

Сергей Гасанов (г. Санкт-Петербург)

МАЛЫЕ ЗАТРАТЫ, ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ: ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ INVENTRONICS ДЛЯ LED-ОСВЕЩЕНИЯ



Высокопроизводительные источники питания Inventronics бюджетной серии LWC с мощностью 18 и 24 Вт предназначены для самых популярных и быстрорастущих сегментов рынка светодиодного освещения: уличного и офисного освещения, ЖКХ, декоративной подсветки и освещения витрин.



Источники питания для светодиодов — драйверы

Для обеспечения питания одиночного светодиода достаточно постоянного напряжения и одного ограничительного резистора, чтобы задать требуемый уровень тока. В осветительном устройстве, состоящем из большого числа светодиодов, соединенных между собой, такой способ питания неприемлем. Происходит это из-за того, что величина падения напряжения на светодиоде в прямом направлении различается от образца к образцу, как следствие будет различаться и яркость свечения между отдельными сегментами осветителя. Также характеристики любого полупроводникового прибора зависят от различных внешних факторов, основным из которых является изменение температуры окружающей среды. Таким образом, чтобы добиться равномерной яркости, целесообразно использовать источник питания, который за счет регулирования напряжения на выходе будет постоянно поддерживать одинаковый уровень тока, протекающего через цепочку светодиодов.

В основном это реализуется с помощью импульсных источников питания. В них сетевое напряжение сначала вы-

прямляется, затем используется для питания высокочастотного генератора, в котором оно преобразуется в прямоугольные импульсы частотой в несколько десятков кГц. Генератор основан на управляемых с помощью широтно-импульсной модуляции ключах, в качестве которых используются силовые транзисторы. Далее высокочастотные импульсы подаются на импульсный трансформатор, вторичная обмотка которого связана с выходным выпрямителем и фильтром. В случае если импульсный источник питания работает как источник тока, регулятор отслеживает падение напряжения на датчике тока, роль которого играет прецизионный образцовый резистор (шунт), включенный последовательно с нагрузкой. При этом происходит поддержание через нагрузку постоянного тока, не зависящего от величины нагрузки. Таким образом, не имеет значения, сколько светодиодов подключено к источнику последовательно, а также насколько изменилась температура окружающей среды — ток через цепь будет оставаться постоянным, следовательно, постоянной будет и яркость излучения светодиодов.

Большинство источников питания промышленного класса не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к системам наружного (*outdoor*) светодиодного освещения по ряду причин. Первая из них состоит в том, что обычный источник питания в большинстве случаев является стабилизатором напряжения, в то время как для питания осветителя из большого числа светодиодов требуется, как правило, постоянный ток. Следующая причина — большинство промышленных источников питания способны поддерживать постоянство выходной мощности только когда температура окружающей среды ниже 40°C (при более высокой температуре выходная мощность начинает снижаться), в то время как для многих приложений наружного и внутреннего (*indoor*) освещения этот температурный порог существенно выше и составляет 60...70°C. Третья причина заключается в том, что промышленные источники питания, как правило, не имеют молниезащиты и защиты от проникновения воды, а данные свойства являются необходимыми для всех видов наружных светодиодных осветителей.

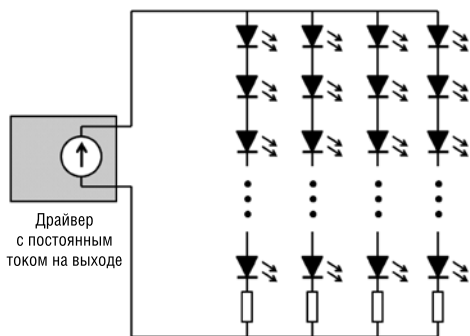


Рис. 1. Схема включения типа «параллельные цепочки»

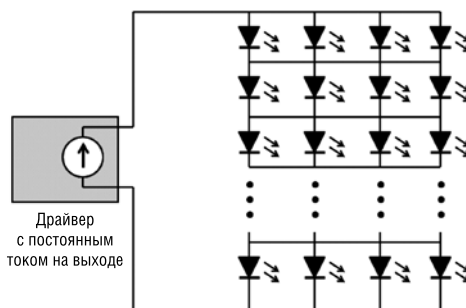


Рис. 2. Схема включения типа «матрица»

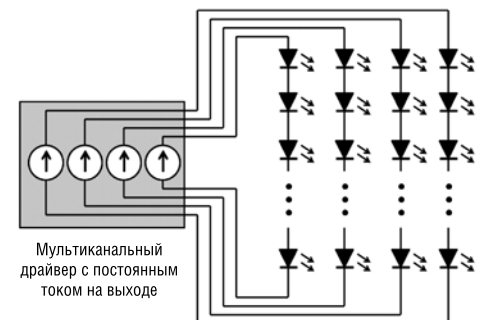


Рис. 3. Схема мультиканального включения

Таблица 1. Драйверы серии LWC

Наименование	Макс. Рвых, Вт	Uвых, В	Iвых, мА	Максимальный размах пульсаций тока в нагрузке*	КПД
LWC-018S035SSP/E	18,0	26...51	350	50%	86%
LWC-018S050SSP/E	18,0	18...36	500	50%	85%
LWC-018S075SSP/E	18,0	13...26	750	50%	84%
LWC-018S105SSP/E	18,0	9...17	1050	50%	83%
LWC-024S035SSP/E	25,2	36...72	350	50%	86%
LWC-024S050SSP/E	24,0	24...48	500	50%	86%
LWC-024S075SSP/E	25,2	18...36	750	50%	85%
LWC-024S105SSP/E	25,2	12...24	1050	50%	84%

* — Данный параметр приводится как процент от величины среднего значения тока на выходе при максимальной нагрузке.

Таблица 2. Параметры драйверов серии LWC

Сторона	Параметр	Значение
Вход	Допустимое рабочее напряжение (действующее значение), В	90...264
	Коэффициент мощности при полной нагрузке	0,95
	Корректор коэффициента мощности	Активный
	Максимальный потребляемый ток, А	0,22*/0,32**
	Максимальный пусковой ток, А	40
	Ток утечки, мА	0,5
Выход	Точность поддержания тока нагрузки	±10%
	Максимальная величина перерегулирования тока нагрузки при запуске	10%
	Нестабильность выходного тока по сети	5%
	Нестабильность выходного тока по нагрузке	5%
	Максимальное время выхода на режим при включении, с	1
Прочее	Диапазон рабочих температур, °C	-20...70
	Максимальная температура хранения, °C	-30...85
	Срок службы (при 25°C), часов	50000
	Среднее время наработки на отказ, часов	300000

* — для моделей LWC-018..., ** — для моделей LWC-024....

подавляющее большинство драйверов светодиодов оснащается активным корректором коэффициента мощности (ККМ). Основной задачей ККМ является установление соответствия по форме и фазе между током, потребляемым устройством и питающим сетевым напряжением. Следствием этого является более эффективное потребление энергии и снижение нагрузки на сеть.

Отличие высокопроизводительных драйверов светодиодов

Применение высокопроизводительных драйверов светодиодов. Пример: рассеиваемая мощность 100-ваттного (по выходу) драйвера составляет приблизительно 11,1 Вт, если его КПД равен 90%; если же КПД данного драйвера 80%, то уровень рассеиваемой мощности увеличивается до 25 Вт. Суммарное время работы светодиодного светильника составляет 40000 часов. Таким образом, разница в экономии электроэнергии в этих двух случаях будет равна 556 кВт·час. При стоимости 2,80 рубля за

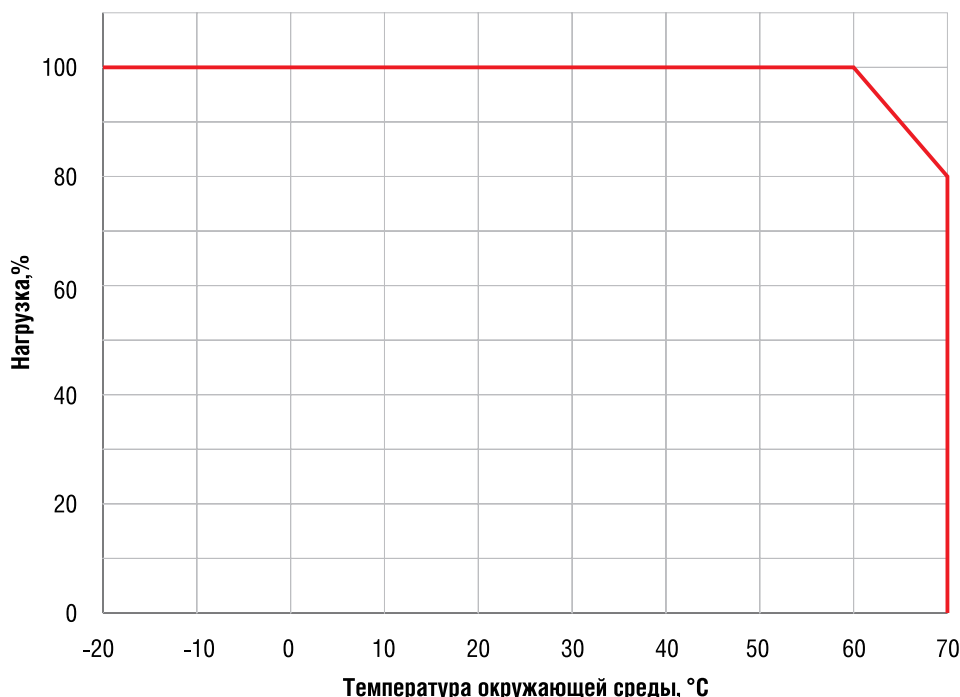


Рис. 4. Снижение мощности в нагрузке с ростом температуры окружающей среды

1 кВт·час за время эксплуатации высокопроизводительного драйвера можно сэкономить 1556,80 рубля.

Величина рассеиваемой мощности влияет на температуру работы драйвера. Чем ниже потери энергии при работе, тем меньше нагревается устройство и, как следствие, увеличивается его срок службы. Потери мощности в драйвере с КПД 90% вдвое меньше, чем в драйвере с КПД 80%. Последний будет нагреваться в два раза больше по сравнению с первым, что существенно повысит температуру его электронных компонентов. Срок службы электролитических конденсаторов, применяемых в драйвере, уменьшается на 50% при увеличении рабочей температуры на 10°C. Таким образом срок службы высокопроизводительных драйверов светодиодов будет в 2...4 раза длиннее, чем у низкопроизводительных. Надежность всех электронных компонентов драйвера также повышается при уменьшении рабочей температуры, поэтому величина средней наработки на отказ у высокопроизводительных драйверов также будет больше.

Основные способы соединения светодиодов в осветительном приборе

Светодиоды в осветительных лампах могут быть соединены различными способами, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Рассмотрим четыре основные конфигурации:

1) Последовательное соединение.

Возможно, самый простейший способ включения — когда анод каждого последующего светодиода соединен с катодом предыдущего. Один источник питания, работающий в режиме источника тока, может питать всю цепочку светодиодов. Данный способ хорош, когда требуется запитать небольшое число светодиодов. Однако падение напряжения на цепочке пропорционально количеству светодиодов в ней: длинные цепочки требуют высокого напряжения. При величине падения напряжения на мощном светодиоде в 3,5 В (в этом и дальнейших примерах) цепочка из 24 элементов порождает падение напряжения 84 В. Высокое напряжение является ограничивающим фактором при выборе источника питания. Если в результате неисправности происходит короткое замыкание какого-либо из светодиодов, то это приводит к незначительному увеличению тока, протекающего через цепочку. Однако если при выходе из строя одного из светодиодов происходит обрыв, то вся лампа перестает работать.

2) Параллельные цепочки.

Для минимизации рабочего напряжения цепочки из последовательно соединенных светодиодов могут быть соединены между собой параллельно. Для питания четырех параллельно соеди-

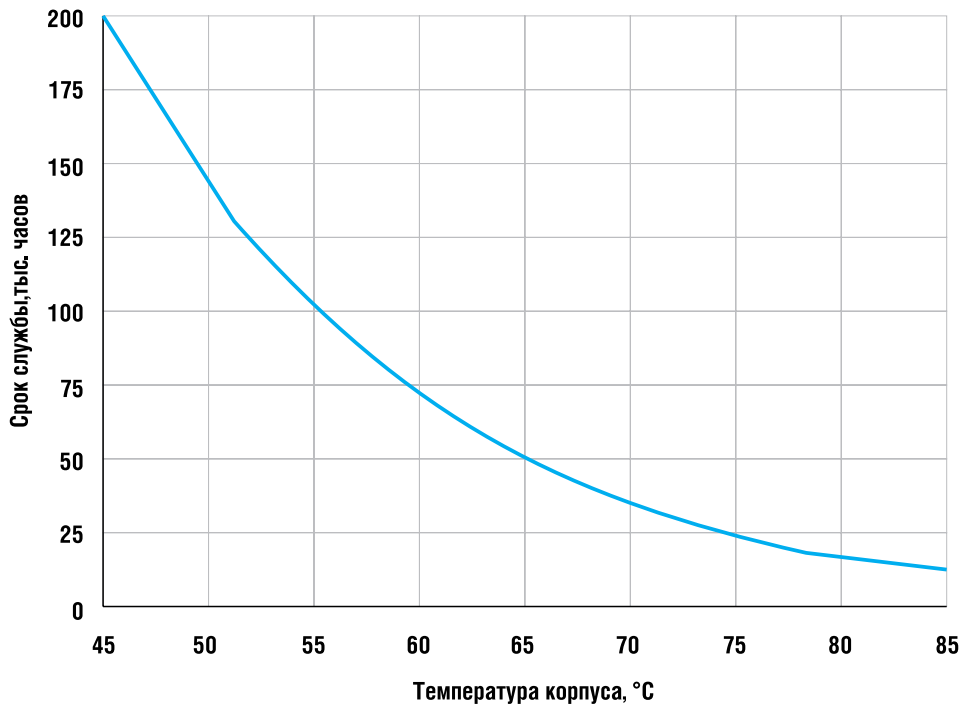


Рис. 5. Зависимость срока службы драйвера от температуры его корпуса

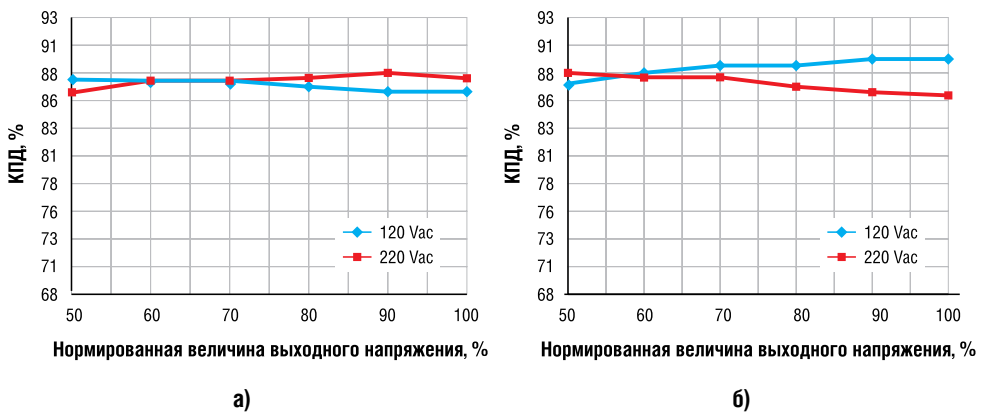


Рис. 6. Зависимость КПД от выходного напряжения: а – для моделей мощностью 18 Вт, б – для моделей с мощностью 24 Вт

ненных цепочек по шесть светодиодов требуется около 21 В, но это потребует в четыре раза большего тока, чем если бы они (цепочки) были соединены последовательно. Если в одной из цепочек произойдет обрыв в результате выхода из строя какого-либо из светодиодов, то остальные цепочки продолжают работу. Если же в цепочке в результате неисправности произойдет короткое замыкание каких-либо светодиодов, то эта цепочка будет потреблять больше тока, чем остальные. Эта ситуация приведет к тому, что надежность оставшихся в поврежденной цепочке светодиодов сни-

зится вследствие увеличения нагрузки на них. С целью уравнивания токов, протекающих через разные цепочки, обычно производится добавление резистора в каждую из них (рисунок 1).

Недостатком этого метода является большая потребляемая мощность из-за потерь на резисторах, а также то, что любая неполадка (обрыв или короткое замыкание светодиода) в одной из цепочек влияет на работу остальных цепочек. Преимущество: рабочее напряжение существенно ниже, чем при последовательном соединении всех светодиодов, как в предыдущем случае.

Таблица 3. Различия в корпусах моделей драйвера

Параметр	LWC-018SxxxSSE, LWC-024SxxxSSE	LWC-018SxxxSSP, LWC-024SxxxSSP
Габаритные размеры корпуса, мм	135x42x30,5	120x42x30,5
Масса, г	170	180
Тип контактов	Под обжим	Провода

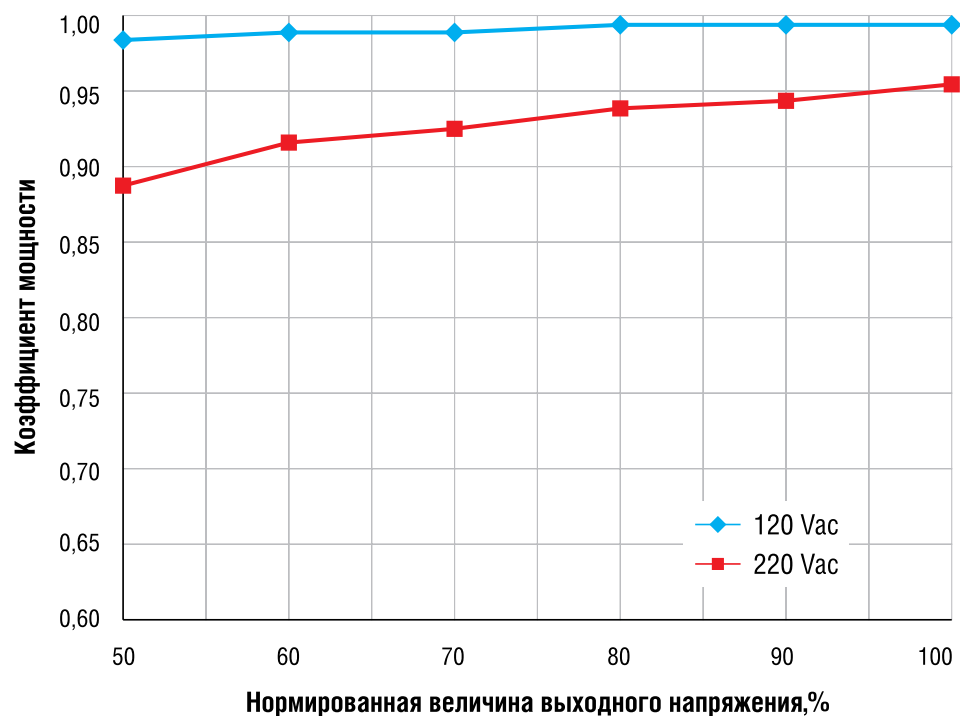


Рис. 7. Зависимость коэффициента мощности от выходного напряжения драйвера



Рис. 8. Внешний вид корпусов драйверов серии LWC: а — вариант SSE с контактами под обжим, б — вариант SSP — с жестко фиксированными проводами



Рис. 9. Внешний вид светодиодного модуля

3) Матрица.

Несколько светодиодов соединяются между собой параллельно, затем эта группа соединяется с другими такими же

группами последовательно. Изображение схемы данного включения (рисунок 2) напоминает матрицу, в которой число столбцов соответствует числу светодиодов в группе, а число рядов соответствует числу групп. Рабочее напряжение для питания матрицы из шести групп по четыре светодиода равно 21 В. Ток, потребляемый от драйвера, остается таким же, как и в предыдущем варианте включения.

Если в результате неисправности какого-либо светодиода произойдет его короткое замыкание (что является наиболее часто встречающимся сбоем), то другие светодиоды из этого ряда перестанут работать. Остальные ряды светодиодов будут работать нормально без перегрузки, а яркость лампы понизится на величину $1/r$, где r — число рядов. В случае обрыва при выходе из строя какого-либо из светодиодов, остальные светодиоды в этом ряду будут по-

треблять больший ток и, как следствие, светить немного ярче. Остальные ряды будут работать нормально.

Таким образом, к достоинствам этого типа включения можно отнести тот факт, что оно, в общем, является более терпимым к неисправностям и требует уровня напряжения на выходе драйвера, сравнимого с тем, который требуется для питания рассмотренного ранее соединения из параллельных цепочек светодиодов. Недостатком данного типа включения является неравномерное распределение токов в ряду вследствие технологического разброса между элементами, из-за чего яркость светодиодов может различаться.

4) Мультиканальное включение.

Для реализации такого включения (рисунок 3) требуется драйвер более сложной схемы с несколькими независимыми каналами на выходе. Каждая из цепочек последовательно соединенных светодиодов подсоединяется к своему каналу драйвера.

В случае неисправности при замыкании каких-либо светодиодов накоротко, остальные элементы в этой цепочке продолжают работать нормально (протекающий через них ток остается неизменным). При этом суммарная яркость лампы уменьшается на величину $1/n$, где n — общее число светодиодов в лампе. Если светодиод выходит из строя и образуется обрыв, то вся цепочка прекращает работу без влияния на остальные цепочки. Суммарная яркость лампы при этом уменьшается на величину $1/s$, где s — количество цепочек в лампе. Таким образом, преимущества данного типа включения: неисправность в одной цепочке не влияет на работу других цепочек; равномерная яркость свечения диодов. Недостаток метода — сложность драйвера и, как следствие, его высокая стоимость.

О компании Inventronics

Головной офис компании Inventronics расположен в городе Ханчжоу (КНР). Это китайско-американское предприятие мирового класса, специализирующееся на разработке, производстве и сбыте мощных драйверов для светодиодов и мощных сетевых вторичных источников питания.

Новые драйверы светодиодов фирмы Inventronics

Высокопроизводительные драйверы светодиодов Inventronics для бюджетных решений представлены серией LWC с постоянным током на выходе (таблица 1).

Поскольку в устройстве драйвера применяются электронные компоненты, характеристики которых обеспечиваются при работе только до определенной температуры, то применяется тепловая

Таблица 4. Перечень электротехнических стандартов для драйверов LWC

Нормы на радиопомехи	
EN 55015/CISPR15	Радиопомехи от электрического светового и аналогового оборудования. Нормы и методы измерений
FCC часть 15	Класс "В" — предельные нормы электромагнитных наводок для жилых помещений (Американская Государственная Комиссия по коммуникациям).
EN 61000-3-2	Часть 3-2: Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (оборудование с потребляемым током ≤ 16 А в одной фазе)
EN 61000-3-3	Часть 3-3: Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и «фликера» в низковольтных распределительных системах электроснабжения общего назначения, для оборудования с номинальным потребляемым током ≤ 16 А в одной фазе
Нормы по электромагнитной совместимости	
EN 61000-4-2	Часть 4-2: Испытания на устойчивость к электростатическому разряду, критерий «А»
EN 61000-4-3	Часть 4-3: Испытания на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю, критерий «А»
EN 61000-4-4	Часть 4-4: Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Базовая публикация ЭМС, критерий «А»
EN 61000-4-5	Часть 4-5: Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии
EN 61000-4-6	Часть 4-6: Устойчивость к помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями, критерий «А»
EN 61000-4-8	Часть 4-8: Методы испытаний и измерений — Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты, критерий «А»
EN 61000-4-11	Часть 4-11: Методы испытаний и измерений — Испытания на устойчивость к провалам, коротким прерываниям и изменениям напряжения, критерий «В»
EN 61547	Помехоустойчивость светового оборудования общего назначения. Требования и методы испытаний
Нормы по технике безопасности	
EN 61347-1	Устройства управления для ламп — часть 1: Общие требования и требования безопасности
EN 61347-2-13	Аппараты пускорегулирующие для ламп. Часть 2-13. Дополнительные требования к электронным пускорегулирующим аппаратам с напряжением питания постоянного или переменного тока для модулей со светоизлучающими диодами
UL/cUL	UL1310 class 2, TUV EN 60950-1, EN 61347-2-13, CAN/CSA C22.2 No. 223-M91, CSA C22.2 No. 107.1-01 - Международные стандарты по электробезопасности

защита, которая приостанавливает работу драйвера при достижении температурой порогового значения. График, иллюстрирующий сброс выходной мощности при увеличении температуры окружающей среды, представлен на рисунке 4.

Как уже было сказано выше, срок службы всего устройства определяется минимальным сроком службы компонента. Поскольку рост температуры существенно снижает срок службы электролитических конденсаторов, применяемых в драйвере, долговечность всего драйвера также сильно зависит от температуры. Данная зависимость проиллюстрирована на рисунке 5.

КПД драйверов незначительно зависит от величины выходного напряжения. Данная зависимость для модификаций драйверов с выходным током 350 мА приведена на рисунке 6.

Величина коэффициента мощности у драйверов серии LWC также незначительно зависит от выходного напряжения. Из-за этого высокое значение данного коэффициента поддерживается независимо от числа светодиодов, подключенных к выходу драйвера (рисунок 7).

Драйверы серии LWC выполнены в пластиковых корпусах двух видов; их внешний вид представлен на рисунке 8, а параметры приведены в таблице 3.

Стандарты

В таблице 4 приведен перечень электротехнических стандартов, которым соответствуют драйверы серии LWC.

Пример расчета светодиодного светильника с использованием драйвера серии LWC

Для проектирования светильника используем соединение светодиодных модулей компании CREE — XTEAWT-00-0000-000000F50-STAR (рисунок 9). Данный модуль представляет собой мощный светодиод с белым цветом свечения (цветовая температура: 5000...7000К), смонтированный на основании в форме звезды. Основание модуля специально сделано теплопроводящим, чтобы обеспечивать более эффективное рассеивание тепла при работе светодиода. Форма основания предполагает, что его удобно монтировать на любую поверхность.

Из перечня характеристик светодиодного модуля узнаем, что его световой поток при прямом токе $I_f = 350$ мА составляет 122 лм. При последовательном соединении светодиодов рабочий ток каждого из них будет иметь одно и то же значение, соответственно, суммарный световой поток будет равен: $n \cdot 122$ лм (где n — число светодиодов в цепочке). Данное значение тока для питания цепочки может обеспечить драйвер LWC-024S035SS. Напряжение на выходе этого драйвера может варьироваться в пределах 36...72 В.

Из вольт-амперной характеристики (ВАХ) светодиодов (рисунок 10) уста-

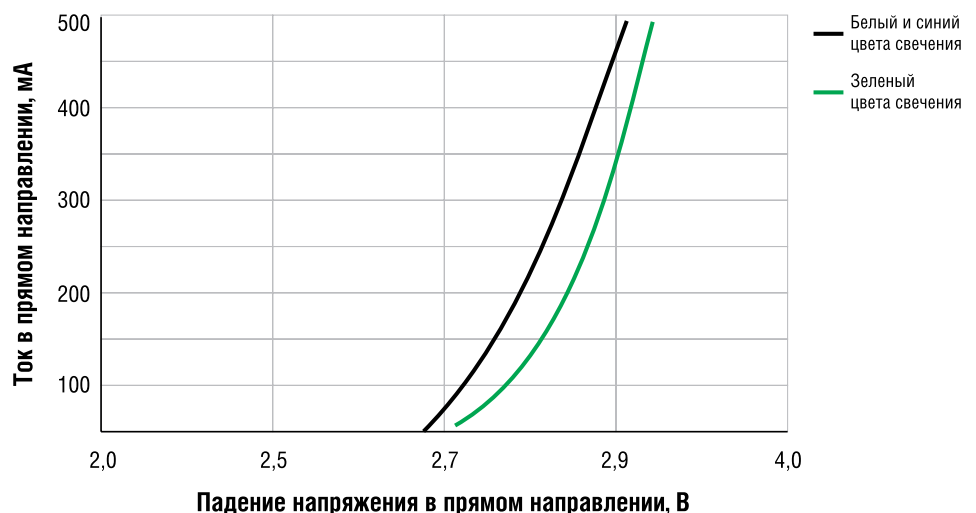


Рис. 10. Вольт-амперная характеристика светодиодов

новим, что при прямом токе 350 мА падение напряжения в прямом направлении V_f составит приблизительно 2,85 В. Поскольку ВАХ может меняться при изменении различных факторов, главным из которых является температура кристалла, учтем, что величина $V_f = V_{fmax} = 3,4$ В.

Суммарное падение напряжения в прямом направлении, производимое всеми светодиодами в последовательной цепочке, не должно превышать максимального напряжения на выходе драйвера $V_{max} = 72$ В. Количество светодиодов в цепочке: $n = V_{max}/V_f = 72/3,4 = 21$ шт. Суммарный световой поток, производимый этими светодиодами, при питании током 350 мА составит 2560 лм. Мощность, потребляемая светодиодами от драйвера $P = n \cdot V_f \cdot I_f = 21 \cdot 3,4 \cdot 0,35 = 25$ Вт. Световая отдача светильника: $2560/25 = 102,4$ лм/Вт, что значительно больше, чем у люминесцентной лампы – 50 лм/Вт (лампа мощностью 40 Вт производит световой поток около 2000 лм).

Заключение

Драйверы светодиодов компании Inventronics серии LWC имеют высокий КПД (до 86%), высокий коэффициент мощности 0,95, высокую надежность и длительный срок службы. Данная


продукция выполнена с соблюдением требований по электробезопасности и электромагнитной совместимости международной электротехнической комиссии. Драйвера данной серии с успехом могут использоваться в светильниках для ЖКХ или других светильниках для освещения помещений, в которых отсутствуют высокие требования к пульсациям.

Литература

1. Inventronics technical support FAQ: http://www.inventronics-co.com/jszc.asp?info_kind=004;

2. Application note: LED driver configuration: <http://www.inventronics-co.com/uploads/ANDriverConfigs.pdf>;

3. CREE XLamp XP-C LED, Technical information: <http://www.cree.com/led-components-and-modules/products/xlamp/discrete-directional/xlamp-xpc>

4. Справочная книга по светотехнике // Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак. 2005. – 972 с. 

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: ac-dc-ac.vesti@compel.ru

Высокоэффективные LED драйверы для однофазных и трехфазных сетей



HVG-100 и **HVGC-100** мощностью **96** и **100 Вт** – новые модели AC/DC-преобразователей для LED-освещения от компании **Mean Well** как для внутреннего, так и для наружного применения.

ИП имеют активный корректор коэффициента мощности, защиту от короткого замыкания, перенапряжения, перегрузки, перегрева. Диапазон входного напряжения от **180** до **480 VAC** позволяет им работать как в однофазных, так и в трехфазных сетях. Преобразователи имеют высокий **КПД** до **92%** и могут работать при температурах от **-40°C**.

Модели **HVG-100-xA** имеют регулировку выходного напряжения в пределах $\pm 10\%$ от номинального значения и регулировку уровня ограничения выходного тока от **50** до **100%**, **HVGC-100-xA** – только регулировку уровня ограничения выходного тока.

Преобразователи с индексом **B** имеют входной кабель для регулировки уровня ограничения выходного тока (диммирования) одним из трех способов: изменением постоянного напряжения от 1 до 10 В, ШИМ-сигналом или внешним потенциометром.

Оptionальный вариант **HVGC-100-xD** предусматривает возможность временного диммирования по заранее заданной заказчиком программе, сохраненной на встроенной плате управления.

Общие характеристики:

- Широкий входной диапазон **180...480 VAC**
- Алюминиевый герметизированный корпус, соответствует стандарту IP65/IP67
- Возможность подстройки выходного напряжения и тока
- Устойчивость к скачкам напряжения до **4 кВ**
- Встроенная схема активной компенсации реактивной мощности
- КПД до **92%**
- Конвекционное охлаждение
- Защита от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения, перегрева
- Диапазон рабочих температур: **-40...70°C**

INVENTRONICSСерия LWC

Особенности:

- Оптимальны для освещения ЖКХ
- Выходной стабилизированный ток (в зависимости от модели): 350 мА/500 мА/750 мА/1050 мА
- Активный корректор коэффициента мощности (КМ 0,95)
- Диапазон рабочих температур: -20...70°C
- Срок службы 50 000 часов

Москва
Тел.: (495) 995-0901, доб. 2535
Воронков Виталий
E-mail: v.voronkov@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-94-03, доб. 4219
Червинский Михаил
E-mail: led.spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru