

Юрий Петропавловский |

Современные светодиоды

и светодиодная продукция компании Samsung LED

Корейские производители светодиодной продукции выпускают значительное количество светодиодов, в том числе на предприятиях Китая. По данным аналитического агентства IMS Research за 2009 г., Корея занимает третью позицию по числу

выпускаемых светодиодных чипов (первое место — Тайвань, второе — Япония). В стране базируется один из крупнейших мировых производителей светодиодов — компания Seoul Semiconductor. В 2009 г. в Корее появился новый сильный игрок на светодиодном рынке — Samsung LED, совместное предприятие компаний Samsung Electronics и Samsung Electro-Mechanics.

Производство светодиодов новая компания начала не на пустом месте, история СП такова: в 1995 г. светодиодную продукцию начала выпускать Samsung Electro-Mechanics; в 2001 г. был разработан первый в Корее синий светодиод; в 2004 г. введено в строй предприятие в Тяньцзине (Китай); в 2006–2008 гг. начато массовое производство светодиодов для ЖК-телевизоров; в апреле 2009 г. образовано само СП; в 2010 г. основаны предприятия Tianjin Samsung LED и Samsung LED America; в 2011 г. — Samsung LED Europe (Германия). В 2011 г. было объявлено о планах создания совместного предприятия с крупным японским концерном Sumitomo Chemical, на котором уже в 2012 г. должен на-

чаться крупномасштабный выпуск пластин сапфира для подложек и других компонентов для производства светодиодов [1].

Штаб-квартира компании Samsung LED находится в г. Сувон (рис. 1), производственные предприятия расположены в Корее (Kiheung) и Китае (Тяньцзинь), президент фирмы Jae Kwon Kim. Партнерами компании являются крупные дистрибьюторы электронных компонентов на всех континентах, в том числе в России — «ПетроИнТрэйд», ГК Симметрон, «Неон-ЭК» и др.

Компания выпускает большой ассортимент осветительных приборов как для жилых помещений, офисов, больниц и т. п. (рис. 2), так для наружного освещения (рис. 3). Выпускаемые осветительные приборы классифицируются по категориям:

- светодиодные лампы (Bulb, рис. 4) — эквивалентные приборы, заменяющие лампы накаливания мощностью 30, 40, 60, 75 Вт, цветовые температуры 2700 и 5000 К. Также выпускаются эквивалентные приборы, заменяющие галогенные лампы MR16 мощ-



Рис. 1. Здание штаб-квартиры Samsung LED в г. Сувон



Рис. 2. Использование светодиодного освещения в лечебных учреждениях



Рис. 3. Использование светодиодов для уличного освещения

ностью 20 и 35 Вт и PAR30 мощностью 50, 75, 100 Вт различных конструкций, цветовой температуры приборов 2700 К и 3000 К;



Рис. 4. Светодиодные лампы

- светодиодные трубки (Tube, рис. 5) — эквивалентные приборы, заменяющие флуоресцентные лампы мощностью 40 Вт (длина 1,2 м), 20 Вт (0,6 м) и 24 Вт желтого цвета (1,2 м), цветовой температуры 3000/4000/5000/6500 К;



Рис. 5. Светодиодные трубки

- световые приборы для внутреннего освещения (Indoor Luminaires, рис. 6) — круглые, квадратные и прямоугольные потолочные панели мощностью 45 Вт ($\Phi_{\text{в}} = 3600$ лм), 50 Вт ($\Phi_{\text{в}} = 3750\text{--}3840$ лм), цветовой температуры 4000/5000/6500 К (более 15 конструктивных исполнений);



Рис. 6. Световые приборы для освещения помещений

- стандартные круглые потолочные светильники (Standard Down Light, рис. 7) — осветительные приборы мощностью 9,5/18,5/30 Вт (10 типов), диаметр всех исполнений 170 мм, цветовой температуры 3000/4000/5000/6500 К;



Рис. 7. Стандартные осветительные приборы для помещений

- световые приборы для охранного освещения (Security Light, рис. 8) — приборы могут работать от отдельных питающих сетей с низким напряжением, обеспечивают скрытое освещение (видны только освещаемые объекты). Выпускаются приборы мощностью 55/60/90 Вт (5200/4800/7000 лм) в шести конструктивных исполнениях, цветовой температура 5000 К;



Рис. 8. Световые приборы для охранного освещения

- световые приборы для уличного освещения (Street Light, рис. 9) — выпускаются в шести конструктивных исполнениях для уличных фонарей мощностью 55/60/82/90 Вт, эффек-



Рис. 9. Световые приборы для уличного освещения

тивность приборов 78–95 лм/Вт, цветовая температура 5000 К, индекс цветопередачи 70–75, напряжение питания 100–277 В, обеспечена высокая влагозащита;

- прожекторы Flood Light (рис. 10) — выпускается 10 конструктивных исполнений (для освещения спортивных сооружений и других объектов) мощностью от 82 Вт (7000 лм) до 540 Вт (40 000 лм), цветовая температура 5000 К, индекс цветопередачи 70–75, обеспечена высокая влагозащита, напряжение питания 100–240 В;



Рис. 10. Прожекторы

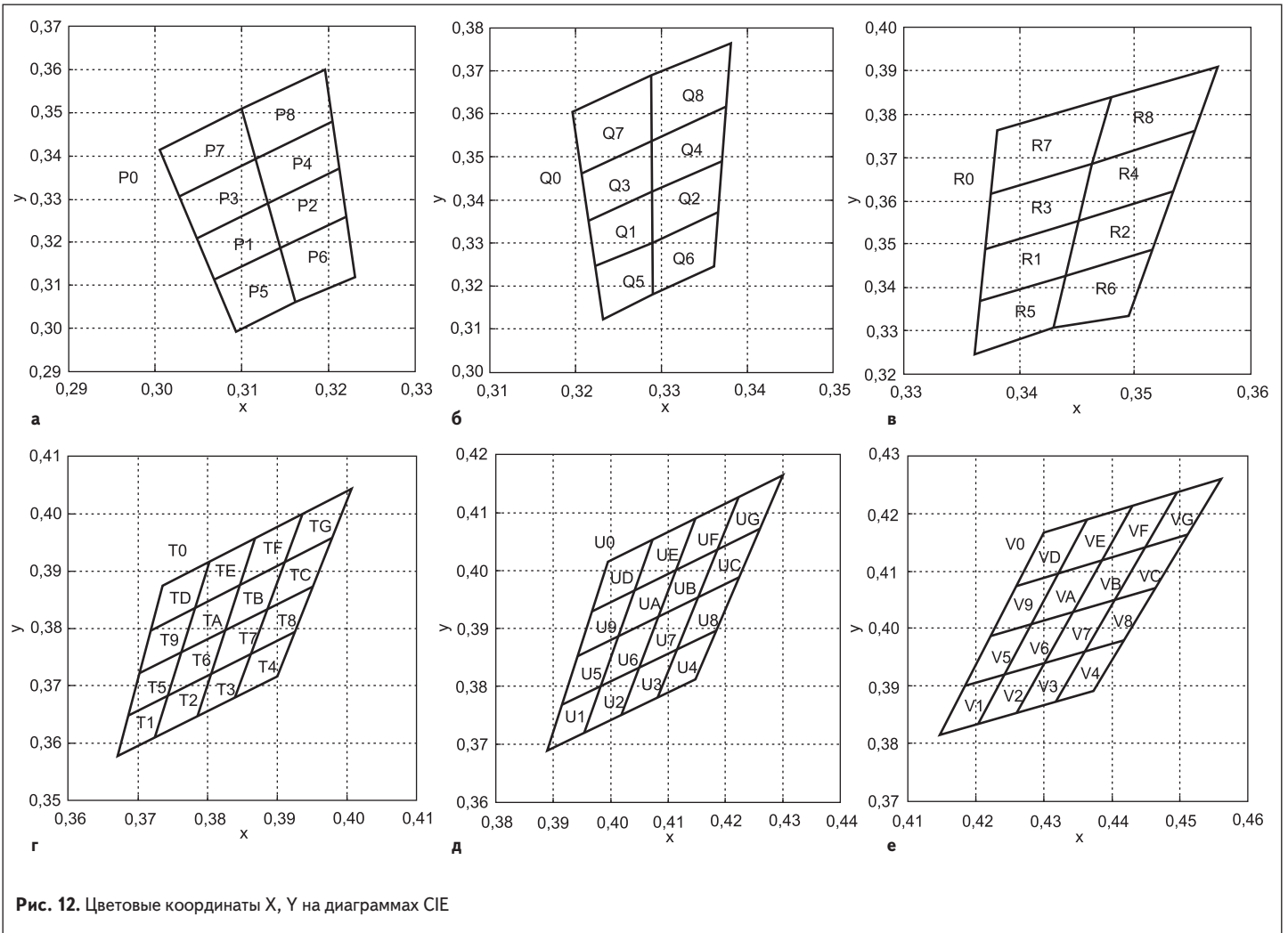
- прожекторы Port Light (рис. 11) — мощные прожекторы этого типа могут освещать удаленные объекты и площади больших размеров, крепление приборов позволяет направлять световой луч в любых направлениях, выпускаются семь конструктивных исполнений прожекторов с мощностью 350 Вт (26 000 лм) и 540 Вт (40 000 лм), цветовая температура 5000 К, ширина углового распределения силы света 15/25/45/60°.



Рис. 11. Прожекторы Port Light

Кроме перечисленных приборов, в каталоге компании 2011 г. предлагаются и другие изделия, в том числе:

- круглые потолочные светодиодные модули (Down Light Module) — 20 исполнений со световым потоком 1100–3000 лм;
- квадратные потолочные модули (Area Light Module) — 10 исполнений со световым потоком 4450–9100 лм;



- линейные модули (Light Strip Module) — представляют собой печатную полосу с установленными светодиодами;
- модули для наружного освещения (без корпусов).

Компания выпускает светодиоды трех категорий: цветные, белые и RGB-приборы средней мощности (47 типов); белые светодиоды большой мощности; светодиоды для фотовспышек. В каталог компании 2011 г. включен ряд перспективных (примечание New) белых светодиодов средней и большой мощности, справочные данные (Data Sheets) на них разработаны весной-летом 2011 г., классификационные параметры этих приборов приведены в таблице. Включенные в таблицу светодиоды входят в состав следующих серий:

- средней мощности —
 - 2323 (SPMWHNT221xxx);
 - 5221L1 (SPMWHNT521xxx);
 - 5630 (SPMWHNT5225xxx);
- большой мощности —
 - Ceramic 3535 (SPHWGTL3D303/305xxx);
 - HV-AC (SPHWHTHAD605/603xxx);
 - HV-DCWA6 (SPHWHTHDD805/803xxx) [2].

Каждый из выпускаемых компанией светодиодов имеет несколько исполнений (бинов) по световому потоку, прямому напряжению и оттенку белого света, характеризуемого цветовыми координатами X, Y по диаграмме

CIE или цветовой температурой. Выражение оттенков белого через цветовые координаты позволяет разработчикам светотехнических приборов более точно подбирать светодиоды для массивов из многих десятков и сотен единичных светодиодов, что в свою очередь обеспечивает равномерное освещение объектов осветительными приборами. На рис. 12а–е приведены цветовые координаты некоторых приборов из таблицы, рассмотрим особенности и параметры светодиодов указанных серий.

Серия 2323

Светодиоды серии выполнены в миниатюрных корпусах для монтажа на поверхность, внешний вид приборов показан на рис. 13. Материалами для приборов служат соединения GaN/Al₂O₃, ширина угла распределения силы света (Beam Angle) составляет 120°. Основные области применения: светоизлучающие приборы для внутреннего и внешнего освещения, подсветка дисплеев и т. п. Светодиоды этой серии отличаются малой мощностью рассеяния, миниатюрностью, экологичностью, длительным сроком службы, быстрым переключением, отличным цветовоспроизведением.

Производителем предусмотрено пять исполнений по прямому напряжению (Rank A1–A5), два исполнения по световому потоку (Rank S1, S2)

и несколько исполнений по цветовым координатам CIE (см. таблицу). Основные параметры приборов серии достаточно близки (за исключением цветовых координат):

- максимальный прямой ток 150 мА;
- диапазон рабочих температур –30... +85 °С;
- максимальная температура кристалла +110 °С;
- тепловое сопротивление кристалл/плата <40 К/Вт;
- электростатическая прочность 5 кВ (модель НВМ);
- прямое напряжение: Rank A1 — 2,8–2,9 В; A2 — 2,9–3 В; A3 — 3–3,2 В; A4 — 3,1–3,2 В; A5 — 3,2–3,3 В;
- типовой индекс цветопередачи — 82.



Рис. 13. Внешний вид приборов серии 2323

Таблица. Классификационные параметры светодиодов

Светодиоды средней мощности							
Тип прибора/серия	I _v , кд	φ, лм	I _{пр} , мА	R _a , CRI	U _{пр} , В	Размеры, мм	Цветовые координаты
SPMWHT221MD5WAP0S0/2323	S1 6,84–7,84 S2 7,84–9,03	S1 20,45–21,40 S2 21,40–27,00	65	Более 78	2,3–3,3	2,3×2,3×0,7	Rank P1–P8
SPMWHT221MD5WAQ0S0/2323	S1 6,84–7,84 S2 7,84–9,03	S1 20,45–21,40 S2 21,40–27,00					Rank Q1–Q8
SPMWHT221MS5WAR0S0/2323	S1 6,87–7,88 S2 7,88–9,08	S1 20,55–23,55 S2 23,55–27,14					Rank R1–R8
SPMWHT221MS5WAT0S0/2323	S1 6,67–7,64 S2 7,64–8,8	S1 19,94–22,84 S2 22,84–26,32					Rank T1–T9, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG
SPMWHT221MS5WAU0S0/2323	S1 6,53–7,48 S2 7,48–8,62	S1 19,53–22,37 S2 22,37–25,78					Rank U1–U9, UA–UG
SPMWHT221MS5WAV0S0/2323	S1 6,39–7,32 S2 7,32–8,44	S1 19,12–21,90 S2 21,90–25,24					Rank V1–V9, VA–VG
SPMWHT221MS5WAW0S0/2323	S1 6,26–7,17 S2 7,17–8,26	S1 18,7–21,43 S2 21,43–24,69					Rank W1–W9, WA–WG
SPMWHT521MD5WAP0S0/5221L1	S1 6,85–8,08 S2 8,08–9,41	S1 20,49–24,15 S2 24,15–28,14	80	Более 80	2,75–3,25	5,2×6×1,3	Rank P1–P8
SPMWHT521MD5WAQ0S0/5221L1	S1 6,85–8,08 S2 8,08–9,41	S1 20,49–24,15 S2 24,15–28,14					Rank Q1–Q8
SPMWHT521MD5WAR0S0/5221L1	S1 6,92–8,16 S2 8,16–9,51	S1 20,70–24,39 S2 24,39–28,43					Rank R1–R8
SPMWHT521MD5WAT0S0/5221L1	S1 6,78–7,99 S2 7,99–9,32	S1 20,28–23,90 S2 23,90–27,86					Rank T1–T9, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG
SPMWHT521MD5WAU0S0/5221L1	S1 6,58–7,75 S2 7,75–9,03	S1 19,66–23,17 S2 23,17–27,00					Rank U1–U9, UA–UG
SPMWHT521MD5WAV0S0/5221L1	S1 6,37–7,50 S2 7,50–8,75	S1 19,04–22,44 S2 22,44–26,15					Rank V1–V9, VA–VG
SPMWHT521MD5WAW0S0/5221L1	S1 6,16–7,26 S2 7,26–8,46	S1 18,42–21,71 S2 21,71–25,30					Rank W1–W9, WA–WG
SPMWHT5225D5WAR0S0/5630	S1 5,20–6,00 S2 6,00–7,00	S1 15,55–17,94 S2 17,94–20,93	50	Более 70	2,75–3,25	5,6×3×0,95	Rank R1–R8
SPMWHT5225D5WAV0S0/5630	S1 4,99–5,76 S2 5,76–6,72	S1 14,93–17,22 S2 17,22–20,09					Rank V1–V9, VA–VG
SPMWHT5225D5WAW0S0/5630	S1 4,89–5,64 S2 5,84–6,58	S1 14,62–16,86 S2 16,86–19,67					Rank W1–W9, WA–WG
SPMWHT5225N36AP0S0/5630	5,2–6,8	16,6–21,7					Rank P1–P7
SPMWHT5225N36ARAS0/5630	5,5–7,3	16,9–22,6					Rank R1–R5, RY, RZ
SPMWHT5225N36AT0S0/5630	5,2–6,9	16,1–21,5		Rank T1–T7			
Мощные светодиоды							
Тип прибора/серия	Мощность, Вт	φ, лм	I _{пр} , мА	CRI	U _{пр} , В	Размеры, мм	Исполнение CCT
SPHCWTHDD803WHR0JC/WA6	8	Rank JB 900–1000 Rank MA 1000–1100	460	Более 70	Rank WH 17–18	25,25×20,25×6,9	Rank P1–P8
SPHWHTHAD603S0R0MZ/HV-AC	3,3	Rank M1, N1, P1, Q1 280–370	22/220 В (rms) 44/110 В (rms)				Rank F1, F2, F3 190–200
SPHWHTHAD605S0W0U4/HV-AC	3,3	Rank U1, V1, w1, X1 220–280	22/220 В (rms) 44/110 В (rms)	Более 80	Rank F1, F3, F5 190–205	12,4×11,4×4,38	WH, WJ, WK, WL, WM, WN, WP, WQ
SPHWHTL3D303E6R0H5/3535	–	Rank H5 110–160	350	Более 70	2,7–3,3	3,5×3,5×1,89	Rank R1–R8
SPHWHTL3D305E6V0F5/3535	–	Rank F5 90–140	350		2,7–3,3		Rank V1–V8
SPHWHTL3D305E6W0F5/3535	–	Rank F5 90–140	350		2,7–3,3		Rank W1–W8
SPHWHTHDD805WHV0ED/WA6	8	Rank EB 700–800 Rank GB 800–900	460	Более 80	17–18	25,25×20,25×6,9	VW, VX, VY, VZ
SPHWHTHDD805WHW0DD/WA6	8	Rank DB 650–750 Rank FB 750–850	460				WW, WX, WY, WZ

Серия 5221L1

Приборы этой серии отличаются от предыдущих большими размерами корпусов и контактных площадок, что облегчает их температурный режим: диапазон рабочих температур — -40...+85 °С. Отличия других параметров



Рис. 14. Внешний вид приборов серии 5221L1

светодиодов незначительны (см. таблицу). Число исполнений по прямому напряжению, световому потоку и цветовым координатам, а также области применения приборов одинаковы, внешний вид светодиодов серии показан на рис. 14.

Серия 5630

Светодиоды серии выполнены в прямоугольных корпусах для монтажа на поверхность увеличенных размеров, внешний вид показан на рис. 15. Приборы выполнены на основе материалов GaN/Al₂O₃ и имеют такую же ширину диаграммы распределения силы света, что и вышеописанные, области применения те же. Приведем некоторые параметры светодиодов серии (только отличные от параметров приборов серии 2323):

- максимальный прямой ток 160 мА;
- диапазон рабочих температур -40...+85 °С;

- прямое напряжение: Rank AZ — 2,75–2,9 В; A1 — 2,9–3 В; A2 — 3–3,1 В; A3 — 3,1–3,2 В; A4 — 3,2–3,25 В;
- индекс цветопередачи Ra3 — не менее 70 (индекс Ra3 характеризует точность передачи зеленого цвета).

Все приборы перечисленных серий подвергаются ряду испытаний:

- на влагостойкость (MSL Test);
- на работоспособность при температуре +25 °С и I_{пр} = 150 мА — 1000 ч;
- на работоспособность при температуре +85 °С и I_{пр} = 120 мА — 1000 ч;
- на работоспособность при температуре +85 °С, влажности 85% RH, I_{пр} = 150 мА — 1000 ч;
- на работоспособность при температуре -40 °С и I_{пр} = 150 мА — 1000 ч;
- на стойкость к термоциклированию: T = +85 °С, влажность 85% RH, I_{пр} = 150 мА, воздействие 2 с, пауза 5 с — 100 000 циклов;



Рис. 15. Внешний вид приборов серии 6530

- на устойчивость к вибрации и ударам, проводится также и ряд других испытаний.

Анализ наличия токсичных веществ в выпускаемых приборах проводился независимой сертифицированной испытательной лабораторией SGS Testing Korea. Светодиоды проверялись на отсутствие следующих токсичных химических элементов: кадмия, свинца, ртути, шестивалентного хрома, мышьяка, сурьмы (Sb203), бериллия (требования директивы RoHs). Кроме того, проверялось отсутствие токсичных органических и неорганических веществ в приборах, общее число проведенных тестов выявило отсутствие в светодиодах 37 различных токсичных соединений (в графах «Количество вещества» сертификата экологической безопасности проставлено уверенное ND — Not Detected, что дало право компании называть свою продукцию «зеленой»).

Серия Ceramic 3535

В состав серии входят три мощных InGaN/GaN MQW (Multiple-quantum-well) светодиода в керамических корпусах, внешний вид приборов показан на рис. 16. Технология производства светодиодов MQW, разработанная М. Бауэрсом (M. Bowers), заключается в покрытии синих светодиодов «квантовыми точками», которые излучают белый свет при облучении синим светом светодиода. Эта технология позволяет получить теплый желто-белый свет, схожий со светом ламп накаливания. «Квантовые точки» являются нанокристаллами полупроводника, имеющими особые оптические характеристики. Их цвет излучения может быть изменен в широких пределах — любой цвет в пределах диаграммы CIE [3]. Финансирование по созданию производства коллоидных квантовых точек одобрил и наблюдательный совет РОСНАНО [4].



Рис. 16. Внешний вид приборов серии 3535

Приборы серии имеют ширину диаграммы углового распределения силы света 125° в обеих плоскостях и обеспечивают равномерную освещенность объектов. Светодиоды характеризуются высокой эффективностью и яркостью свечения, отличным теплоотведением, разработаны с использованием собственной запатентованной технологии. Приведем некоторые параметры приборов на примере SPHWHTL3D303E6R0H5:

- максимальный прямой ток 1,5 А ($T_a = +25^\circ\text{C}$);
- тепловое сопротивление 6,1 °C/Вт;
- диапазон рабочих температур $-40\dots+85^\circ\text{C}$;
- максимальная температура кристалла 150 °C;
- средняя цветовая температура 5000 К;
- прямое напряжение при $I_{np} = 350\text{ мА}$: Rank E3 — 2,7–3 В; Rank H3 — 3–3,3 В;
- световой поток при $I_{np} = 350\text{ мА}$: Rank H1 — 110–120 лм; J1 — 120–130 лм; K1 — 130–140 лм; M1 — 140–150 лм; N1 — 150–160 лм. При увеличении прямого тока до 700 мА световой поток увеличивается практически в два раза.

Светодиоды SPHWHTL3D305E6V0F5 и SPHWHTL3D305E6W0F5 отличаются более низкой цветовой температурой (3000/2700 К) и более высоким индексом цветопередачи (таблица).

Серия HV-AC

В серию входят два мощных светодиода, предназначенных для непосредственного питания от сетей переменного тока 100–240 В 50/60 Гц. Приборы выполнены в корпусах для монтажа на поверхность с четырьмя электрическими выводами и выводом подложки, ширина диаграммы углового распределения силы света 136°, внешний вид приборов показан на рис. 17. Приборы отличаются большой мощностью и высокой яркостью свечения и могут быть использованы в осветительных приборах для работы внутри помещений и на открытых



Рис. 17. Внешний вид приборов серии HV-AC

площадках. Приведем основные параметры светодиода SPHWHTHAD603S0R0MZ:

- максимальный прямой ток (rms) 29 мА (сеть 240 В), 58 мА (120 В) при последовательном или параллельном соединении единичных светодиодов внутри прибора соответственно;
- максимальная температура кристаллов $+125^\circ\text{C}$;
- рабочий диапазон температур $-40\dots+85^\circ\text{C}$;
- средняя цветовая температура 5000 К;
- типовой индекс цветопередачи 75;
- прямое напряжение при $I_{np} = 22\text{ мА}$ (rms): Rank F1 — 190–195 В (rms); Rank F3 — 195–200 В; Rank F5 — 200–205 В;
- световой поток при $I_{np} = 22/44\text{ мА}$ (rms), $U_{np} = 220/110\text{ В}$ (rms): Rank M1 — 280–310 лм; Rank N1 — 310–340 лм; Rank P1 — 340–370 лм; Rank Q1 — не менее 370 лм.

При эксплуатации приборов последовательно с ними включаются гасящие резисторы. Сопротивления и мощности рассеяния резисторов определяются номиналом сетевого напряжения, расчетной мощностью, подводимой к светодиодам, и исполнением (бином) по прямому напряжению. Например, при сетевом напряжении 220 В и прямом токе 22 мА для исполнения Rank F5 сопротивление резистора должно быть равным 2 кОм, мощность рассеяния 0,5 Вт (расчетное значение).

Прибор SPHWHTHAD605S0W0U4 излучает теплый белый свет и отличается более низкой средней цветовой температурой (2700 °C)

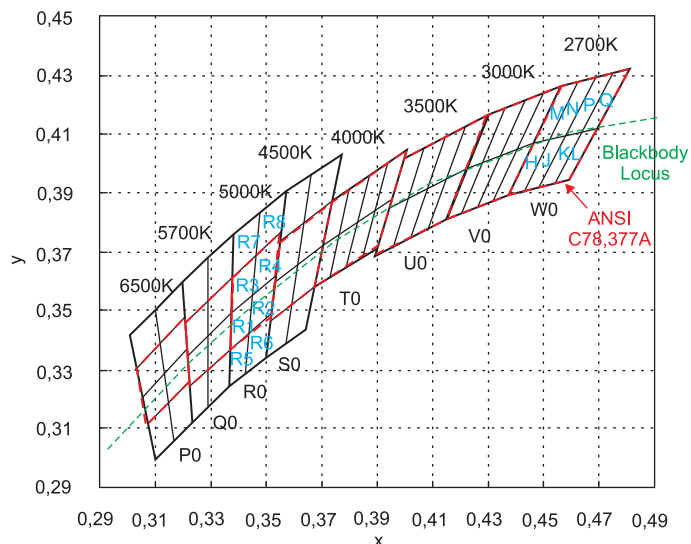


Рис. 18. Цветовые координаты приборов серии V-AC (Blackbody Locus — линия черного тела)

и лучшей цветопередачей (типовой индекс $R_a = 83$). На рис. 18 приведены цветовые координаты линии абсолютно черного тела (Blackbody Locus) и координаты цветности по стандарту ANSI C7.377A, на рисунке также отмечены координаты цветности исполнений рассматриваемых приборов (R1–R8, H–Q).

Серия HV-DC WA6

Серия из трех мощных приборов, каждый из которых содержит несколько (шесть) единичных светодиодов. Приборы выполнены по технологии покрытия синих светодиодов квантовыми точками (технология MQW), обеспечивают подводимую мощность до 11 Вт (в таблице приведены параметры для подводимой мощности 8 Вт), ширина угла распределения силы света 134° в обеих плоскостях. Приборы предназначены для прямой замены ламп накаливания, флуоресцентных и сигнальных ламп, а также для других светотехнических приложений. Внешний вид показан на рис. 19. Приведем основные параметры прибора SPHCWTHDD803WHR0JC:

- максимальный прямой ток при $T = +25^\circ\text{C}$ — 620 мА;
- максимальная температура кристаллов $+150^\circ\text{C}$;
- диапазон рабочих температур $-40 \dots +85^\circ\text{C}$;
- тепловое сопротивление $2,24^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- средняя цветовая температура 5000 К.

Некоторые параметры приборов при различных подводимых мощностях:

$P = 5 \text{ Вт}$ — $I_{\text{пр}} = 310 \text{ мА}$, $U_{\text{пр}} = 17,2 \text{ В}$, $\phi_v = 665 \text{ лм}$, эффективность 133 лм/Вт;
 $P = 7 \text{ Вт}$ — $I_{\text{пр}} = 410 \text{ мА}$, $U_{\text{пр}} = 17,4 \text{ В}$, $\phi_v = 896 \text{ лм}$, эффективность 128 лм/Вт;
 $P = 11 \text{ Вт}$ — $I_{\text{пр}} = 620 \text{ мА}$, $U_{\text{пр}} = 18,05 \text{ В}$, $\phi_v = 1298 \text{ лм}$, эффективность 118 лм/Вт.

Следует отметить, что для серийных приборов большой мощности их эффективность весьма высока и находится на уровне эффективности приборов ведущих мировых производителей или превышает их.

Прибор SPHWWTHDD80TWHV0ED отличается более низкой цветовой температурой (3000 К), более высоким индексом цветопередачи, однако его эффективность ниже, например, при $P = 5 \text{ Вт}$ — 104 лм/Вт, при $P = 11 \text{ Вт}$ — 98 лм/Вт. Еще более низкую (2700 К) цветовую температуру имеет прибор SPHWWTHDD805WHW0DD, его эффективность при мощности 5 Вт составляет 101 лм/Вт, при $P = 11 \text{ Вт}$ — 89 лм/Вт.

Кроме приборов, приведенных в таблице, в каталоге компании 2011 г. имеются и другие приборы разработки 2009–2011 гг. без примечания NEW [2]. В категории светодиодов средней мощности предлагаются следующие серии приборов:

- 5252 — цветные (красный, зеленый, синий) и полноцветные приборы RGB (всего шесть типов);
- 5252S1 — белые светодиоды в корпусах для монтажа на поверхность размерами $5,2 \times 6 \times 1,3 \text{ мм}$, сила света приборов серии находится в пределах 4,9–6,3 кд при прямом токе 60 мА (всего 11 типов приборов);



Рис. 19. Внешний вид приборов HV-DC WA6

- 5252S2 — белые светодиоды размерами $5,2 \times 6 \times 1,3 \text{ мм}$, сила света 8–13 кд при прямом токе 100 мА (всего 11 типов приборов).

В категории светодиодов большой мощности предлагаются приборы серии SunnixS — белые светодиоды в корпусах для монтажа на поверхность размерами $6 \times 7 \times 1,2 \text{ мм}$. Эти приборы обеспечивают световой поток 90–125 лм при прямом токе 350 мА, цветовая температура приборов 2700/3000/3500/4000/4500/5000/5700/6500 К, минимальный индекс цветопередачи 70 для «холодных» исполнений, 80 для «теплых» (всего восемь типов приборов). ●

Литература

1. <http://investing.businessweek.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=59018576>
2. <http://samsungled.com/eng/main/index.asp>
3. http://www.semitech.us/files/pssc_001.pdf
4. <http://www.rusnano.com/Post.aspx/Show/25435>