

Юрий Петропавловский

Номенклатура и параметры современных белых светодиодов

компании OSRAM Opto Semiconductors

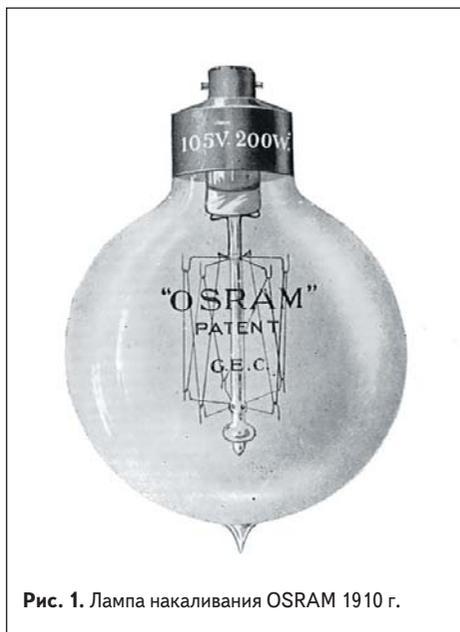


Рис. 1. Лампа накаливания OSRAM 1910 г.



Рис. 2. Карл Ауэр фон Вельсбах

Компания OSRAM Opto Semiconductors GmbH (Регенсбург, Германия) является одним из крупнейших производителей светодиодов в мире и входит в состав концерна OSRAM GmbH, история которого насчитывает более 100 лет. Торговая марка OSRAM была зарегистрирована в 1906 г. как научно-производственное предприятие Auer-Gesellschaft в Берлине и составлена из частей названий элементов осмия и вольфрама [1]. На рис. 1 показана одна из первых ламп накаливания, выпущенная компанией в 1910 г. Основное участие в разработке металлических нитей накала из редкоземельных элементов принял австрийский химик Карл Ауэр фон Вельсбах (1858–1929 гг., рис. 2), основатель OSRAM [2].

OSRAM Opto Semiconductors GmbH образована в 1999 г. как совместное предприятие OSRAM GmbH и Infineon Technologies. В 2001 г. все акции оптического подразделения Infineon перешли к OSRAM. В 2003 г. компания запустила первую очередь самого современного в мире завода по производству оптических чипов площадью 36 000 м² в Регенсбурге, вторая очередь завода официально была открыта в 2008 г. Компания сертифицирована по стандартам качества EN ISO 9001:2008, ISO TS 16949:2009, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 I SQ-1000.

OSRAM разрабатывает передовые технологии производства светодиодов на основе материалов InGaAlP, InGaN, GaAs. Перечислим некоторые из достижений фирмы:

- 1996 г. — в сотрудничестве с институтом Фраунгофера разработан первый конверторный белый светодиод (White converted LED).
- 2002 г. — запущен в производство первый полимерный OLED.
- 2007 г. — выпуск модуля OSTAR со световым потоком более 1000 лм.
- 2009 г. — выпуск мощных светодиодов в керамических корпусах семейства OSLOX.
- 2009 г. — первый OLED для освещения ORBEOS.

- 2011 г. — начало производства светодиодных чипов по технологии ThinGaN на пластинах диаметром 6".

Компания имеет обширную сеть дистрибьюторов по всему миру, в России это EBV Electronik, RUTRONIK, имеется также офис продаж OSRAM Russia.

OSRAM Opto Semiconductors разрабатывает и производит продукты в следующих категориях: светодиоды; инфракрасные приборы; лазерные диоды; интеллектуальные дисплеи; продукты, соответствующие требованиям директивы RoHS; решения по стандартизации; светодиодные решения, а также ряд продуктов материнской компании OSRAM AG [3].

В каталоге фирмы 2012 г. представлена широчайшая номенклатура цветных и белых светодиодов различного назначения:

- Светодиоды стандартной мощности класса SMT Top Emitter серий TOPLED, Mini TOPLED, PointLED, SmartLED, CHIPLED. Выпускается широкая номенклатура приборов различных цветов в разнообразных корпусах, в том числе белых или черных, с линзами и без них, с различными типами креплений. Выпускаются также сверхтонкие приборы толщиной 0,35 мм.
- Светодиоды средней мощности класса SMT Top Emitter серий Power TOPLED, Advanced Power TOPLED, Advanced Power TOPLED Plus. Приборы отличаются высокой световой эффективностью и компактными корпусами, в номенклатуре представлены все цвета и оттенки белого света.
- Мощные светодиоды класса SMT Top Emitter серий OSLOX Black Series, OSLOX SX, OSLOX MX, OSLOX LX, OSLOX SSL, OSLOX Square. Приборы данного класса выпускаются в компактных корпусах с силиконовыми линзами и отличаются хорошими тепловыми параметрами.
- Светодиоды семейства DURIS — DURIS E 5, DURIS E 3, DURIS P. Приборы сочетают высокую эффективность с широкой диаграммой углового распределения силы света и выполнены в компактных корпусах.



Рис. 3. Внешнее освещение жилых домов



Рис. 5. Театральное освещение



Рис. 7. Наголовное освещение



Рис. 9. Архитектурная подсветка стадиона

- Светодиоды семейства DRAGON — Golden DRAGON, Golden DRAGON Plus, Golden DRAGON Plus oval, Platinum DRAGON, Diamond DRAGON, Golden DRAGON ARGUS. Приборы обеспечивают точечное освещение большой мощности, выпускаются светодиоды различных цветов и оттенков белого света.
- Импульсные светодиоды для фотовспышек серий CERAMOS, OSLUX.
- Светодиоды семейства OSRAM OSTAR — OSRAM OSTAR Lighting Plus, OSRAM OSTAR SMT, OSRAM OSTAR Projection, OSRAM OSTAR Headlamp. Приборы предназначены для целевых применений, таких как автомобильные фары и прожекторы, отличаются очень высокой яркостью, низким тепловым сопротивлением и длительным сроком службы.
- Светодиоды с боковым излучением класса SMT Side Emitter серий SIDELED, Multi SIDELED, Micro SIDELED, FIREFLY. Основное назначение приборов — подсветка дисплеев и световодов, доступны исполнения с высотой 0,35–4 мм различных цветов.
- Многоцветные светодиоды класса SMT Multicolor LED серий MULTILED, Multi TOPLED, Multi SIDELED, Multi CHIPLED, OSRAM OSTAR SMT. Выпускаются двух- и трехцветные приборы с высокой эффективностью и в различных корпусах.
- Светодиоды в корпусах с выводами для монтажа в отверстия, выпускаются приборы диаметром 5 мм и овальные [4].

Светодиодные решения OSRAM нашли применение в самых различных областях человеческой деятельности, в том числе: для внутреннего и внешнего освещения жилых помещений и домов (рис. 3); автомобильных приложений (рис. 4); студийного и театрального освещения (рис. 5); освещения витрин и торговых залов магазинов; освещения офисов; промышленного освещения; проекционных систем; медицинских приложений (на рис. 6 показана подсветка эндоскопов, на рис. 7 — подсветка наголовных приборов). На рис. 8 можно видеть выполненную компанией систему освещения ресторана круизного лайнера Celebrity Solstice, а на рис. 9 и 10 — архитектурную подсветку стадиона Green Point в Кейптауне (2010 г.) и отеля YAS в Абу-Даби.

Классификационные параметры белых светодиодов приведены в таблице.

Как видно из таблицы, для многих моделей нормированы индексы цветопередачи, в том числе и для светодиодов с высокой цветовой температурой (до 8200 К), имеются устройства с очень высоким качеством цветопередачи (CRI = 95). Рассмотрим особенности некоторых приборов компании, Datasheets на которые выпущены или откорректированы в 2010–2012 гг.

Светодиоды стандартной мощности (Standard Power LED)

Приборы этой категории обеспечивают световой поток в диапазоне от 0,4 лм при прямом токе 5 мА (серия CHIPLED) до 6,3 лм/20 мА



Рис. 4. Автомобильное освещение



Рис. 6. Подсветка эндоскопов

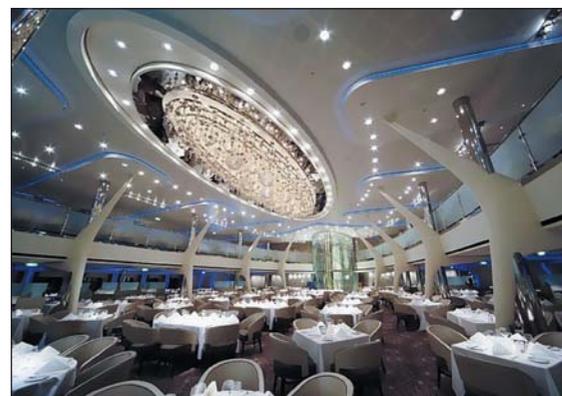


Рис. 8. Освещение круизного лайнера



Рис. 10. Архитектурная подсветка отеля

Т а б л и ц а . Классификационные параметры белых светодиодов (по данным компании на апрель 2012 г.)

Серия	Тип прибора	Световой поток Φ_v , лм	Сила света I_v , мкд	Прямой ток I_f , мА	Координата X	Координата Y	Цветовая температура T, К	Прямое напряжение U_f , В	η , лм/Вт	CRI	2θ , град	Корпус
OSLON Square*	LCW CQAR.EC	150-259	52000-72000	700			2700-5000	3,15	108	80	120	керамический SMD с линзой
	LCW CQAR.PC	210-330	72000-89000	700			4000-5000	3,15	135	70	120	керамический SMD с линзой
	LUW CQAR (EQW)	240-359	83000-90000	700	0,37	0,44	5300-6500	3,15	146	70	120	керамический SMD с линзой
OSLON SSL*	LCW CQ7P.CC	61-89,2	41000-48500	350			2700-4000	3,2	66	95	80	керамический SMD с линзой
	LCW CQ7P.EC	82-121	48500-61000	350	0,42	0,4	2700-5000	3,2	84	82	80	керамический SMD с линзой
	LCW CQ7P.PC	97-130	61000-6600	350			4000-5000	3,2	96	70	80	керамический SMD с линзой
	LUW CQ7P	104-140	66000-71000	350	0,31	0,32	6500	3,2	106	70	80	керамический SMD с линзой
	LUW CP7P	104,2-140	59000-64000	350	0,31	0,32	6500	3,2	106		80	керамический SMD с линзой
	LCW CR7P.EC	89,2-140	52000-65000	350			2700-5000	3,1	95	80	80	керамический SMD с линзой
	LCW CR7P.PC	112-164	65000-75000	350			4000-5000	3,1	115	70	80	керамический SMD с линзой
	LUW CR7P	121-164		350			5000-6000	3,1	123	70	80	керамический SMD с линзой
	LCW CQDP.CC	65,8-97	19000-225000	350			2700-4000	3,2	66	95	150	керамический SMD с линзой
	LCW CQDP.EC	76,3-121	22500-28000	350	0,42	0,4	2700-5000		84	80	150	керамический SMD с линзой
	LCW CQDP.PC	97-130	26000-30000	350			4000-5000	3,2	96	70	150	керамический SMD с линзой
	LUW CQDP	104,2-140	30000-31000	350	0,31	0,32	6500	3,2	106	70	150	керамический SMD с линзой
	LUW CPDP	97-130	28000-30000	350	0,31	0,32	6500	3,2	104	70	150	керамический SMD с линзой
	DURIS E5*	LCW JDSH.EC	37,6-51,5	13000-18000	120			2700-5000	3,2	112	85	120
LUW JDSH.EC		40,5-51,5	14000-18000	120			5700-6500	3,2	112	85	120	white SMT
DURIS E3*	LCW JNSH.EC	5,6-8,1	1940-2800	20			2700-5000	3,05	112	85	110	white SMT
	LUW JNSH.EC	6,5-9,5	2240-3300	20			5700-6500	3,05	115		110	white SMT
	LCW JNSH.PC	6,1-9,5	2100-3300	20			3000-5000	3,05	122	70	110	white SMT
DURIS P*	GW DASPA1.EC	24-39		100			3000-5000	3,02		84	130	premolded LED device
TOPLED**	LW T673	0,465-0,645	155-215	20	0,33	0,33		3,1	6		120	PLCC2
	LW T6SC	0,75-2,4	280-900	20	0,33	0,33		3,2			120	PLCC2
	LUW T6SG	5,04-6,3	1120-2800	20	0,31	0,32	6500	3,3	50		120	PLCC2
	LW T67C	0,75-2,4	280-900	20	0,33	0,33		3,2			120	PLCC2
	LW T773	0,465-0,645	155-215	20	0,33	0,33	5600	3,1	6		120	white SMT
Mini TOPLED**	LW M673	0,375-0,585	125-195	20	0,33	0,33	5600		6	80	120	white SMT
	LW M67C	0,6-1,89	224-710	20	0,33	0,33		3,2			120	white SMT
Point LED**	LW P473	0,47	90-224	10	0,32	0,31	6200	3,1	9	80	120	white SMT
	LW P4SG	4,05	900-1800	20	0,33	0,33	5600	3,2	63	80	120	white SMT
Smart LED**	LW L283	0,4-0,5	56-180	10	0,32	0,31	6200	3,1	14	80	170/130	SMT 0603
	LW L28G	1,01	224-450	10	0,3	0,28	8200		30	80	170/130	SMT 0603
CHIPLED**	LW Q38E	0,4-0,52	71-280	5	0,3	0,28	8200	2,85	36	80	150/130	SMT 0603
	LW Q38G	0,4-0,44	71-224	5	0,3	0,28	8200	2,85	36	80	150/130	SMT 0603
	LW QH8G	0,55	90-280	5	0,29	0,27	5600		40		120/145	SMT 0402
Power TOPLED**	LCW E6SG	3,2-4,2	710-2240	30	0,42	0,4	2500-4800	3,4	38	80	120	PLCC4
	LW E67C	0,95-3,01	355-1120	30	0,33	0,33		3,4			120	PLCC4
	LW E6SC	1,2-3,76	450-1400	30	0,33	0,33		3,4			120	PLCC4
	LUW E6SG	5,94-6,7	1400-3550	30	0,31	0,32	6500	3,3	70		120	PLCC4
	LW ETSG	5,05	1120-2240	30	0,33	0,33	5600	3,3	55	80	120	PLCC4
	LW E6SG	5,05	1220-2240	30	0,33	0,33	5600	3,3	50	80	120	PLCC4
Advanced Power TOPLED**	LW G6SP	29,9	7100-14000	140	0,34	0,34	5600	3,3	44		120	PLCC6
	LW G6CP	29,9	7100-14000	140	0,33	0,33	5600	3,3	46		120	PLCC6
	LCW G6CP	21,6-25,25	4500-14000	140	0,42	0,4	2500-4800	3,3	51	80	120	PLCC6

Таблица. Классификационные параметры белых светодиодов (по данным компании на апрель 2012 г.)

Серия	Тип прибора	Световой поток Φ_v , лм	Сила света I_v , мкд	Прямой ток I_f , мА	Координата X	Координата Y	Цветовая температура T, К	Прямое напряжение U_f , В	η , лм/Вт	CRI	2 ϕ , град	Корпус
Advanced Power TOPLED Plus**	LUW G5GP	18-39	7600	100	0,31	0,32	5700-6500	3,2	81		135	PLCC4
	LCW G5GP	13-33	5000-6400	100	0,42	0,4	2700-4500	3,2	58	80	135	PLCC4
OSLON Black Series**	LCW H9GP	61-130	38540-49020	350	0,42	0,4	2500-4800	3,2	96	80	90	SMD с линзой
	LUW H9GP	82-150	56600	350	0,31	0,32	6500	3,2	145		90	SMD с линзой
	LUW H9GP.CE	82-150	56600	350	0,31	0,32	6500	3,2	145		90	SMD с линзой
OSLON SX**	LUW CN7M	33-61	21000	200	0,31	0,32	6500	3,4	61		90	керамический SMD с линзой
	LUW CN5M	18-35,5	19100	140	0,31	0,32	6500	3,3	73		60	керамический SMD с линзой
OSLON MX**	LUW CN7N	82-130	56000	350	0,32	0,32	6500	3,2	70		80	керамический SMD с линзой
OSLON LX**	LMW CNAP	50-100	21000	350	0,27	0,23		3,2	65		125	керамический SMD с линзой
	LUW CNAP	50-140	27000	350	0,26	0,22		3,2	92		125	керамический SMD с линзой
Golden DRAGON**	LCW W5SM	45-112	18500-27300	350	0,42	0,4	2500-4800	3,2	87	80	120	white SMT
	LUW W5SM	71-130	33500	350	0,31	0,32	6500	3,2	110		120	white SMT
	LW W5SM	52-97	25000	350	0,33	0,33	5600	3,2	99	80	120	white SMT
Golden DRAGON Plus**	LCW W5AM	61-112	19800-22800	350	0,42	0,4	2500-4800	3,2	102	80	170	white SMT
	LW W5AM	71-130	25100-26500	350	0,33	0,33	5600	3,2	130	80	170	white SMT
	LUW W5AM	82-150	26500-32800	350	0,31	0,32	6500	3,2	146		170	white SMT
Golden DRAGON oval Plus	LCW W5PM	52-112		350	0,42	0,4	2500-4800	3,2	83	80	120/70	white SMT с линзой
	LUW W5PM	82-130		350	0,31	0,32	6500	3,2	134		120/70	white SMT с линзой
	LW W5PM	71-112		350	0,33	0,33	5600	3,2	107	80	120/70	white SMT с линзой
Platinum DRAGON**	LCW W5SN	71-150	29800-32400	700	0,42	0,4	2500-4800	3,45	87	80	120	white SMT
	LW W5SN	82-150	38000	700	0,33	0,33	5600	3,45	99	80	120	white SMT
Diamond DRAGON**	LUW W5AP	240-390	80000-92000	1400	0,32	0,32	6500	3,4	65		140	dark SMD
OSRAM OSTAR Lighting Plus**	LE CWS2LN EC	280-419		350	0,42	0,4	2700-5000	3,2	82	80	140	multi chip SMT
	LE UWS2LN	359-484		350	0,31	0,32	6000-6500	3,2	100	70	140	multi chip SMT
OSRAM OSTAR SMT**	LE UW S2W	390-710	170000	700	0,31	0,32	5700-6500	3,6	65		120	multi chip SMT
OSRAM OSTAR Headlamp**	LE UW D1W1	112-224		700				3,7			120	Специальный
	LE UW D1W2 01	224-400		700				7,2			120	Специальный
	LE UW D1W3 01	355-630		700				10,7			120	Специальный
	LE UW D1W4 01	450-900		700				14,1			120	Специальный
	LE UW D1W501	560-1120		700				17,5			120	Специальный
SIDELED**	LW A673	0,3-0,48	56-224	10	0,33	0,33	5600	3,1	6	80	120	white SMT
	LW A67C	0,75-1,89	280-710	20	0,33	0,33		3,2			120	white SMT
	LW A6SG	4,7	900-2240	20	0,33	0,33	5600	3,2	50	80	120	white SMT
Micro SIDELED**	LW Y87C	0,6-1,51	224-560	20	0,33	0,33		3,2			120	white SMT
	LW Y8SG	3,2	710-1400	20	0,3	0,28	8200	3,2	30	80	120	white SMT
	LW Y1SG	3,9-5,7	1000-2200	20	0,3	0,28	8200	3,3	45	80	120	white SMT
FIREFLY**	LW VH8G	0,55	90-280	5	0,285	0,275		2,85	35		140/180	SMT 402
MULTILED**	LWWW G6SG	18,8	3550-9000	30	0,33	0,33	5600	3,4	26		120	PLCC6

Примечание: * — продукты, рекомендуемые производителем для новых разработок; ** — продукты, применимость которых для новых изделий нужно уточнять у производителя; пустые ячейки таблицы свидетельствуют об отсутствии соответствующих параметров в DataSheets приборов.



Рис. 11. LUW T6SG в корпусе PLCC2

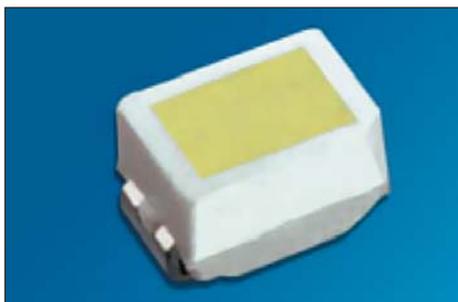


Рис. 12. LW M67C в корпусе White SMT



Рис. 13. LW L283 в корпусе SMT 0603



Рис. 14. Корпус PLCC4



Рис. 15. Корпус PLCC6

(серия TOPLED) и выпускаются в различных корпусах, к основным из которых относятся PLCC2. Варианты исполнения показаны на рис. 11, 12, 13.

LUW T6SG (Datasheet 2010 г.) — приборы выполнены по технологии ThinGaN в корпусах 3,4×2,3×0,9 или 3×2,1×0,7 мм (без учета выводов) и содержат защитные диоды, включенные в обратной полярности параллельно светодиодам. Предусмотрено 12 исполнений (бинов) по цветовым координатам и четыре исполнения по световому потоку и силе света. Области применения светодиодов, рекомендованные производителем: открытые дисплеи (outdoor display); системы подсветки (ЖК-дисплеи, кнопки, переключатели, надписи, реклама); замена небольших ламп накаливания, светильники для чтения; аварийное освещение; подсветка знаков и указателей. Основные параметры приборов (кроме приведенных в таблице):

- диапазон рабочих температур $-40...+110\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- максимальная температура кристаллов $T_j = +125\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- максимальный прямой ток 50 мА;
- максимальная потребляемая мощность 185 мВт;
- тепловое сопротивление $p-n$ -переход/окружающая среда (Junction/ambient) — 340 К/Вт, $p-n$ -переход/точка пайки (Junction/solder point) — 180 К/Вт;
- прямое напряжение 2,9–3,7 В (при $I_{np} = 20\text{ мА}$);
- расчетный срок службы 50 000 ч (при $I_{np} = 10\text{ мА}$, $T = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$), 10 000 ч (при $I_{np} = 20\text{ мА}$, $T = +85\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Светодиоды средней мощности (Mid Power LED)

Приборы данной категории обеспечивают световой поток в пределах от 0,95 лм при токе 30 мА (серия Power TOPLED) до 39 лм/100 мА (серия Advanced Power TOPLED Plus) и выпускаются в корпусах PLCC4 (рис. 14, LUW E6SG), PLCC6 (рис. 15, LW G6CP).

В состав серии Advanced Power TOPLED Plus входят приборы белого света LUW G5GP, LCW G5GP. Они являются продолжением Advanced Power TOPLED и обеспечивают примерно на 15% больший световой поток. В состав серии входят также светодиоды красного ($\lambda_d = 623\text{ нм}$), зеленого (527 нм) и синего (457 нм) цветов. Световая эффективность прибора LUW G5GP может достигать значения 90 лм/Вт. Модели этой серии отличаются низкой мощностью рассеяния, что позволяет обеспечить высокую

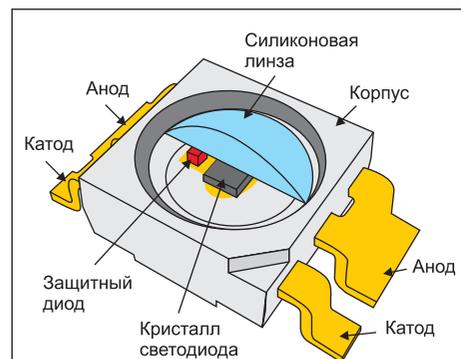


Рис. 16. Структура светодиодов Advanced Power TOPLED Plus

освещенность в любых приложениях, в том числе для освещения небольших комнат или замкнутых объектов.

Структура светодиодов этой серии показана на рис. 16. В пластиковый корпус впresseваны позолоченные выводы анода и катода (материал NiAu) и интегрированы чипы светодиода и защитного (ESD) диода (закреплены на выводах анода). На верхнем торце корпуса установлена силиконовая линза. Такая конструкция обеспечивает тепловое сопротивление порядка 40 К/Вт и антистатическую защиту до 2 кВ в соответствии со стандартом JESD22-114D. Области применения, рекомендованные производителем:

- системы прямой (Direct-view) задней подсветки и подсветки через световоды (Light guide) ЖК-панелей;
- видеостены с крупными элементами изображения;
- световые табло со сменным изображением (Variable-message signs — VMS);
- освещение холодильников, морозильных камер и стиральных машин;
- внутреннее и внешнее освещение зданий;
- архитектурная подсветка;
- освещение коммерческих и жилых помещений;
- освещение территорий и вывесок;
- указатели (маршруты отправления и т. п.);
- объемные вывески и знаки (Channel letters).

На рис. 17 показана лампа, состоящая из 30 светодиодов LCW G5GP. При длине светового окна 350 мм такая лампа обеспечивает световой поток 540 лм при цветовой температуре 3000 К. Общая мощность потребления лампы — 12 Вт,

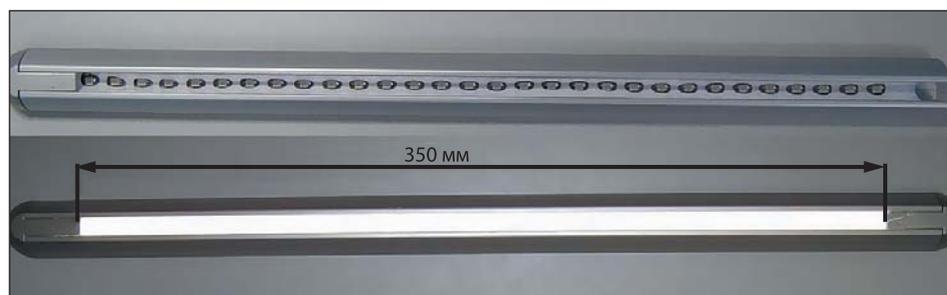


Рис. 17. Светодиодная лампа

включая схему управления. Электронные компоненты заключены в алюминиевый кожух, выполняющий роль теплоотвода.

Основные параметры прибора LCW G5GP:

- число исполнений по цветовым координатам — 54 (14 для LUW G5GP);
- число исполнений по световому потоку и силе света — 6 (5 для LUW G5GP);
- рабочий диапазон температур — $-40...+85$ °C;
- максимальный прямой ток — 200 мА;
- прямое напряжение — 2,8–3,8 В.

Светодиоды большой мощности

Приборы этой категории обеспечивают световой поток от 6 (серия DURIS E3) до 1120 лм (серия OSRAM OSTAR Headlamp). Некоторые светодиоды отличаются высокой световой эффективностью — более 100 лм/Вт. Приборы выпускаются в различных корпусах: керамический SMD с линзой (рис. 18, LUW CN7N), специальный (рис. 19, LE UW D1W), multi chip SMT (рис. 20, LE CWS2LN.EC) и др.

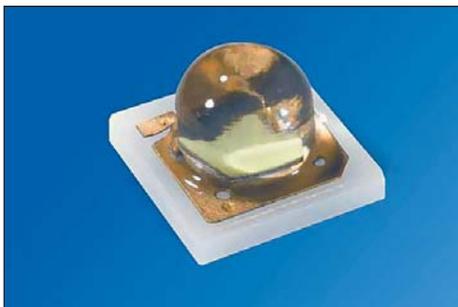


Рис. 18. Керамический корпус SMD



Рис. 19. Специальный корпус

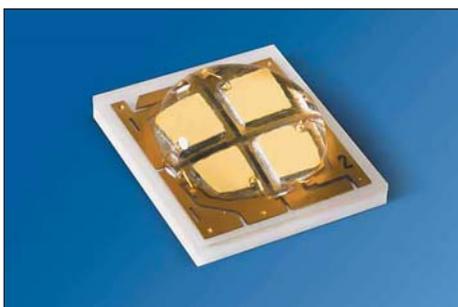


Рис. 20. Корпус multi chip SMT

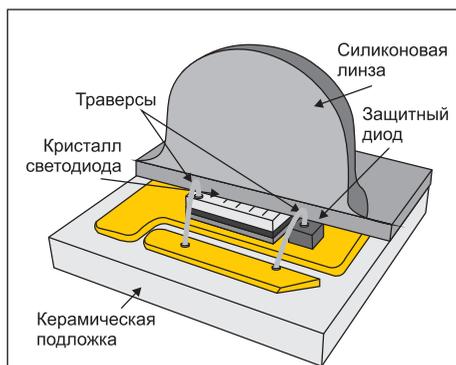


Рис. 21. Структура светодиодов OSLON

В составе семейства OSLON шесть серий приборов (таблица) со световым потоком от 18 (серия OSLON SX) до 360 лм (серия OSLON Square). Наибольшей эффективностью характеризуются светодиоды OSLON Black Series (до 145 лм/Вт) и OSLON Square (до 146 лм/Вт). Кроме приборов белого света в состав семейства входят красные, синие, зеленые, янтарные и желтые светодиоды. Белые выпускаются двух разновидностей — с теплым (Multiphosphor White) и холодным (Ultra White) светом.

Светодиоды этого семейства выпускаются в керамических корпусах с силиконовыми линзами, обеспечивающими тепловое сопротивление в пределах 4–27 К/Вт. Компактная конструкция приборов позволяет легко компоновать их в кластеры. Эскиз конструкции представителей данного семейства в разрезе показан на рис. 21, на подложке из керамики с высокой теплопроводностью установлены светодиодный чип и ESD; подвод тока к кристаллам осуществляется через золотые траверсы, приваренные к контактным площадкам, интегрированным в керамическую подложку.

В OSLON Black Series, кроме белых, входят ярко-синий, синий, зеленый (технология ThinGaN), красный, янтарный и желтый (технология Thinfilm) светодиоды. Приборы серии отличаются высокой надежностью и длительным сроком службы. На рис. 22 приведены зависимости светового потока свето-

диодов, выполненных по технологии ThinGaN, от расчетного срока службы при температуре в точке пайки $T_s = +85$ °C (находится в районе расположения кристалла на нижней стороне подложки) и различных значениях прямого тока. Как видно на графиках, деградация светового потока приборов достигает порядка 20% при их эксплуатации в течение 100 000 ч, что является очень высоким показателем надежности этих светодиодов.

LUW H9GP (Datasheet 2011 г.) — серийный белый светодиод семейства OSLON Black Series с высокой световой эффективностью (145 лм/Вт). Выпускаются две разновидности приборов: LUW H9GP-KYLY-4C8E-1 с типовой цветовой температурой 6500 К и LUW H9GP-KYLY-5F8G-1 с $T_{cb} = 5700$ К. Светодиоды выполнены в керамических корпусах с силиконовыми линзами размерами 3,85×3,95×2,41 или 3,65×3,75×2,17 мм. Предусмотрено несколько десятков исполнений (бинов) по цветовым координатам и по четыре исполнения по прямому напряжению и световому потоку/силе света. Приборы удовлетворяют требованиям стандарта AEC-Q101-REV-C (параметры стресс-тестов дискретных полупроводниковых приборов для автомобильных приложений). Основные характеристики приборов:

- диапазон рабочих температур $-40...+125$ °C;
- максимальная температура кристаллов $T_j = +150$ °C;
- электростатическая устойчивость до 8 кВ, в соответствии со стандартом JESD22 – A114- D;
- прямое напряжение — 2,75–3,75 В (при $I_{np} = 350$ мА, $T = +25$ °C);
- тепловое сопротивление кристалл/точка пайки $R_{thjz} = 6,5$ К/Вт.

В состав серии OSLON SSL, кроме белых, входят синие, ярко-синие (Deep Blue), зеленые, желтые, янтарные, красные и ярко-красные (Hyperred) светодиоды. В семействе OSLON Square имеются белые и ярко-синие светодиоды. Приборы рассматриваемых серий разрабатывались для систем общего и архитектурного освещения с высокой интенсивностью излучения и длительным сроком службы. Компактные корпуса приборов позволяют легко собирать их в кластеры большой мощности. При изготовлении

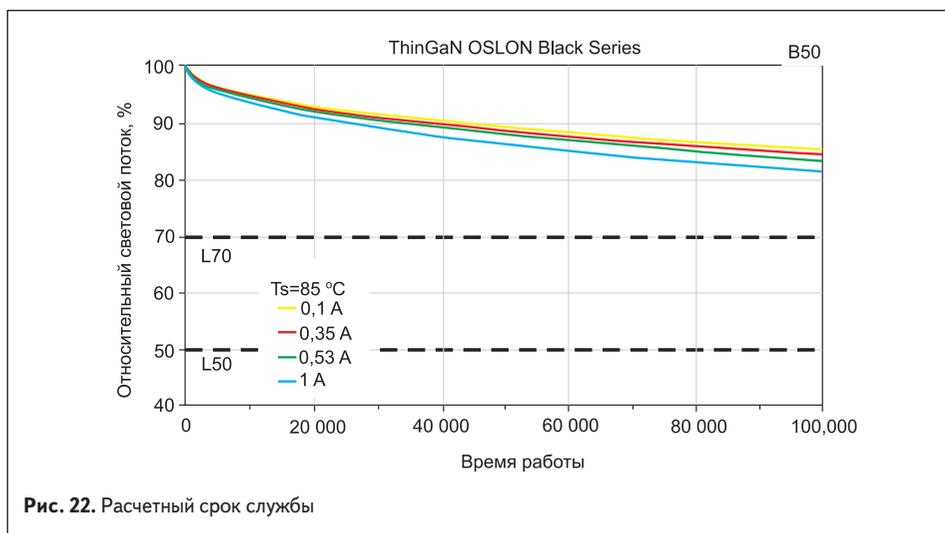
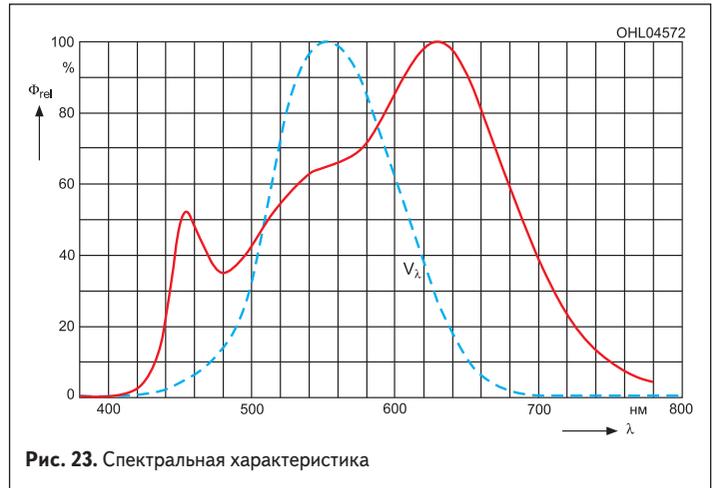


Рис. 22. Расчетный срок службы



светодиодов используются технологии Thin film, ThinGaN (или UX:3). Приборы серий характеризуются очень большим расчетным сроком службы, например для белых, синих и зеленых светодиодов (технология ThinGaN) достигнут уровень излучения порядка 80–85% от исходного значения через 100 000 ч при токах до 530 мА (OSLON SSL)/1,1 А (OSLON Square) и температуре точек пайки $T_s = +85^\circ\text{C}$.

LCW CQ7P.CC (2011 г) — прибор серии OSLON SSL с теплым белым светом и высоким качеством цветопередачи (типовой индекс CRI = 95). Его спектральная характеристика приведена на рис. 23, там же показана стандартная кривая видимости. Области применения, рекомендованные изготовителем: освещение магазинов; модернизация систем освещения жилых помещений и осветительных приборов (Residential retrofits & fixtures); прожекторы (Spot lights); освещение музеев; освещение развлекательных мероприятий (Stage lighting).

Основные особенности и параметры прибора:

- световой поток от 74 лм (при $I_{np} = 350$ мА) до 127 лм (700 мА);
- малая высота корпуса — 2,35 или 2,11 мм;
- различные исполнения по цветовым координатам, световому потоку и прямому напряжению;
- сохранение величины светового потока при длительной эксплуатации в соответствии со стандартом IESNA LM-80;
- диапазон рабочих температур $-40 \dots +120^\circ\text{C}$;
- максимальная температура кристаллов $+135^\circ\text{C}$;
- максимальный прямой ток — 800 мА;
- прямое напряжение — 2,75–3,5 В;
- тепловое сопротивление кристалл/точка пайки — 7 К/Вт.

LUW CQAR, версия EQW (2011 г.) входит в серию OSLON Square. Приборы типа Streetwhite отличаются несколько меньшей световой эффективностью (139 лм/Вт), большим числом исполнений и по некоторым другим параметрам. Области применения, рекомендованные изготовителем: техническое энергосберегающее освещение; системы промышленного освещения; замена менее эффективных светодиодов. Для приборов Streetwhite — наружное освещение; освещение туннелей и улиц; промышленные светильники; освещение знаков и указателей. Основные особенности и параметры представителей данной серии:

- различные исполнения по цветовым координатам, световому потоку и прямому напряжению;
- диапазон рабочих температур $-40 \dots +110^\circ\text{C}$;
- максимальная температура кристаллов $+125^\circ\text{C}$;
- максимальный прямой ток 1,5 А;
- прямое напряжение 2,75–3,5 В;
- тепловое сопротивление кристалл/точка пайки — 3,8 К/Вт.

Литература

1. http://www.osram.com/osram_com/company/company-history/index.jsp
2. <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/Persones/Welsbach.html>
3. http://www.osram-os.com/osram_os/EN/Products/index.html
4. [http://www.osram-os.com/osram_os/EN/Products/Light_Emitting_Diodes_\(LED\)/index.html](http://www.osram-os.com/osram_os/EN/Products/Light_Emitting_Diodes_(LED)/index.html)