вида существующих светильников, созданных на традиционных источниках света, то именно такая форма является наиболее привычной для этого типа светильников



Рис. 2. Источники питания: а) Inventronics, б) Yesok



Рис. 3. Источники питания семейства HVG

(High Bay). Поэтому, применяя рассматриваемые источники питания, можно изготавливать светодиодные светильники с привычной для всех конструкцией. Серия HBG, ввиду большой мощности, изготавливается в металлическом корпусе, с заливкой компаундом по классу IP65/67. Данные источники обладают повышенной надежностью. Гарантия от производителя 5 лет, а срок службы оценивается не менее 40 тыс. часов при температуре корпуса $+70^{\circ}\text{C}$. Допускается крепление источника непосредственно к радиатору светильника (рис. 4). В этом случае следует учитывать верхнюю граничную температуру источника $+60^{\circ}\text{C}$. Для последующего крепления светильника на месте его установки в корпусе источника предусмотрено резьбовое отверстие под рым-болт для подвеса.

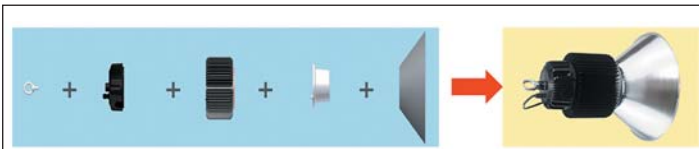


Рис. 4. Применение серии HBG в конструкции светильника High Bay

Практически все модели Mean Well и Inventronics доступны в варианте с диммигом по протоколам 1–10 В, ШИМ и изменением сопротивления. Полное обозначение моделей с диммигом или без диммига можно найти в листе технических данных на конкретную серию источников питания.

В настоящий момент максимальная мощность существующих источников питания для наружного применения ограничена 300–320 Вт. В частности, Mean Well выпускает серию HLG-320H. Есть еще несколько компаний, изготавливающих модели на выходную мощность 300 Вт. Подобные мощные источники широко применяются в архитектурно-декоративной подсветке и в других приложениях в качестве магистральных источников питания. Схема питания с одним центральным источником в режиме стабилизатора напряжения, к которому подключено большое количество световых приборов, имеющих в своем составе DC/DC-драйверы тока, или устройств, которым требуется стандартное значение напряжения питания. Особенности архитектурно-декоративной подсветки зданий требуют моделей источников питания с еще большей мощностью, особенно при подсветке исторических объектов. Учитывая это, компания Mean Well разработала серию источников питания уличного исполнения мощностью 600 Вт, работающую в режиме (CV+CC). Новая серия HLG-600H уже доступна для заказа. Внешний вид новой серии приведен на рис. 5.

Несмотря на значительную мощность, новая серия источников питания не нуждается в принудительном охлаждении; работоспособна в диапазоне температуры $-40 \dots +70^{\circ}\text{C}$, причем в диапазоне $-40 \dots +55^{\circ}\text{C}$ может действовать при полной выходной мощности, а при температуре $+55 \dots +70^{\circ}\text{C}$ максимальная выходная мощность линейно снижается до 60%. В этих приборах предусмотрена возможность диммига (HLG-600H-xxB) или ручной подстройки выходного напряжения и тока (HLG-600H-xxA), реализована схема дистанционного включения-выключения, а также дополнительный выход 5 В Stand Bay.



Рис. 5. Источники питания HLG-600H

Для архитектурно-декоративной подсветки очень часто применяются световые устройства и модули, которые для регулировки яркости требуют широтно-импульсного модулированного напряжения питания (ШИМ), например светодиодные ленты. Для подобных устройств и модулей Mean Well разработала семейство диммируемых источников питания, имеющих на выходе ШИМ напряжение с частотой 300 Гц. Это новые источники питания семейства PWM (рис. 6). Нетрудно заметить, что название семейства соответствует аббревиатуре ШИМ в англоязычном варианте (PWM). В настоящий момент есть источники питания мощностью 90 Вт и дополнительно доступны для заказа серии мощностью на 40, 60 и 120 Вт. Источники указанного семейства допускают диммирование по протоколам 0–10 В или ШИМ. При этом форма выходного напряжения имеет вид, указанный на рис. 6. Другими словами, применение данных источников для питания светодиодных лент и других модулей позволяет отказаться от дополнительного ШИМ-контроллера и осуществлять регулировку яркости выбранной нагрузки по протоколу 0–10 В или ШИМ. Источники питания выпускаются на выходное напряжение 12, 24, 36 и 48 В и предназначены для эксплуатации как внутри помещения, так и снаружи.



Рис. 6. Источник питания PWM-90 и форма его выходного напряжения

Говоря об источниках питания, следует сказать и об их надежности. Рассматриваемые производители указывают в технической документации такие параметры надежности, как срок службы (life time) и/или среднее время наработки между отказами (MTBF). По сути, все эти параметры основаны на расчетах. Здесь нет смысла углубляться в такие расчеты, отметим, что большое значение MTBF и срока службы не гарантирует длительного периода работы до первого отказа. Первый отказ изделия может произойти в любой момент, даже при первом включении в сеть. Практически о надежности можно говорить по многолетнему использованию изделий, но это в данной ситуации невозможно, а косвенно о надежности следует судить по предоставляемому сроку гарантии. Мы прекрасно понимаем, что производитель любой продукции не будет работать себе в убыток. Если предоставляется длительный период гарантии, то вероятность выхода изделия из строя, по крайней мере за этот период времени, — невелика и при прочих равных условиях нужно руководствоваться именно данным параметром.

Литература

- ГОСТ Р 51318.15-99. Радиопомехи промышленные от электрического светового и аналогичного оборудования. Нормы и методы испытаний.
- ГОСТ Р 51317.3.2-2006. Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний.