

Светодиоды высокой яркости компании OSRAM

Юрий Петропавловский (Ростовская обл.)

В статье описана номенклатура цветных и белых светодиодов и модулей компании Osram Opto Semiconductors. Рассмотрены особенности и приведены параметры некоторых эффективных светодиодов компании, разработанных в последние годы.

Компания Osram Opto Semiconductors (Германия) входит в число ведущих производителей светодиодов. Согласно данным аналитической фирмы Strategies Unlimited, компания в 2010 г. заняла третье место среди основных мировых поставщиков светодиодов высокой яркости (Nichia, Samsung LED, Philips Lumileds Lighting, Seoul Semiconductor, Cree, LG Innotek, Sharp, Everlight, Toyoda Gosei) [1].

В каталоге компании 2012 г. представлена широкая номенклатура белых и цветных светодиодов высокой яркости семейств OSOLON, DRAGON, OSTAR и приборов для вспышек фотоаппаратов [2]. Компания выпускает синие (Blue), тёмно-синие (Deep blue), янтарные (Amber), красные (red), тёмно-красные (Hyper red), жёлтые (yellow) и зелёные (True green, Verde) приборы, а также белые светодиоды различных оттенков.

Классификационные параметры цветных светодиодов компании при-

ведены в таблице 1. Классификационные параметры белых светодиодов компании приведены в таблице 2. Рассмотрим особенности некоторых приборов компании, справочные листки на которые были выпущены или отредактированы в 2010–2012 гг., более подробно.

OSOLON Black Series. Приборы данной серии отличаются очень высокой надёжностью, длительным сроком службы, большим световым потоком и хорошими тепловыми параметрами, удовлетворяющими требованиям стандарта AEC-Q101-REV-C, в том числе, в части требований по проведению стресс-тестов для дискретных полупроводниковых приборов автомобильного назначения (Stress Test Qualification for Automotive Grade Discrete Semiconductors). При производстве светодиодов используются технологии ThinGaN (синие, зелёные и белые приборы) и Thinfilm (янтарные, красные, жёлтые приборы). Светодиоды выпол-

нены в оксидных корпусах с силиконовыми линзами, внешний вид приборов показан на рисунке 1. Эскиз конструкции светодиодов серии в разрезе показан на рисунке 2; на основании корпуса, выполненного в виде рамки с выводами (Leadframe Package), установлены кристаллы светодиодов, соединённые с выводами золотыми траверсами; в верхней части приборов установлены силиконовые линзы.

Долговременная эксплуатация светодиодов характеризуется такими параметрами, как сохранение работоспособности L (Lumen maintenance) и катастрофические отказы B (Catastrophic failure). Для рассматриваемой серии приборов используются параметры L70, B50 и L50 (уменьшение светового потока на 30/50%). Зависимости относительного светового потока, силы света и выходной мощности светодиодов серии, выполненных по технологии ThinGaN (материал GaN), от расчётного времени наработки приведены на рисунке 3, для приборов на основе InGaAlP (технология Thinfilm) – на рисунке 4. Графики приведены для различных значений прямого тока при температуре точки пайки $T_s = 85^\circ\text{C}$ (Soldering point, находится снизу корпуса в районе кристалла). Как видно из характеристик,



Рис. 1. Внешний вид светодиодов серии OSOLON Black Series



Рис. 2. Структура светодиодов серии OSOLON Black Series

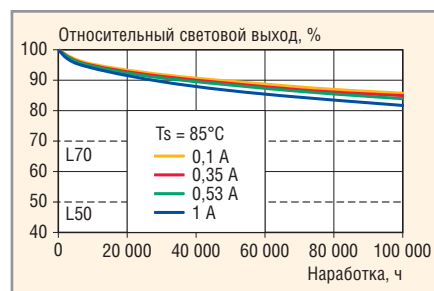


Рис. 3. Зависимости относительного светового выхода ThinGaN светодиодов серии OSOLON Black Series от времени наработки

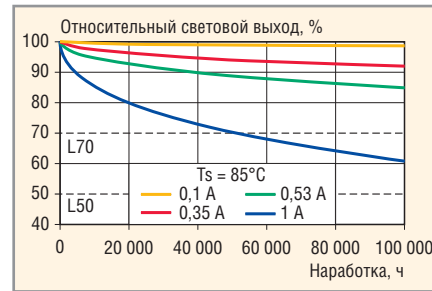


Рис. 4. Зависимости относительного светового выхода InGaAlP светодиодов серии OSOLON Black Series от времени наработки

расчётное время службы при снижении световой отдачи приборов серии на 20% составляет порядка 100 000 ч (для приборов ThinGaN) и на 30% – около 50 000 ч (для приборов InGaAlP).

LR H9GP, LA H9GP, LY H9 GP (2011 г.) – светодиоды серии OSRON Black Series красного, янтарного и жёлтого цветов,

выполненные на основе материала InGaAlP по технологии Thinfilm. Параметры приборов, приведённые в таблице 1, нормированы для прямого тока 350 мА; при увеличении тока до 1 А световой поток, создаваемый светодиодами, увеличивается до 150 лм (красный), 180 лм (янтарный) и 115 лм (жёлтый).

Приборы выполнены в малогабаритных корпусах с размерами $3,85 \times 3,95 \times 2,41$ мм и отличаются высокой эксплуатационной надёжностью. Светодиоды отбирают в группы по световому потоку, длине волны и прямому напряжению. По стойкости к электростатическим разрядам приборы удовлетво-

Таблица 1. Классификационные параметры цветных светодиодов OSRAM

Серия	Тип прибора	Цвет свечения	λ_p , нм	Φ_v , лм	Φ_e , мВт	I_f , кД	η , лм/Вт [%]	$I_{пр}$, мА	2 ϕ , град.
OSRON Black Series	LR H9GP	Красный	625	39...82		29,6	75	350	90
	LA H9GP	Янтарный	617	52...97		36,5	80	350	90
	LY H9GP	Жёлтый	590	39...82		29,6	115	350	90
	LD H9GP	Тёмно-синий	455		493		[56]	350	90
	LB H9GP	Синий	470	21...39		14,7	35	350	90
	LT H9GP	Зелёный	528	61...112		42,4	135	350	90
OSRON SX	LA CN5M	Янтарный	617	14...28		15	60	140	60
	LD CN5M	Тёмно-синий	453		140...160		[38]	140	60
	LY CN5M	Жёлтый	590	11...22,4		12	44	140	60
	LT CN5M	Зелёный	528	18...45		22,5	71	140	60
OSRON SSL	LA CP7P	Янтарный	617	65,8...97			104	350	80
	LB CP7P	Синий	470	21...39		16,8	25	350	80
	LD CP7P	Тёмно-синий	455		515		[46]	350	80
	LD CQ7P	Тёмно-синий	455		515		[46]	350	80
	LH CP7P	Тёмно-красный	656		355		[48]	350	80
	LR CP7P	Красный	625	48,4...65,8			77	350	80
	LT CP7P	Зелёный	528	45...112		44	83	350	80
	LY CP7P	Жёлтый	590	48,4...71			71	350	80
	LA CPDP	Янтарный	617	65,8...97			104	350	150
	LB CPDP	Синий	470	21...39		7,1	25	350	150
	LD CQDP	Тёмно-синий	455		540		[46]	350	150
	LH CPDP	Тёмно-красный	656		315...450		[48]	350	150
	LR CPDP	Красный	625	48,4...65,8			77	350	150
	LT CPDP	Зелёный	528	71...112		21,8	83	350	150
LY CPDP	Жёлтый	590	48,4...71			71	350	150	
Golden DRAGON	LR W5SM	Красный	625	39...71		18,3	65	400	120
	LA W5SM	Янтарный	617	52...97		24,5	86	400	120
	LY W5SM	Жёлтый	590	39...71		18,3	68	400	120
	LD W5SM	Тёмно-синий	455		250...450		[49]	350	120
	LB W5SM	Синий	470	15...28		6,8...7,9	35	350	120
	LT W5SM	Зелёный	528	25...97		21...24,6	129	350	120
Golden DRAGON Plus	LA W5AM	Янтарный	617	52...97		23	74	400	170
	LR W5AM	Красный	625	39...82		19,4	60	400	170
	LY W5AM	Жёлтый	590	39...71		19,25	55	400	170
	LD W5AM	Тёмно-синий	455		355...710		[54]	350	170
	LB W5AM	Синий	467	18...39		10	35	350	170
	LT W5AM	Зелёный	528	71...112		32	136	350	170
	LH W5AM	Тёмно-красный	656		280...400		[44]	400	170
	LV W5AM	Зелёный	505	52...97		26,1	94	350	170
Platinum DRAGON	LA W5SN	Янтарный	617	61...112		28,8	86	700	120
	LR W5SN	Красный	625	52...97		24,8	65	700	120
	LY W5 SN	Жёлтый	590	71...130		33,5	68	700	120
	LD W5SN	Ярко-синий	455		450...900		[49]	700	120
	LB W5SN	Синий	470	21...52		11...12,7	35	700	120
	LT W5SN	Зелёный	528	71...150		30,2...38,6	129	700	120
LV W5SN	Зелёный	505	71...130		33,5	30	700	120	

Примечание: Диапазоны значений светового потока (Φ_v), силы света (I_f), мощности излучения (Φ_e) приведены для различных исполнений приборов; другие параметры являются типовыми.

Таблица 2. Классификационные параметры белых светодиодов компании OSRAM

Серия	Тип прибора	Φ _v , лм	Γ _v , мкд	Γ _v , мА	X	Y	T, К	U _F , В	η, лм/Вт	CRI	2φ, град	Корпус
OSLON Black Series	LCW H9GP	61...130	38 540...49 020	350	0,42	0,4	2500...4800	3,2	96	80	90	SMD с линзой
	LWU H9GP	82...150	56 600	350	0,31	0,32	6500	3,2	145		90	SMD с линзой
	LWU H9GP.CE	82...150	56 600	350	0,31	0,32	6500	3,2	145		90	SMD с линзой
OSLON SX	LWU CN7M	33...61	21 000	200	0,31	0,32	6500	3,4	61		90	Керамический SMD с линзой
	LWU CN5M	18...35,5	19 100	140	0,31	0,32	6500	3,3	73		60	Керамический SMD с линзой
	LWU CN7N	82...130	56 000	350	0,32	0,32	6500	3,2	70		80	Керамический SMD с линзой
OSLON LX	LWU CNAP	50...100	21 000	350	0,27	0,23		3,2	65		125	Керамический SMD с линзой
	LWU CNAP	50...140	27 000	350	0,26	0,22		3,2	92		125	Керамический SMD с линзой
OSLON SSL	LOW CQ7P.CC	61...89,2	41 000...48 500	350			2700...4000	3,2	66	95	80	Керамический SMD с линзой
	LOW CQ7P.EC	82...121	48 500...61 000	350	0,42	0,4	2700...5000	3,2	84	82	80	Керамический SMD с линзой
	LOW CQ7P.PC	97...130	61 000...66 000	350			4000...5000	3,2	96	70	80	Керамический SMD с линзой
	LWU CQ7P	104...140	66 000...71 000	350	0,31	0,32	6500	3,2	106	70	80	Керамический SMD с линзой
	LWU CP7P	104,2...140	59 000...64 000	350	0,31	0,32	6500	3,2	106		80	Керамический SMD с линзой
	LOW CR7P.EC	89,2...140	52 000...65 000	350			2700...5000	3,1	95	80	80	Керамический SMD с линзой
	LOW CR7P.PC	112...164	65 000...75 000	350	0,31	0,32	4000...5000	3,1	115	70	80	Керамический SMD с линзой
	LWU CR7P	121...164		350			5000...6000	3,1	123	70	80	Керамический SMD с линзой
	LOW CQDP.CC	65,8...97	19 000...22 500	350			2700...4000	3,2	66	95	150	Керамический SMD с линзой
	LOW CQDP.EC	76,3...121	22 500...28 000	350	0,42	0,4	2700...5000	3,2	84	80	150	Керамический SMD с линзой
	LOW CQDP.PC	97...130	26 000...30 000	350			4000...5000	3,2	96	70	150	Керамический SMD с линзой
	LWU CQDP	104,2...140	30 000...31 000	350	0,31	0,32	6500	3,2	106	70	150	Керамический SMD с линзой
OSLON Square	LWU CPDP	97...130	28 000...30 000	350	0,31	0,32	6500	3,2	104	70	150	Керамический SMD с линзой
	LOW CQAR.EC	150...259	52 000...72 000	700			2700...5000	3,15	108	80	120	Керамический SMD с линзой
	LOW CQAR.PC	210...330	72 000...89 000	700			4000...5000	3,15	135	70	120	Керамический SMD с линзой
Golden DRAGON	LWU CQAR (EQW)	240...359	83 000...90 000	700	0,37	0,44	5300...6500	3,15	146	70	120	Керамический SMD с линзой
	LOW W5SM	45...112	18 500...27 300	350	0,42	0,4	2500...4800	3,2	87	80	120	white SMT
	LWU W5SM	71...130	33 500	350	0,31	0,32	6500	3,2	110		120	white SMT
Golden DRAGON Plus	LWU W5SM	52...97	25 000	350	0,33	0,33	5600	3,2	99	80	120	white SMT
	LOW W5AM	61...112	19 800...22 800	350	0,42	0,4	2500...4800	3,2	102	80	170	white SMT
	LWU W5AM	71...130	25 100...26 500	350	0,33	0,33	5600	3,2	130	80	170	white SMT
Golden DRAGON oval Plus	LWU W5AM	82...150	26 500...32 800	350	0,31	0,32	6500	3,2	146		170	white SMT
	LOW W5PM	52...112		350	0,42	0,4	2500...4800	3,2	83	80	120/70	white SMT с линзой
Platinum DRAGON	LWU W5PM	82...130		350	0,31	0,32	6500	3,2	134		120/70	white SMT с линзой
	LWU W5PM	71...112		350	0,33	0,33	5600	3,2	107	80	120/70	white SMT с линзой
Diamond DRAGON	LOW W6SN	71...150	29 800...32 400	700	0,42	0,4	2500...4800	3,45	87	80	120	white SMT
	LWU W6SN	82...150	38 000	700	0,33	0,33	5600	3,45	99	80	120	white SMT
OSRAM OSTAR Lighting Plus	LWU W5AP	240...390	80 000...92 000	1400	0,32	0,32	6500	3,4	65		140	dark SMD
	LE CW52LN EC	280...419		350	0,42	0,4	2700...5000	3,2	82	80	140	multi chip SMT
OSRAM OSTAR SWT	LE UW52LN	359...484		350	0,31	0,32	6000...6500	3,2	100	70	140	multi chip SMT
	LE UW 52W	390...710	170 000	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

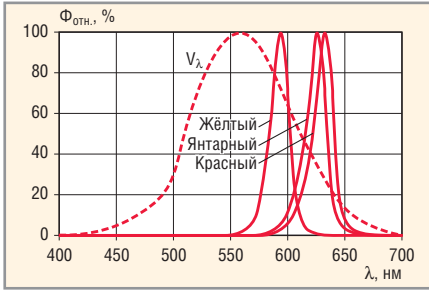


Рис. 5. Спектральные характеристики жёлтых, янтарных и красных светодиодов серии OSLOM Black Series

ряют требованиям стандарта JESD22-A114-D (напряжение до 8 кВ). Рабочий диапазон температур приборов $-40...125^{\circ}\text{C}$ (максимальная температура кристаллов $T_j = 150^{\circ}\text{C}$). Тепловое сопротивление кристалл/точка пайки $6,5^{\circ}\text{K/Вт}$, спектральные характеристики светодиодов при $T = 25^{\circ}\text{C}$ и $I_{\text{пр}} = 350 \text{ мА}$ приведены на рисунке 5; на графиках также приведена стандартная кривая видности.

LCWH9GP (2011) – светодиод серии OSLOM Black Series, выполненный по технологии ThinGaN с тёплым и нейтральным белым светом. Выпускаются пять разновидностей приборов с цветовыми температурами 2700, 3000, 3500, 4000 и 4500°K . Предусмотрено несколько десятков групп исполнений (бинов) по цветовым координатам (см. рис. 6), четыре исполнения по прямому напряжению и пять исполнений по световому потоку. При увеличении прямого тока до 1 А световой поток достигает 190 лм (для приборов $T_{\text{цв}} = 3500^{\circ}\text{C}$). Эксплуатационные параметры такие же, как и у

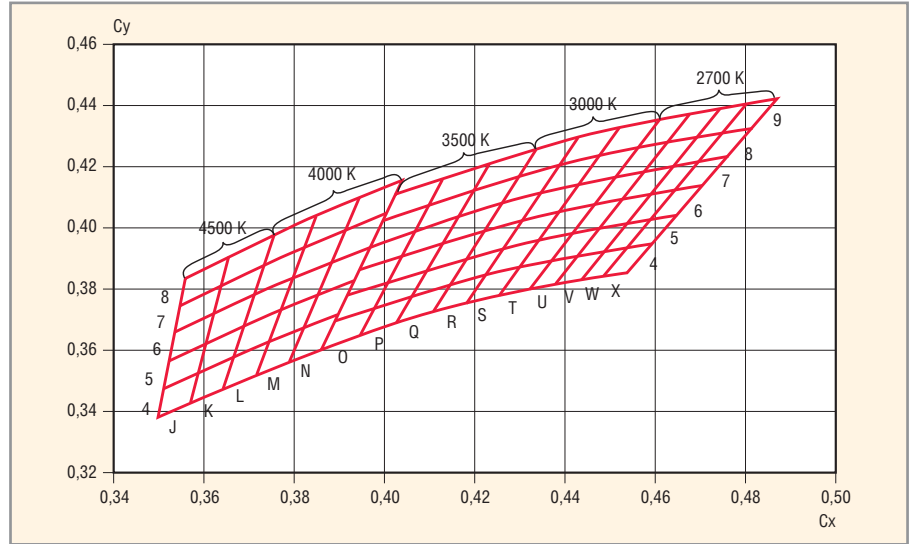


Рис. 6. Цветовые координаты групп исполнений светодиодов серии OSLOM Black Series

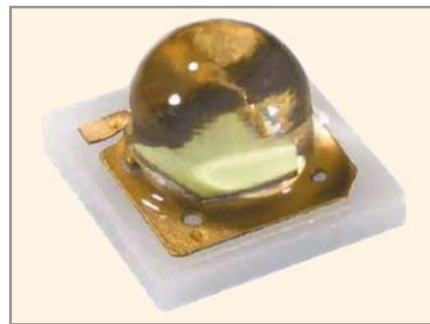


Рис. 7. Внешний вид светодиодов серии OSLOM SX

рассмотренных выше цветных светодиодов.

LUWCN7M (2011) – светодиод серии OSLOM SX (технология ThinGaN) с холодным белым светом, выполненный в керамическом корпусе размерами $3,1 \times 3,1 \times 2,35 \text{ мм}$ с линзой; его внешний вид показан на рисунке 7. Области применения прибора, рекомендованные

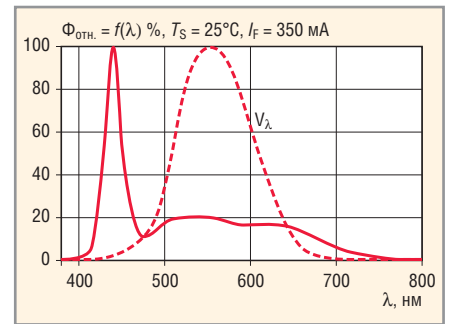


Рис. 8. Спектры светодиода LMWCNAP

изготовителем: светильники дневного света (Daytime-Running-Light, DRL); позиционные огни (Position Light), в том числе бортовые; световые индикаторы на панелях приборов (Headup Display); задняя подсветка ЖК-панелей; внутреннее освещение автомобилей, приборных щитков (Dashboard) и т.п. Выпускаются семь групп исполнений по цвето-



Рис. 9. Внешний вид светодиодов серий OSLOM SSL, OSLOM Square

вым координатам, четыре исполнения по световому потоку и четыре по прямому напряжению. Максимальный прямой ток светодиодов 250 мА, рабочий диапазон температур $-40...125^{\circ}\text{C}$, тепловое сопротивление $27^{\circ}\text{K}/\text{Вт}$.

LW CN7N (2011) – светодиод серии OSLOM MX (ThinGaN), отличается от вышерассмотренного прибора LW CN7M большим световым потоком; внешний вид соответствует рисунку 7. Максимальный прямой ток составляет 0,5 А, при этом световой поток примерно на 30% больше, чем при номинальном значении 350 мА. Тепловое сопротивление кристалл/точка пайки $R_{\text{th,js}} = 18^{\circ}\text{K}/\text{Вт}$.

LMW CNAP (2011) – прибор серии OSLOM LX (ThinGaN) с тёплым белым светом и мультифосфорным покрытием

(Multiphosphor white); выполнен в керамическом корпусе размерами $3,1 \times 3,1 \times 1,73$ мм с силиконовой линзой. Области применения прибора, рекомендованные изготовителем: задняя подсветка дисплеев высокой яркости, в том числе ЖК TFT-панелей; оптимальное построение световых массивов; задняя подсветка различных объектов, в том числе рекламных щитов (Illuminated advertising); замена ламп накаливания небольшой мощности; декоративная подсветка; освещение развлекательных мероприятий; подсветка указателей и знаков. Предусмотрено пять групп исполнений по цветовым координатам, шесть исполнений по световому потоку, три исполнения по длинам волн мультифосфорного покрытия, два исполнения по прямому напряжению. Максимальный прямой ток светодиодов 1 А, при этом световой поток увеличивается примерно в два раза относительно номинального при токе 350 мА. Тепловое сопротивление кристалл/точка пайки $14^{\circ}\text{K}/\text{Вт}$, максимальная температура кристаллов 150°C . Спектральная характеристика прибора приведена на рисунке 8.

OSLOM SSL, OSLOM Square. В состав этих серий входят синие, тёмно-синие, зелёные, жёлтые, янтарные, красные и тёмно-красные светодиоды. В составе серии OSLOM Square имеются белые и тёмно-синие светодиоды; внешний вид приборов показан на рисунке 9. 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 светодиодов используются технологии Thin-film и ThinGaN. Приборы данных

серий характеризуются очень большим расчётным сроком службы. Например, синие, зелёные и белые светодиоды (технология ThinGaN) достигнут уровня излучения порядка 80...85% от исходного значения через 100 000 ч при токах до 530 мА (OSLOM SSL)/1,1 А (OSLOM Square) и температуре точек пайки $T_s = 85^{\circ}\text{C}$. Структура приборов и схема тепловых потоков показаны на рисунке 10. На керамической подложке зафиксирован светодиодный кристалл, соединённый с выводами прибора позолоченными траверсами. Сверху кристалл закрыт силиконовой линзой; отвод тепла осуществляется через специальную подложку снизу. Измерение температуры в точке пайки T_s производится вблизи этой подложки (Measuring Point of Ts).

LAC7P (2012) – янтарный светодиод серии OSLOM SSL, выполненный по технологии Thinfilm. Прибор отличается большим значением световой эффективности (104 лм/Вт). Области применения прибора: архитектурное освещение; освещение развлекательных мероприятий; системы световых эффектов; подсветка торговых залов и витрин. Выпускаются три разновидности приборов с разными значениями светового потока, а также три исполнения по длинам волн и семь групп исполнений по световому потоку/силе света. Рабочий диапазон температур $-40...120^{\circ}\text{C}$. Максимальный прямой ток 1 А, при этом световой поток увеличивается примерно в 2,5 раза по сравнению с номинальным при токе 350 мА; тепловое сопротивление $4^{\circ}\text{K}/\text{Вт}$.

LCW CQDP,CC (2011) – прибор серии OSLOM SSL с тёплым белым светом и высоким качеством цветопередачи (типовой индекс CRI = 95), спектральная характеристика прибора приведена на рисунке 11, там же показана стандартная

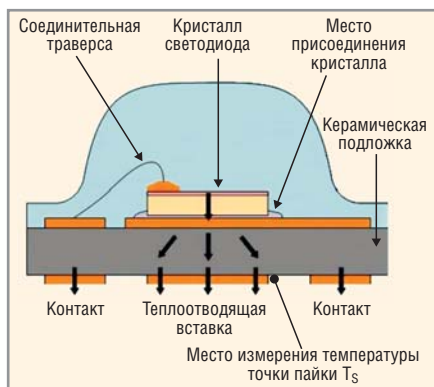


Рис. 10. Структура светодиодов серий OSLOM SSL, OSLOM Square

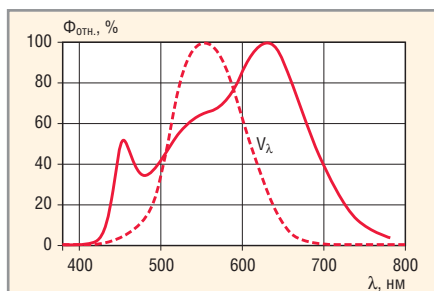


Рис. 11. Спектр светодиода LCW CQDP,CC

кривая видности. Области применения прибора, 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 характеристики прибора: световой поток от 74 лм (при $I_{np} = 350$ мА) до 127 лм (700 мА); 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 $-40...120^{\circ}\text{C}$; тепловое сопротивление кристалл/точка пайки 7°K/Wt .

LCW CQAREC (2011) – мощный светодиод с тёплым белым светом серии OSLO Square и высоким качеством цветопередачи (индекс CRI = 80), выполненный по технологии ThinGaN. Области применения приборов, рекомендованные изготовителем: модернизация систем освещения жилых помещений и осветительных приборов; прожекторы; освещение рабочих мест (Task light); направленное освещение (Accent light); профессиональные потолочные светильники (Professional downlights); освещение магазинов (Shop Lighting). Выпускаются 13 разновидностей приборов, отличающихся цветовой температурой и величиной светового потока/силы света, а также несколько групп исполнений по световому потоку/силе света, прямому напряжению и цветовым координатам. Диапазон рабочих температур $-40...110^{\circ}\text{C}$; максимальная температура кристаллов $+125^{\circ}\text{C}$; максимальный прямой ток 1,5 А, при этом световой поток увеличивается примерно в 1,7 раза по сравнению с номинальным при токе 700 мА; прямое напряжение 2,75...3,5 В; тепловое сопротивление кристалл/точка пайки $3,8^{\circ}\text{K/Wt}$.

Golden DRAGON, Golden DRAGON Plus. В состав данных серий входят красные, янтарные, жёлтые, синие, тёмно-синие, зелёные и тёмно-красные светодиоды, а также приборы тёплого, нейтрального и холодного белого света; их внешний вид показан на рисунке 12. Эскиз конструкции приборов показан на рисунке 13. В пластиковый корпус интегрированы выводы анода и катода светодионного кристалла, установленного на теплоотводящую пластину; кристаллы светодиода и защитного ESD-диода

соединены с выводами позолоченными traversами; в верхней части прибора установлена силиконовая линза, обеспечивающая большие углы распределения силы света. Линза не является прецизионным оптическим элементом, допуски на её размеры достаточно велики (95% Tolerance). Во многих применениях, таких как системы задней подсветки и общего освещения, не требуется фокусировки светового излучения. Однако для ряда приложений получение достаточно узкого светового луча возможно только при применении вторичной оптики. Диаграмма распределения силы света светодиодов серии Golden DRAGON Plus приведена на рисунке 14. Рекомендуемые области применения светодиодов рассматриваемых серий: внутреннее и внешнее освещение; архитектурная подсветка; освещение стеклянных шкафов и витрин (Glass cabinet lighting); прожекторы; лампы для чтения; системы световых эффектов; освещение улиц и туннелей; маяки, мигающая реклама (Flashlights); фары мотоциклов; освещение для охранных систем.

LR W5AM, LA W5AM, LY W5AM, LD W5AM, LB W5AM, LT W5AM (2010) – красные, янтарные, жёлтые, тёмно-синие, синие и зелёные светодиоды серии Golden DRAGON Plus, выполненные в корпусах размерах $6,2 \times 7,2 \times 1,9$ мм по технологиям Thinfilm (материал InGaAlP) и ThinGaN. Спектральные характеристики приборов Thinfilm соответствуют характеристикам, приведённым на рисунке 5; диаграммы распределения силы света соответствуют диаграммам, приведённым на рисунке 14. Спектральные характеристики приборов ThinGaN приведены на рисунке 15. Рекомендуемые сферы применения светодиодов: светофоры; системы задней подсветки; портативные источники света; декоративная и ландшафтная подсветка; указатели и знаки; RGB заливающий свет (RGB floodlights); огни маяков (beacons lights); огни световых ограждений (Warning lights). При увеличении прямого тока до 1 А выход световой энергии достигает 145 лм (янтарный свето-



Рис. 12. Внешний вид светодиодов серий Golden DRAGON, Golden DRAGON Plus

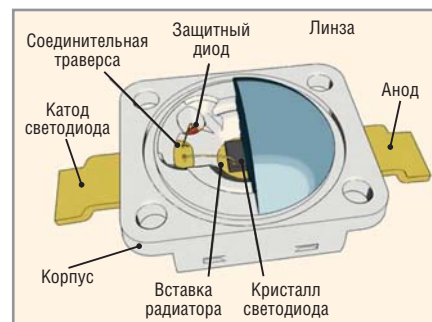


Рис. 13. Конструкция светодиодов серий Golden DRAGON, Golden DRAGON Plus

ке 5; диаграммы распределения силы света соответствуют диаграммам, приведённым на рисунке 14. Спектральные характеристики приборов ThinGaN приведены на рисунке 15. Рекомендуемые сферы применения светодиодов: светофоры; системы задней подсветки; портативные источники света; декоративная и ландшафтная подсветка; указатели и знаки; RGB заливающий свет (RGB floodlights); огни маяков (beacons lights); огни световых ограждений (Warning lights). При увеличении прямого тока до 1 А выход световой энергии достигает 145 лм (янтарный свето-

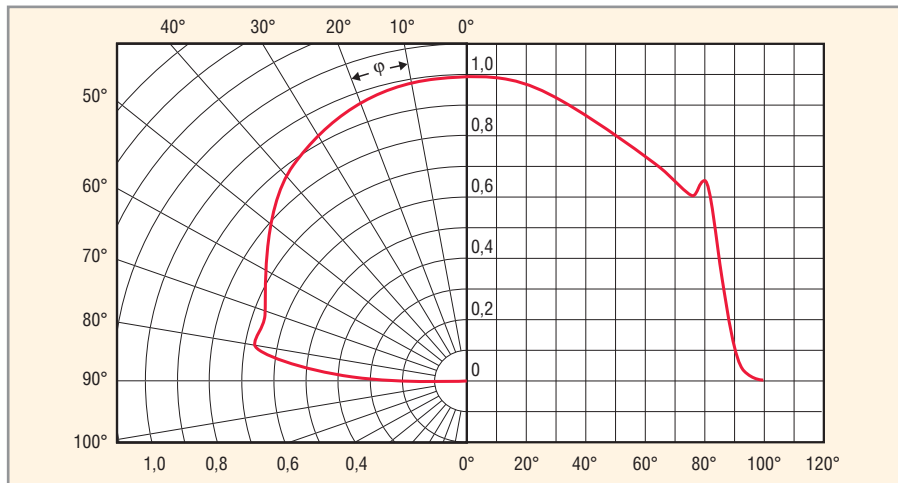


Рис. 14. Диаграмма распределения силы света светодиодов серии Golden DRAGON Plus

диод) и 995 мВт (тёмно-синий светодиод). Выпускаются различные исполнения приборов по световому потоку, выходной мощности и длинам волн. Рабочий диапазон температур $-40...125^{\circ}\text{C}$; тепловое сопротивление кристалл/точка пайки $6,5^{\circ}\text{K/Wt}$.

LR W5SN, LA W5SN, LY, W5SN (2012), LD W5SN, LB W5SN, LT W5SN (2010) – красные, янтарные, жёлтые, тёмно-синие, синие и зелёные светодиоды серии Platinum DRAGON, внешний вид и структура приборов аналогичны показанным на рисунках 12 и 13. Рекомендованные сферы применения светодиодов: задняя подсветка больших ЖК-экранов телевизоров; внутреннее освещение автомобилей; замена ламп накаливания небольшой мощности; стробоскопы; подсветка знаков и указателей. При увеличении прямого тока до 1 А световой поток увеличивается до 153 лм (зелёный светодиод) и

905 мВт (тёмно-синий светодиод). Спектральные характеристики приборов аналогичны характеристикам, приведённым на рисунках 5 и 15. Выпускаются различные исполнения приборов по световому потоку, мощности излучения и длинам волн. Эксплуатационные параметры светодиодов в основном такие же, как и у приборов серий Golden DRAGON и Golden DRAGON Plus.

LUW W5AP (2011) – светодиод с холодным белым светом серии Diamond DRAGON, выполненный в тёмном корпусе размерами $8,1 \times 7,1 \times 4,45$ мм с рассеивающей линзой (технология ThinGaN); внешний вид прибора показан на рисунке 16. Рекомендованные сферы применения прибора: системы задней подсветки; внутреннее и внешнее освещение жилых помещений и офисов; фонари и прожекторы; архитектурная подсветка; освещение стеклянных

шкафов и витрин; указатели и знаки. Выпускаются три разновидности приборов с цветовыми температурами 5700 и 6500°K , несколько групп исполнений по цветовым координатам и световому потоку/силе света. Диапазон рабочих температур $-40...150^{\circ}\text{C}$, максимальная температура кристаллов $+160^{\circ}\text{C}$. Максимальный прямой ток до 2 А, при этом значение светового потока увеличивается примерно в 1,3 раза; тепловое сопротивление кристалл/точка пайки $2,5^{\circ}\text{K/Wt}$.

LE UWS2LN (2011) – светодиодная сборка из четырёх светодиодов серии OSRAM OSTAR Lighting plus с холодным белым светом, выполненная в корпусе размерами $5,51 \times 5,16 \times 2,34$ мм с восемью выводами (аноды и катоды светодиодов сборки выведены отдельно); внешний вид прибора показан на рисунке 17. Рекомендуются сферы применения сборки: освещение магазинов; прожекторы и освещение рабочих мест; модернизация систем освещения; потолочные светильники. Выпускаются четыре разновидности сборок с типовыми цветовыми температурами 6000 и 6500°K , 20 групп исполнений по цветовым координатам и четыре исполнения по световому потоку. Диапазон рабочих температур приборов $-40...110^{\circ}\text{C}$; максимальный прямой ток каждого светодиода сборки 800 мА, тепловое сопротивление $4,2^{\circ}\text{K/Wt}$.

LE UWS2W (2010) – светодиодная сборка из четырёх светодиодов серии OSTAR SMT с холодным белым светом, предназначенная для применения в

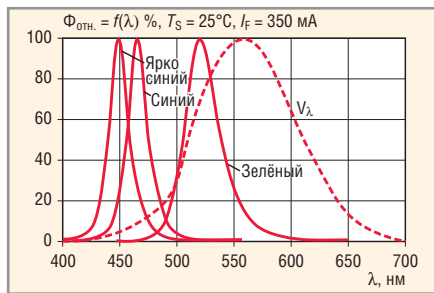


Рис. 15. Спектральные характеристики ThinGaN цветных светодиодов серии Golden DRAGON Plus



Рис. 16. Внешний вид светодиода LUW W5AP серии Diamond DRAGON

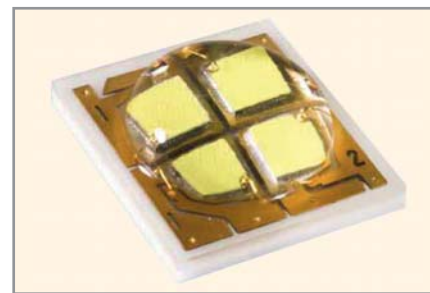


Рис. 17. Внешний вид светодиода LE UW S2 LN серии OSRAM OSTAR Lighting plus

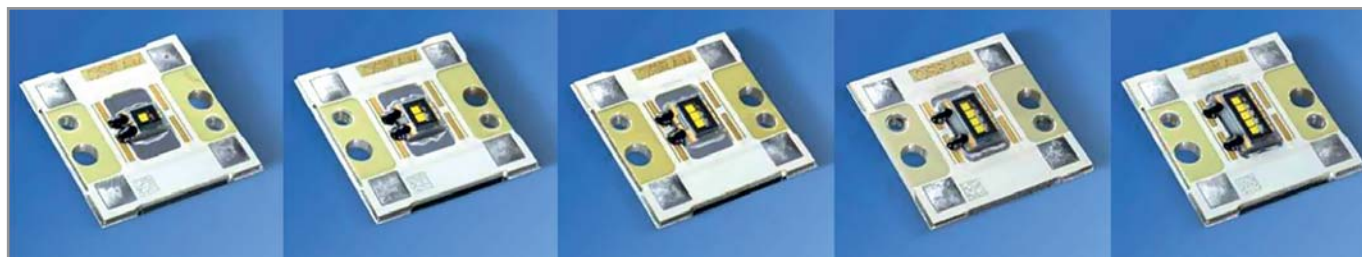


Рис. 18. Внешний вид светодиодов серии OSRAM OSTAR Headlamp

различных проекторах для встраиваемых и мобильных приложений, а также для архитектурного освещения и фонарей. Диапазон рабочих температур $-40...85^{\circ}\text{C}$; максимальный прямой ток каждого светодиода до 1 А, при этом световой поток увеличивается примерно в 1,3 раза относительно номинального значения. Предусмотрено 12 групп исполнений прибора по цветовым координатам и четыре исполнения по световому потоку. Тепловое сопротивление $3,1^{\circ}\text{K/Вт}$.

Серия OSRAM OSTAR Headlamp – мощные светодиодные модули, предназначенные для автомобильных фар и прожекторов, состоящие из одного, двух, трёх, четырёх или пяти единичных светодиодов, соединённых последовательно; их внешний вид показан на рисунке 18. Светодиодные кристаллы смонтированы в керамических корпусах с контактными площадками и стеклянным покрытием. Приборы выполнены по технологии ThinGaN и обладают низким тепловым сопротивлением ($3...8,3^{\circ}\text{K/Вт}$). Расположение выводов и светодиодных чипов модуля LE UW D1W401 с четырьмя светодиодами показано на рисунке 19. Для оптималь-

ного отвода тепла керамическая подложка приборов монтируется непосредственно на теплоотвод. В состав приборов входят защитные диоды, обеспечивающие защиту от электростатических разрядов с напряжением до 8 кВ в соответствии со стандартом ISO 10605. Монтаж приборов может осуществляться различными способами, в том числе винтами, клипсами/защёлками, клеем и т.п. Для автомобильных приложений рекомендовано крепление модулей винтами М3 с шайбами, зафиксированными компаундом.

LEUWD1W5 01 (2010) – модуль из пяти светодиодных кристаллов серии OSRAM OSTAR Headlamp, предназначенный для фар дальнего света автомобилей и мотоциклов, а также для прожекторов заливающего света. Площадь светящейся поверхности модулей составляет $5,4\text{ мм}^2$ ($5,4 \times 1\text{ мм}$); конструкция приборов предусматривает применение вторичной оптики. Предусмотрено пять групп исполнений по цветовым координатам в соответствии с требованиями ECE/SAE (white box) и шесть групп исполнений по световому потоку. Уровень ультрафиолетового из-

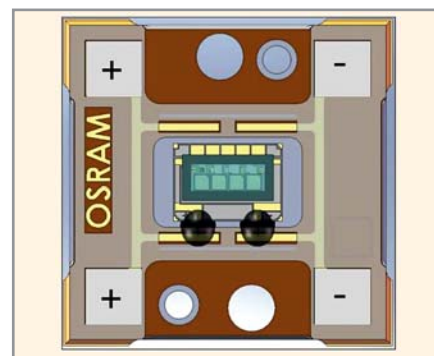


Рис. 19. Расположение выводов и кристалла светодиода LE UW D1W4

лучения не превышает 10^{-5} Вт/лм в соответствии с требованиями UNECE 112. Диапазон рабочих температур модулей кристаллов $-40...125^{\circ}\text{C}$; максимальная температура кристаллов 150°C ; максимальный прямой ток 1 А, при этом световой поток увеличивается примерно в 1,3 раза; прямое напряжение $14,5...20,1\text{ В}$; тепловое сопротивление кристалл/базовая плата $2,65^{\circ}\text{K/Вт}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.ledsmagazine.com/news/8/2/29>.
2. [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).

