

Сергей Миронов

LED-драйверы «ММП-Ирбис» — правильное решение для светодиодного освещения

В статье представлен обзор недорогих источников питания для светодиодного освещения широко известного российского производителя «ММП-Ирбис».

В настоящее время на рынке светодиодного освещения имеется достаточно широкий спектр источников питания (ИП) разных производителей, причем не только зарубежных, но и российских. Конечному потребителю зачастую бывает сложно определиться с выбором устройства, максимально полно отвечающего поставленным техническим требованиям и в то же время обладающего наименьшей стоимостью. Отчасти это связано с недостаточной информированностью об имеющихся на рынке изделиях, их параметрах и особенностях применения. В статье сделана попытка предоставить наиболее полную информацию о продукции для светодиодного освещения одного из известных российских производителей источников питания «ММП-Ирбис». При рассмотрении параметров будут учтены и требования основных действующих нормативных документов, которые относятся к рассматриваемому классу продукции.

Предприятие «ММП-Ирбис» присутствует на рынке ИП уже два десятилетия (основано в марте 1993 г.) как разработчик и поставщик устройств силовой электроники различного назначения (AC/DC- и DC/DC-преобразователи, DC/AC-инверторы, изделия с приемкой «5»). Несколько лет назад предприятие расширило линейку своей продукции ИП для светодиодного освещения внутреннего и наружного применения. Здесь следует сделать важное уточнение. По сути, разделение продукции указанного производителя на внутреннее и наружное применение является условным и связано с выходной мощностью и применяемыми для изготовления корпуса материалами (пластик, металл). По своему конструктивному исполнению (IP66) и допустимому температурному диапазону ($-40...+50^{\circ}\text{C}$) все ИП для светодиодного назначения можно успешно применять в наружном освещении, но с защитой от прямого воздействия солнечного излучения изделий, выпускаемых в пластиковом корпусе. Как показывает практика, в наших климатических условиях полимерные материалы даже с ультрафиолетовой стабилизацией через несколько лет существенно теряют первона-

чальную прочность. ИП в пластиковом корпусе, если рассматривать наружное применение, оптимально подходят для светильников, используемых в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ), например для освещения подъездов домов и пр.

Светодиодный светильник, как и любое другое устройство, обладает некоторыми основными характеристиками, которые в значительной степени определяются используемым ИП. Наиболее важными характеристиками, на которые ИП оказывает непосредственное влияние, являются электромагнитная совместимость (ЭМС), электробезопасность, условия эксплуатации, надежность и, конечно же, стоимость. При выборе ИП для светильника всегда приходится учитывать совокупность этих и некоторых других характеристик.

ИП для ЖКХ и внутреннего освещения

В настоящее время наиболее востребованы встраиваемые растровые светильники для подвесного потолка типа «Армстронг», которые используются для освещения практически всех административных и офисных помещений.

Светодиодные светильники, используемые для внутреннего освещения, в большинстве случаев потребляют мощность в несколько десятков ватт (20–60 Вт) и должны иметь коррекцию коэффициента мощности (ККМ), это регламентируется требованиями ЭМС [1]. С другой стороны, в этом виде освещения нормируется еще один показатель — коэффициент пульсаций освещенности [2, 3]. Крайне важно, чтобы выбранный ИП обладал пульсациями тока, не превышающими допустимые. Пульсации тока ИП вызывают пульсации освещенности, которые, будучи вычисленными по определенной формуле или измеренными специальным прибором (люксметр с функцией пульсометра), дают нам коэффициент пульсаций освещенности. Верхнее значение частоты пульсаций, подлежащее контролю, ограничено величиной 300 Гц [4]. В светодиодных светильниках с импульсными ИП в указанный

диапазон (до 300 Гц) попадает, как правило, удвоенная частота электросети. Для нашей электросети удвоенная частота имеет значение, равное 100 Гц. На данной частоте пульсации тока ИП определяют коэффициент пульсаций освещенности с пропорцией практически 1:1 (какие пульсации тока, такой и коэффициент пульсаций освещенности).

Уровень пульсаций выходного напряжения (иногда в характеристиках указывается именно эта величина) непосредственно перевести в коэффициент пульсаций освещенности затруднительно. Для этого требуется знать вольт-амперную характеристику (ВАХ) используемых светодиодов и количество светодиодов в цепочке, и тогда по определенной формуле можно будет оценить коэффициент пульсаций освещенности.

Условия эксплуатации светильников внутреннего освещения являются достаточно мягкими, температурный диапазон не шире $-10...+45^{\circ}\text{C}$, и повышенной защиты от внешних воздействующих факторов не требуется [5].

Продукция производителя «ММП-Ирбис», которую можно отнести к внутреннему освещению (учитывая сделанное в начале статьи уточнение), представлена источниками на выходную мощность 21 и 39–45 Вт с различными выходными токами в диапазоне 150–1000 мА. Данные модели ИП, учитывая совокупность экономических и технических показателей, также оптимально подходят для наружного (подъезды) и внутреннего (коридоры, лестничные пролеты) освещения в ЖКХ. Основные технические параметры и стоимость указанных ИП приведены в таблице 1, а внешний вид — на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид источников питания «ММП-Ирбис» в пластиковом корпусе

ИП изготавливаются в пластиковом корпусе с заливкой компаундом по классу защиты от внешних воздействующих факторов IP66. В данном случае заливка компаундом выполняет двойную функцию: обеспечивает соответствующую пыле- и влагозащиту и равномерно распределяет и отводит (через поверхность корпуса) тепло от тепловыделяющих элементов. Все модели ИП, как и требуется, имеют активную схему коррекции коэффициента мощности с коэффициентом $\lambda > 0,95$. ИП работоспособны в температурном диапазоне $-40...+50$ °С, который с большим запасом перекрывает требуемый диапазон для внутреннего применения.

Схемотехнически ИП выполнены по топологии однокаскадного преобразования с ККМ, что позволило снизить стоимость изделий (минимальное количество применяемых компонентов). Основной недостаток используемой топологии — повышенный уровень пульсаций тока существенно снижен применением дополнительного каскада сглаживания пульсаций. В результате ИП имеют невысокую стоимость и с большим запасом удовлетворяют наиболее жестким требованиям нормативной документации по коэффициенту пульсаций освещенности. Наиболее жесткое требование относится к освещению помещений с установленными мониторами, где указанный коэффициент допускается не более 5% [3].

ИП, обладающие низкими пульсациями тока, в обозначении имеют символ «Н»: например, A220T035C110H07.

Одной из особенностей номенклатуры светодиодных ИП «ММП-Ирбис» является наличие моделей с малым значением выходного тока на 150 и 230 мА. На рынке ИП для светодиодного освещения модели с токами менее 240 мА и мощностью несколько десятков ватт практически полностью отсутствуют (скорее всего, это связано с повышенным выходным напряжением). ИП с указанными токами

востребованы в светильниках, выполненных на светодиодах малой мощности (0,3–0,5 Вт), которые сейчас очень активно применяются во внутреннем освещении. ИП с указанными значениями тока позволяют либо уменьшить количество параллельных цепей, либо полностью избавиться от нежелательного параллельного соединения светодиодов в светильнике.

Для освещения помещений большой площади проектировщики и installеры систем освещения вынуждены подключать в одну группу достаточное много светильников. На каждую группу, по правилам устройства электроустановок (ПУЭ), необходимо устанавливать групповой автоматический выключатель. И здесь важно правильно его выбрать с учетом сечения защищаемого кабеля и возможного тока нагрузки. Выключатель должен обеспечить отключение линии при аварийной ситуации (КЗ на линии; превышение потребляемого тока и, как следствие, перегрев кабеля), но не должен срабатывать в момент включения освещения. Распространенные на рынке ИП обладают пусковым током в несколько десятков ампер, в то время как среднее потребление тока не превышает десятых долей. Применяя светильники с подобными ИП, проектировщики и installеры систем освещения сталкиваются с трудностями при выборе типа автоматического выключателя. Бывают ситуации, что требуется установить выключатель, который не успеет сработать даже при КЗ на конце линии, а если выбрать выключатель, исходя из защиты линии, то он начинает срабатывать в момент включения освещения.

Указанной проблемы не возникнет при использовании ИП рассматриваемого производителя. Все ИП имеют схемотехническую особенность, которая снижает пусковой ток до весьма небольшой величины — он не превышает 110% от среднего потребляемого тока, что позволяет использовать распространенные

и рекомендованные для освещения автоматические выключатели с характеристикой «С».

Для применений, где требуется плавная регулировка освещенности, например по сигналу с датчика внешнего освещения, у производителя имеются модели с возможностью регулирования (димминг). Диммирование осуществляется подачей на отдельный управляющий вход внешнего сигнала по протоколу 1–10 В, либо подачей ШИМ-сигнала с амплитудой 10 В и частотой 0,5–3,0 кГц, либо изменением сопротивления в диапазоне 0–10 кОм. Следует заметить, что регулируемые источники питания имеют повышенный уровень пульсаций тока по сравнению с нерегулируемыми. В регулируемых ИП пульсации выходного тока могут достигать 10%, и это следует учитывать при их выборе.

Регулируемые источники в обозначении содержат символ «Р», например A220T023C180P07. В дальнейших планах производителя предполагается выпуск регулируемых ИП с низкими пульсациями тока. Новые изделия в обозначении будут содержать символ «М».

Для группового управления освещенностью ИП в отдельных светильниках можно объединять по цепи управления (подключать параллельно) и использовать единый для всей группы управляющий сигнал. Указанное подключение достаточно подробно рассмотрено в техническом описании на соответствующее изделие.

По электробезопасности рассматриваемые ИП относятся к I классу защиты от поражения электрическим током. Электрическая прочность изоляции составляет 1500 В. При установке ИП в светильник, выполненный в металлическом корпусе, в обязательном порядке необходимо предусматривать защитное заземление конечного изделия.

Все рассматриваемые источники имеют защитные меры от короткого замыкания на выходе,

Таблица 1. Основные параметры источников питания «ММП-Ирбис» в пластиковом корпусе

Модель	Выходная мощность (макс.), Вт	Выходной ток (ном.), мА	Диапазон выходного напряжения, В	КПД, %	Пульсации выходного тока/напряжения*, %	Диапазон входного напряжения переменного тока, В	Коэффициент мощности, λ	Пусковой ток, А	Габаритные размеры, мм	Управление	Ориентировочная стоимость (>1000 шт.), руб.
A220T035C060H08	21	350	36–60	88	<0,9	170–260	>0,95	<0,25	120×35×26	–	257,3
A220T015C265H07	39	150	159–260	90	<1,0*			<0,5		–	340,4
A220T023C180H07	40	230	108–176	90	<1,0*			<0,5		–	340,4
A220T023C180P07	41	230	108–180	85	<9,6*			<0,43		есть	357,5
A220T035C110H07	39	350	66–110	85	<0,5			<0,41		–	340,4
A220T035C110P07	39	350	66–110	85	<8			<0,43		есть	357,5
A220T045C090H07	40	450	54–88	91	<1,0*			<0,5		–	340,4
A220T050C080H07	39	500	48–78	88	<1,0*			<0,5		–	340,4
A220T070C056H07	39	700	33,6–56	85	<0,5			<0,45		–	340,4
A220T100C042H07	42	1000	25–42	83	<0,5			<0,47		–	340,4
A220T100C042P07	42	1000	25–42	86	<9			<0,47		есть	357,5
A220T035C130H07	45	350	78–130	85	<0,5			<0,47		–	383,5

перегрева и превышения входного напряжения. Защита от перегрева срабатывает при температуре корпуса +86...+90 °С и приводит к плавному снижению выходного тока, и дальнейшего нагрева ИП уже не происходит.

В качестве защиты от превышения входного напряжения в ИП содержится варистор и предохранитель (простая стандартная схема). Изделия выдерживают кратковременную (не более 10 с) подачу на вход повышенного до 280 В напряжения. Если входное напряжение будет иметь величину, превышающую 280 В, или повышенное напряжение будет приложено к источнику более 10 с, изделие перестанет выполнять свои функции. С другой стороны, долговременное превышение напряжения в электросети выше 280 В может возникнуть только при неправильном ее подключении, когда вместо фазного напряжения (220 В) на линию будет ошибочно подано линейное (380 В). Это может возникнуть на строящихся объектах или объектах, получающих электропитание по так называемой временной схеме. В действующей стационарной электросети долговременное превышение входного напряжения выше 280 В имеет крайне незначительную вероятность, и поэтому используемая схема защиты является вполне достаточной.

ИП для наружного освещения

На территории России имеются области умеренного и холодного климата. Поэтому чтобы ИП для светильников наружного освещения могли без ограничения применяться по всей территории страны, они должны иметь исполнение УХЛ1 (1.1). В этом случае рабочий температурный диапазон будет составлять -60...+40 °С [5]. Диапазон температуры, соответствующий исполнению УХЛ1 (1.1), является очень широким, поэтому реализация изделия, полностью соответствующая указанному исполнению, может оказаться слишком дорогостоящей, и в большинстве случаев это не требуется.

В нормативном документе [6] указано, что светодиодный светильник для наружного

освещения должен испытываться в диапазоне температур окружающей среды -40...+40 °С. Этот диапазон примерно соответствует диапазону умеренного климата У1 (1.1) по [5]. Получается интересный нюанс: документ [6] как бы ограничивает применение светодиодных светильников территорией, куда входит европейская часть России и южная часть Сибири, где, по большому счету, и сосредоточено основное население нашей страны.

ИП для светильников наружного освещения — это достаточно мощные изделия в диапазоне от нескольких десятков до нескольких сотен ватт; они в обязательном порядке должны иметь ККМ. Условия эксплуатации являются жесткими (температурный диапазон -40...+40 °С) и требуется повышенная защита от внешних воздействующих факторов (не ниже IP65/66). При изготовлении источника должны применяться материалы, стойкие к ультрафиолетовому излучению солнца. Поскольку речь идет о больших потребляемых мощностях, то желательно иметь источники с КПД не менее 90% и умеренным значением пускового тока. Предъявляются повышенные требования по устойчивости изделий к импульсным помехам повышенной энергии [7]. ИП должны обладать хорошей надежностью, так как ремонт/замена уличного светильника связана, с большими затратами, и, конечно же, они должны иметь адекватную стоимость.

Продукция предприятия «ММП-Ирбис», соответствующая перечисленным условиям и предназначенная для наружного применения, представлена моделями с выходной мощностью 60, 100, 160 Вт на токи в диапазоне 350–4000 мА. Все ИП для наружного применения изготовлены в алюминиевом корпусе и полностью залиты компаундом по классу защиты от внешних воздействующих факторов не ниже IP66 (рис. 2, таблица 2).

ИП имеют несколько необычное расположение входного и выходного кабелей. Кабели расположены с одной стороны. Подобное конструктивное решение встречается очень редко, автору известна только одна серия ИП с подобным расположением кабелей — это серия



Рис. 2. Внешний вид источников питания «ММП-Ирбис» в металлическом корпусе

HSG-70 (Mean Well). Подобное решение очень удобно в том случае, если для подключения светильника к электросети и для подключения светодиодов к ИП используется одна и та же распаечная коробка. В этом случае источник можно расположить таким образом, что его кабели подключения будут иметь минимальную длину.

Все ИП имеют обязательный комплекс защитных мер от короткого замыкания, холостого хода, превышения входного напряжения и перегрева по принципу, рассмотренному выше (как в источниках в пластиковом корпусе). Устройства выполнены по I классу защиты от поражения электрическим током с дополнительным защитным заземлением.

Скажем несколько слов о надежности. В технической документации указывается такой параметр, как среднее время наработки между отказами (MTBF), имеющий значение в несколько сотен тысяч часов. По сути, этот параметр основан на расчетах. Здесь нет смысла углубляться в эти расчеты, отметим, что большое значение MTBF, тем не менее, не гарантирует длительного периода работы изделия до первого отказа. Указанная величина определяет только среднее время между отказами. Первый отказ изделия может произойти в любой момент, даже при первом включении в сеть. Практически о надежности можно говорить по многолетнему использованию изделий, выполненных по единой схеме и по единой технологии, но это пока невозможно, а косвенно о надежности можно

Таблица 2. Основные параметры источников питания «ММП-Ирбис» в металлическом корпусе

Модель	Выходная мощность (макс.), Вт	Выходной ток (ном.), мА	Диапазон выходного напряжения, В	КПД, %	Пulsации выходного тока/напряжения*, %	Диапазон входного напряжения переменного тока, В	Коэффициент мощности, λ	Пусковой ток, А	Габаритные размеры, мм	Управление	Ориентировочная стоимость (>500 шт.), руб.
A220T035C170K02	56	350	100–162	92	<2,4*	170–260	0,96	<0,76	149×71×46	—	650,2
A220T035C170P02	59	350	102–170	91,5	<5,9		0,98	<0,6		есть	715,7
A220T045C133K02	56	450	80–126	92	<2,0*		0,96	<0,76		—	650,2
A220T070C085K02	59	700	51–85	84	<10		0,95	<0,62	—	169×71×46	970,6
A220T035C290K03	101	350	174–290	89	<8,8		0,98	<1,0	—		
A220T070C145K03	101	700	87–145	88	<16,5		0,95	<0,97	—		
A220T140C072K03	100	1400	43–72	87	<16,6		0,98	<0,95	—		
A220T400C025K03	98	4000	15–24,5	85	<3,5*		0,96	<1,3	—	189×71×46	—
A220T100C160K14	160	1000	96–160	94,3	<11,4		0,99	<1,7	—		



Рис. 3. Спектр потребляемого тока источника питания A220T070C145K03

судить по предоставляемому сроку гарантии. Мы прекрасно понимаем, что любой производитель 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. Гарантия на всю рассматриваемую продукцию у данного производителя составляет два года.

С целью минимизации стоимости, ИП для наружного применения выполнены по ставшей уже классической топологии однокаскадного преобразования с ККМ без применения дополнительного каскада сглаживания пульсаций тока. ИП характеризуются небольшой стоимостью, обладают низким значением пускового тока, но присутствуют пульсации выходного тока. Поскольку пульсации тока (освещенности) в наружном освещении не нормируются, это не должно являться недостатком для рассматриваемой группы изделий [2]. С другой стороны, это накладывает некоторые ограничения при использовании данных источников в освещении промышленных

помещений с повышенными требованиями к коэффициенту пульсаций освещенности.

ИП, не имеющие дополнительного каскада сглаживания пульсаций, в обозначении имеют символ «К», например A220T140C072K03.

На рис. 3 представлен экспериментально снятый и затем рассчитанный в программе MathCAD с использованием преобразования Фурье ряд гармонических составляющих потребляемого тока для модели A220T070C145K03. Видно, что имеющиеся гармонические составляющие с большим запасом удовлетворяют требованиям документа [1]. Полученное значение КПД и ККМ у данной модели оказались равными соответственно 91% и 0,99 (при выходной мощности 101 Вт), что даже выше, чем указано в технических параметрах на данное изделие.

В заключение можно сказать, что рассмотренные ИП для светодиодного освещения производителя «ММП-Ирбис» соответствуют действующим нормативным документам по данному классу продукции и практи-

чески не имеют ненужной избыточности в параметрах. Избыточность в технических параметрах изделия практически всегда ведет к неоправданному удорожанию продукции. Чтобы выпускаемые светодиодные светильники были конкурентоспособными, их производителю желательно использовать компоненты (источники питания в том числе) с требуемыми параметрами и по максимально низкой стоимости. Именно в этом аспекте продукция производителя «ММП-Ирбис» и подходит наилучшим образом. ●

Литература

1. ГОСТ Р 51317.3.2.-2008 «Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний».
2. Свод правил СП 52.13330.2011.
3. СанПиН 2.2.2/4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
4. ГОСТ Р 54945-2012 «Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсаций освещенности».
5. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды».
6. ГОСТ Р 54350-2011 «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний».
7. ГОСТ Р 51514-99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоустойчивость светового оборудования общего назначения. Требования и методы испытаний».
8. ГОСТ Р 51318.15-99 «Радиопомехи индустриальные от электрического светового и аналогичного оборудования. Нормы и методы испытаний».