

# Недорогие системы промышленного освещения на базе светодиодов серии XLamp MHB-B

В статье рассматриваются основные параметры светодиодов серии MHB-B, выпускаемых компанией Cree. Светодиоды разработаны специально для использования в системах промышленного освещения и имеют самую низкую удельную стоимость лм/\$. Они производятся по новейшей технологии SC5 и могут длительное время работать при температуре кристалла до +105 °С без деградации параметров, что позволяет уменьшить размеры теплоотвода, снизить его массу и стоимость. Также приведена краткая информация о драйверах для питания светодиодных светильников Mean Well, линзах LEDiL и защитных рассеивающих пленках компании Brightview Technologies. Предложена концепция построения светильника на базе светодиодов серии MHB-B.

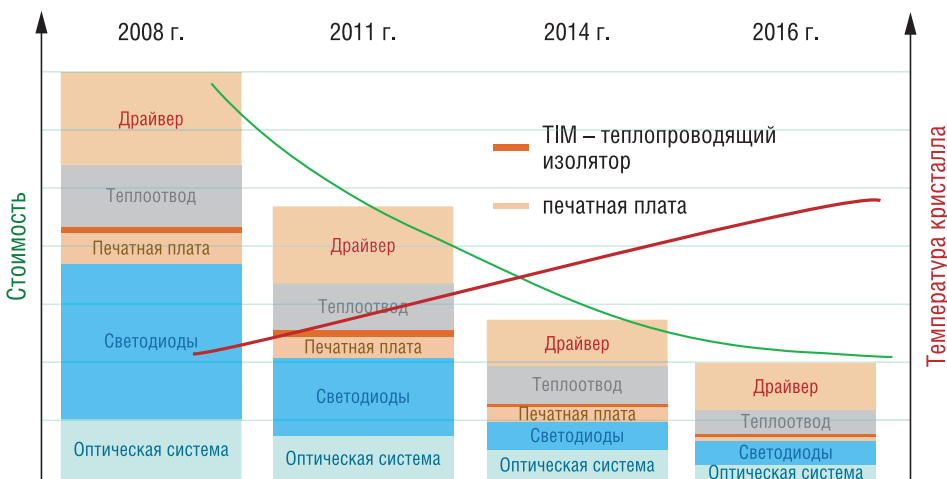


Рис. 1. Диаграммы снижения стоимости основных составляющих светодиодных светильников

Производство ведущих мировых производителей светодиодов в настоящий момент с успехом применяется для решения широкого круга задач: от декоративной подсветки внутри помещений до полноценного освещения улиц, тоннелей и автостоянок. Для каждого конкретного применения светодиод должен обладать рядом электрических и фотометрических характеристик, которые будут наиболее оптимальны с точки зрения его использования как источника света.

К промышленному освещению обычно предъявляется ряд требований, которые отсутствуют применительно к другим видам освещения. К ним можно отнести высокую надежность, работу в широком диапазоне температур, достаточную пыле- и влагозащищенность, длительный срок службы, энергоэффективность и низкие эксплуатационные расходы. Еще одним важным фактором является безопасность светильников для зрения работников: должны быть исключены слепящий эффект и мерцание.

В настоящее время среди мировых производителей светодиодов (Cree, Osram, Philips Lumileds, Nichia, Samsung, Seoul Semiconductor и др.) по многим достигнутым в отрасли параметрам лидирующую позицию занимает компания Cree.

Однако характеристики светильников определяются не только параметрами светодиодов, но и оптической системой, драйвером, осуществляющим питание светодиодов, теплоотводом (радиатором) и другими компонентами, которые входят в их состав.

На рис. 1 приведены диаграммы стоимости основных составляющих светодиодных светильников и график зависимости их стоимости (зеленая кривая) от стоимости их составляющих в интервале времени с 2008 по 2016 г. (по данным компании Cree). Как следует из рис. 1, на сегодня основную стоимость светильника определяет стоимость драйвера и светодиодов, используемых в нем. На том же рисунке показана динамика зависимости допустимой температуры кристалла светодиодов (красная кривая). Рассмотрим более подробно характеристики этих составляющих.

## Светодиоды

При выборе светодиодов для построения светильников целесообразно сравнивать удельную стоимость одного люмена для

различных типов светодиодов. Чем ниже удельная стоимость единицы светового потока, тем ниже может оказаться стоимость светильника. Однако это не единственный критерий, определяющий конечную стоимость прибора. Еще одним важным фактором является допустимая температура кристалла светодиода, при которой он сохраняет не только свою работоспособность в течение длительного времени, но и не ухудшает свои светотехнические характеристики. Чем выше допустимая температура, тем меньше затраты на устройство теплоотвода, меньше габариты и ниже стоимость светильника.

В большинстве 100–150-Вт светильников используются светодиоды средней мощности, имеющие габариты 3,5×3,5 мм. Такие светодиоды собираются в линейки на печатных платах из алюминия, на прямоугольных печатных платах с многорядным расположением диодов либо на многогранных или круглых печатных платах (рис. 2). Количество плат в светильнике может варьироваться в зависимости от необходимого светового потока.

Компания Cree разработала высокоэффективные светодиоды серии XLamp MHB-B, при изготовлении которых использована технология SC5 [2]. Они предназначены для создания систем освещения промышленных объектов, автомобильных дорог, улиц и открытых площадок.

Основные преимущества таких светодиодов:

- самая низкая удельная стоимость на единицу светового потока [\$/лм] из всех светодиодов, выпускаемых компаниями;
- керамический корпус;
- температура кристалла до +105 °С;
- время, за которое деградация светового потока составляет 10%, не менее 21 400 ч [3].

Применение светодиодов серии MHB-B вместо светодиодов средней и малой мощности позволяет:

- уменьшить стоимость светодиодов, несмотря на более высокую стоимость одного экземпляра (при той же интенсивности света потребуется меньшее число светодиодов);
- сократить затраты на печатные платы (потребуется меньше светодиодов и, как следствие, меньшее количество плат, либо они будут меньшего размера);

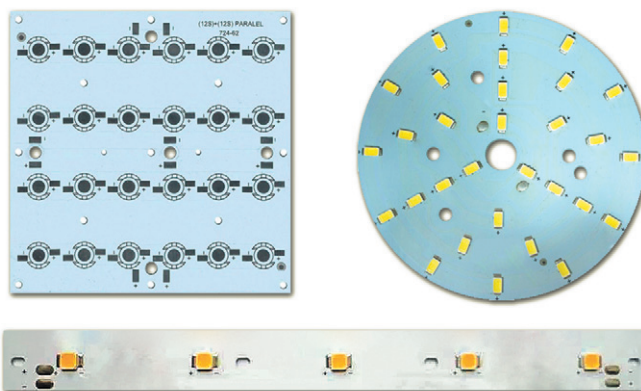


Рис. 2. Варианты исполнения алюминиевых печатных плат для размещения светодиодов

- снизить стоимость и уменьшить габариты теплоотвода за счет более высокой рабочей температуры кристалла без сокращения срока службы и деградации светового потока.

Рассмотрим более подробно характеристики светодиодов серии XLamp MHB-B [2] (табл. 1).

На рис. 3 приведены графики относительной спектральной мощности излучения светодиодов серии MHB-B.

Таблица 1. Параметры светодиодов серии MHB-B

Параметр	Температура кристалла (T <sub>S</sub> ), °C			
	9	18	36	
Прямое падение напряжения, В	0,332	0,166	0,083	105
Прямой ток, А (тип.)	0,524	0,262	0,131	85
	0,524	0,262	0,131	105
	0,7	0,35	0,175	85
Максимальная рассеиваемая мощность, Вт	7			
Цветовая температура, К	2700, 3000, 3500, 4000, 5000, 5700, 6500			
Световой поток, лм	380..653 (в зависимости от группы)			
Индекс цветопередачи (CRI)	70, 80, 90 (в зависимости от группы)			
Угол излучения, град.	115			
Максимальная температура в точке пайки (кристалла), °C	150			
Тепловое сопротивление «р-п-переход-место пайки», °C/Вт (тип.)	4			
Габаритные размеры, мм	5×5			

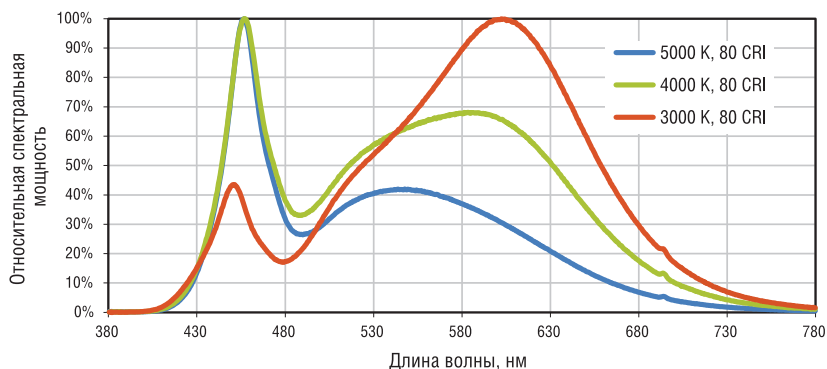


Рис. 3. Графики зависимости относительной спектральной мощности излучения светодиодов серии MHB-B

Таблица 2. Результаты тестов светодиодов МНВ по стандарту LM-80

Параметр	TS, °C	Iпр, mA	Цветовая температура, K	Число образцов	Продолжительность теста, ч	Срок службы по TM-21, ч
МНВА-2	105	320 (9 В) 160 (18 В) 80 (36 В)	3000	25	10 080	L90 (10k) > 60 500 L80 (10k) > 60 500 L70 (10k) > 60 500
МНВА-3	85	500 (9 В) 250 (18 В) 125 (36 В)	3000	24	10 080	L90 (10k) > 60 500 L80 (10k) > 60 500 L70 (10k) > 60 500
МНВА-1	105	500 (9 В) 250 (18 В) 125 (36 В)	3000	23	8 568	L90 (9k) = 30 200 L80 (9k) > 51 400 L70 (9k) > 51 400
МНВА-4	85	700 (9 В) 350 (18 В) 175 (36 В)	3000	20	8 568	L90 (9k) = 21 400 L80 (9k) > 51 400 L70 (9k) > 51 400

Результаты теста деградации светового потока от времени в соответствии со стандартом LM-80 [4] приведены в таблице 2. Так как светодиоды МНВ-В и МНВ-А имеют близкие характеристики и выполнены по одинаковой технологии, то в таблице [4] приведены данные только для одной модификации светодиодов, о чем есть соответствующее предупреждение.



Рис. 4. Линзы серии Florence компании LEDiL

### Драйверы светодиодов

Сегодня на рынке светодиодного освещения имеется широкий спектр источников питания разных производителей. Компания Cree в своих концептуальных разработках использует драйверы тайваньской фирмы Mean Well Enterprises — известного во всем мире разработчика и производителя надежных источников питания и преобразователей напряжения. Это связано с тем, что при высокой надежности продукции стоимость ее ниже, чем аналогичных источников питания других производителей.

На сайте Mean Well [5] можно быстро подобрать необходимый по параметрам драйвер. Практически все драйверы имеют диапазон входных напряжений от 90 до 305 В, а серия HVG(C) — 180–528 В. Все драйверы выпускаются в одной из двух модификаций по степени защиты — IP65 или IP67, имеют встроенные системы защиты от короткого замыкания и активные корректоры коэффициента мощности. КПД всех преобразователей Mean Well выше 90%, а драйверы серии HLG имеют максимальный КПД до 96%.

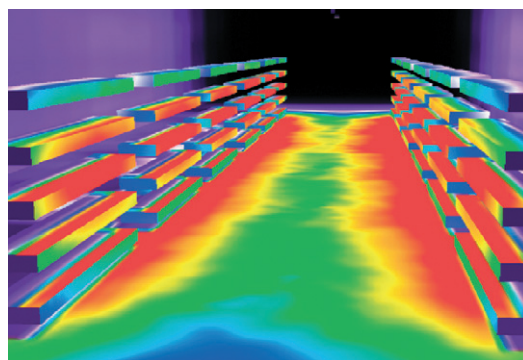
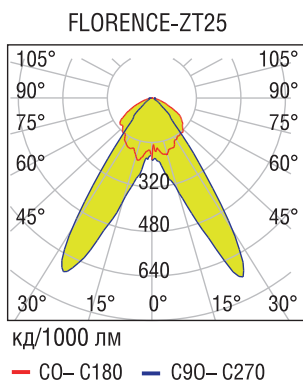


Рис. 5. Диаграмма направленности линзы Florence-ZT25 и пример освещения стеллажей на складе при ее использовании в светильнике

### Линзы и рассеивающие пленки

Для освещения промышленных объектов, как правило, требуется формирование определенной диаграммы направленности, что в светодиодном светильнике подразумевает наличие элементов вторичной оптики (как правило, это линзы). Вторичная оптика вносит собственные потери (9–12%). В светильнике для защиты светодиодов от внешних воздействий может применяться защитное стекло, которое также вносит дополнительные потери (11–18%). При использовании линз и защитного стекла суммарные оптические потери могут достигать 25–30%. Защитное стекло применяют в тех случаях, когда светильники должны работать в условиях высокой влажности и запыленности. Для минимизации оптических потерь желательно отказаться от дополнительного защитного стекла в светильнике. Это можно сделать, если использовать блочные линзы с дополнительной уплотняющей прокладкой, обеспечивающей необходимую степень герметизации. Подобные блочные линзы с различными диаграммами направленности выпускают такие известные мировые производители, как LEDiL, Ledlink, Khatod и др.

При выборе типа линзы и ее диаграммы направленности необходимо учитывать специфику того объекта, для которого разрабатывается светильник. Подробно характеристики линз компании LEDiL и рекомендации по их применению приведены в [6–8].

Для создания светильников промышленного применения компания LEDiL выпускает недорогие линзы серии Florence-1R (однорядная) и Florence-3R (трехрядная). Внешний вид этих линз приведен на рис. 4. Для примера на рис. 5 приведена диаграмма направленности линзы Florence-ZT25 и результат освещения стеллажей на складе с использованием такой линзы. Такая диаграмма направленности используется для того, чтобы водитель погрузчика не был ослеплен светильником во время подъема груза на большую высоту. Большой выбор диаграмм направленности [7, 8] позволяет обеспечить необходимые условия освещения для самых различных помещений и площадок.

Однако не всегда диаграммой направленности можно обеспечить условия, при которых зрение людей не будет подвергаться опасности ослепления. Например, в залах больших супермаркетов необходимо создавать рассеянный свет. Для этого наи-

лучшим образом подойдут светильники, закрытые стеклом с нанесенной на него рассеивающей пленкой (рис. 6).

Подобные пленки выпускает компания Brightview Technologies [9]. Специально для светодиодных светильников разработаны и выпускаются несколько типов пленок: для светильников общего назначения, для спотовых, а также других типов светильников. Например, пленки общего назначения серии С могут обеспечивать угол рассеяния светового потока от 5 до 110°, при этом потери будут составлять от 2 до 10%, что является весьма высоким показателем.

Таким образом, комбинируя линзы и рассеивающие пленки, можно создавать светильники для самых различных применений, которые при высоких значениях светового потока будут безопасны для персонала, работающего в местах их расположения.

Чтобы облегчить разработчикам процесс создания приборов, компания Cree предлагает концепции светильников на базе своих новых продуктов (рис. 7). ●

### Литература

1. IEC 62031:2008 LED modules for general lighting — Safety specifications (IDT).
2. [www.cree.com/~media/Files/Cree/LED-Componentsand-Modules/XLamp/Data-and-Binning/ds-MHBB.pdf](http://www.cree.com/~media/Files/Cree/LED-Componentsand-Modules/XLamp/Data-and-Binning/ds-MHBB.pdf).
3. [www.cree.com/~media/Files/Cree/LED-Componentsand-Modules/XLamp/features/CreeXLampHighLumenFeatureSheet.pdf](http://www.cree.com/~media/Files/Cree/LED-Componentsand-Modules/XLamp/features/CreeXLampHighLumenFeatureSheet.pdf).
4. [www.cree.com/~media/Files/Cree/LED-Componentsand-Modules/XLamp/XLamp-Application-Notes/LM80\\_Results.pdf](http://www.cree.com/~media/Files/Cree/LED-Componentsand-Modules/XLamp/XLamp-Application-Notes/LM80_Results.pdf).
5. [www.meanwell.com/product/led/LED.html](http://www.meanwell.com/product/led/LED.html).

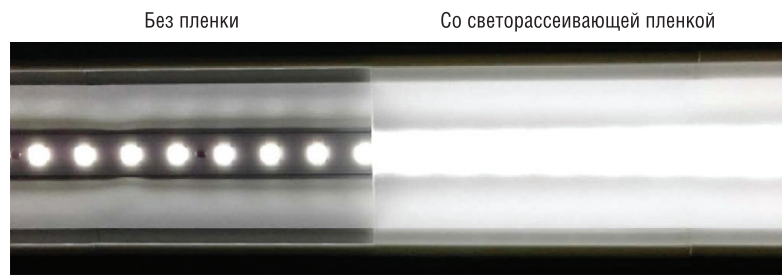


Рис. 6. Иллюстрация применения светорассеивающей пленки для снижения эффекта ослепления глаза



Рис. 7. Концепция построения светильника на базе светодиодов МНВ-В

6. Елисеев И. Первый шаг к универсальности: линейная оптика серии Florence-1R // Новости электроники + светотехника. 2015. № 1(9).
7. Юсупов С. Как угодить водителю погрузчика? Оптика Florence для освещения складов // Новости электроники + светотехника. 2016. № 1(10).
8. Охрименко В. Светодиодная оптика компании Ledil // Электронные компоненты и системы. 2016. № 4(216).
9. [www.brightviewtechnologies.com/](http://www.brightviewtechnologies.com/).