

Сергей Никифоров | sergnik71@mail.ru

Новые возможности светодиодов Luxeon REBEL

В статье представлены результаты тестовых измерений светодиодов Luxeon REBEL фирмы Philips Lumileds, инициированных ООО «Светотроника» в лице Геннадия Терехова и проведенных в лаборатории «Л.И.С.Т». Идея была поддержана участниками семинара, посвященного продукции Philips Lumileds, в рамках выставки «Интерлайт-2010». Представленный материал может быть полезен разработчикам светотехнических устройств на основе светодиодов.

Мощные светодиоды фирмы Luxeon REBEL занимают на отечественном рынке определенную нишу, но, к сожалению, значительно меньшую, чем на американском. При этом параметры предназначенных для использования в освещении светодиодов от Philips Lumileds находятся в одном ряду с другими лидирующими брендами, поэтому не могут не заслуживать внимания. Одна из самых современных версий продукции была представлена на выставке «Интерлайт-2010» и позиционируется как источник света для использования в осветительных установках, к которым предъявляются требования по цветности и высокой эффективности излучения. Это подразумевает их применение в офисном или производственном освещении, где зрительная нагрузка является значительной. Однако, поскольку предлагаемая работа не подразумевает сравнительного анализа технических или стоимостных характеристик

исследованных приборов, оценка результатов измерений будет максимально объективна. Предпосылкой к этому также является отсутствие информации о бинах или ранках предоставленных образцов, не позволяющее проводить корректное сравнение с заявленными в общем для семейства светодиодов «даташите» значениями. Внешний вид образцов показан на рис. 1.

Для оценки деградационных зависимостей и возможности прогнозирования поведения основных параметров (светового потока, световой эффективности, силы света) на время гарантийной эксплуатации светодиода измерения комплекса характеристик проводились в течение 1500 ч наработки (около 2 мес.). Полученные значения приведены в таблице, где также можно проследить изменение их значений за контрольное время наработки. Стоит заметить, что указанный период времени считается этапом стабилизации параметров, поэтому ухудшение значений большинства

из них не может использоваться для подобных прогнозов буквально, или, к примеру, просто методами интерполяции.

Приведенные данные свидетельствуют, что световая эффективность светодиодов составляет не менее 118 лм/Вт при значении потока в 120 лм. Стоит отметить, что это очень даже неплохое сочетание при КПД преобразования потребляемой электрической мощности в свет, равном 37%. Последние цифры говорят о том, что тепловая мощность, выделяемая на подложке светодиода, составляет всего 0,6 Вт, что, при должном теплоотводе, увеличивает температуру точки пайки всего на 10 °С при температуре окружающего воздуха +25 °С. Поскольку все значения, приведенные в таблице, получены в статическом режиме, т. е. при указанной в ней же температуре, можно сделать вывод о том, что нормируемые в спецификации значения светового потока при +25 °С были бы на несколько процентов выше: около 125 лм (для конкретного образца, приведенного в настоящем исследовании). Соответственно, световая эффективность оказалась бы выше 120 лм/Вт. Учитывая коррелированную цветовую температуру излучения (около 4200 К — нормальный белый), можно сделать вывод, что данный образец имеет высокую световую эффективность, превышающую такую же характеристику лампы

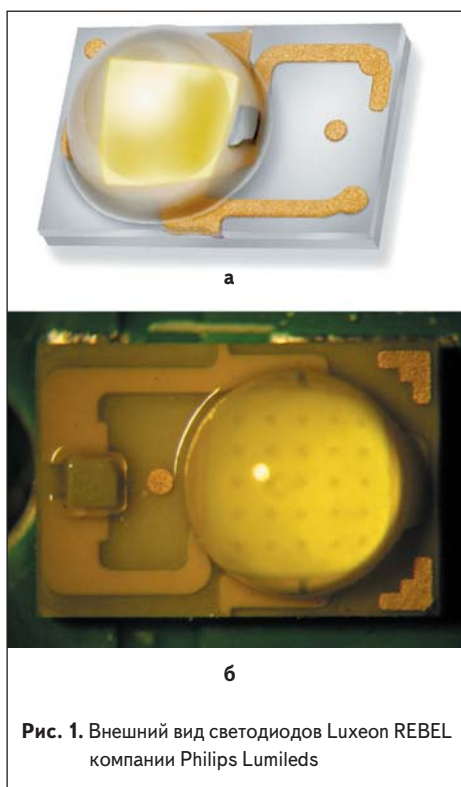


Рис. 1. Внешний вид светодиодов Luxeon REBEL компании Philips Lumileds

Таблица. Спектральные и колориметрические характеристики Luxeon REBEL в процессе наработки

Тип светодиода	LUXEON REBEL LXMx-PWxx			
	до наработки	наработка 1500 ч	изменение	
Параметры (режим 350 мА)				
Мощность излучения, Вт	0,37	0,37	0,00%	
Световой поток, лм	120,00	117,15	-2,38%	
Сила света максимальная, кд	37,11	36,21	-2,43%	
Сила света осевая, кд	37,03	36,16	-2,35%	
Сила излучения максимальная, Вт/ср	0,116	0,114	-1,72%	
Угол излучения 2Q0, 5lv, град.	0-0	122,29	122,49	0,20
	0-90	120,57	120,52	-0,05
	средний 2Q0,5lv	121,43	121,50	0,07
Угол излучения 2Q0, 1lv, град.	166,61	166,56	-0,05	
Потребляемый ток, А	0,35	0,35		
Прямое напряжение (статическое), В	2,89	2,86	-0,03	
Потребляемая мощность, Вт	1,01	1,00	-0,01	
Световая эффективность, лм/Вт	118,63	117,04	-1,59%	
Температура точки пайки T _{сп} , °С	35,40	35,80	0,70	
КПД светодиода (электр.-свет), %	37,06	36,92	-0,14%	
Спектральная световая эффективность, лм/Вт	320,10	316,98	-3,12	
Длина волны максимальная, нм	440,50	440,50	0,00	
Длина волны центроидная, нм	571,00	566,00	-5,00	
Ширина спектра излучения по уровню 0,5Р, нм	168,50	155,50	-13,00	
Ширина спектра излучения по уровню 0,1Р, нм	282,50	278,00	-4,50	
Координаты цветности	X	0,3697	0,3634	-0,0063
	Y	0,3598	0,3528	-0,0070
	Z	0,2705	0,2838	0,0133
Доля ОСПЭЯ отн. V(λ), %	44,17	41,56	-2,61	
Коррелированная цветовая температура (CCT), К	4180,70	4325,10	144,40	
Цветовая температура по Планку (приведенная), К	2921,00	3000,00	79,00	

накаливания в 10 раз. Угловые параметры пространственного распределения силы света соответствуют спецификации и отражают «задуманное» ламбертовское фотометрическое тело светодиода.

Спектральные и колориметрические характеристики, помимо таблицы, представлены на рис. 2.

Как можно заметить, коррелированная цветовая температура за время наработки 1500 ч увеличилась приблизительно на 145 К. Рис. 26 показывает, что это — результат уменьшения доли излучения, производимой люминофором светодиода. То, что это изменение происходит линейно (все составляющие люминофорной части изменяются пропорционально), заметно из данных о спектральной световой эффективности: ее значение практически неизменно на протяжении всего времени теста. Такое изменение спектрального состава привело к соответствующему сохранению значения интегральной мощности излучения, что видно из первой строчки таблицы. Следует добавить, что результаты приведенного измерения спектрального распределения светового потока получены в пределах малого телесного угла, в области физической оси светодиода, где, как правило, все изменения наиболее заметны.

Вообще, если говорить об изменениях значений параметров, представленных в таблице, то можно заметить, что все они составляют небольшие величины, а относительные — несколько процентов. Существенная идентичность этих значений у всей группы параметров, характеризующих энергетику излучения (световой поток, сила света, мощность излучения), свидетельствует об отсутствии перераспределения светового потока по углу излучения по всему фотометрическому телу в процессе нормального старения (результата наработки). Данное обстоятельство может позволить предположить, что распределение плотности тока в излучающем кристалле происходит равномерно.

На основе полученных данных был составлен прогноз изменения значения светового потока образцов для времени наработки до 80 000 ч. Деградационная характеристика имеет вид, показанный на рис. 3.

Можно заметить, что прогнозируемое уменьшение потока на 30% (как предполагается в спецификации) наступит немногим более чем через 40 000 ч (в «даташите» — 50 000 ч). Следует отметить довольно высокое соответствие прогноза и спецификации, однако, как говорилось выше, по результатам измерений за проведенное в исследовании время его достоверность на большие сроки наработки не может составлять точность более 90 %.

Итак, можно сделать вывод, что полученные в исследовании значения параметров образцов новых светодиодов Luxeon REBEL от Philips Lumileds свидетельствуют о справедливом их положении среди лидирующих марок аналогов. Однако здесь же следует выразить надежду на то, что подобные характеристики будут получены также и среди серийно поставляемых приборов, что гораздо важнее для разработчиков, применивших их в своих светильниках. ●

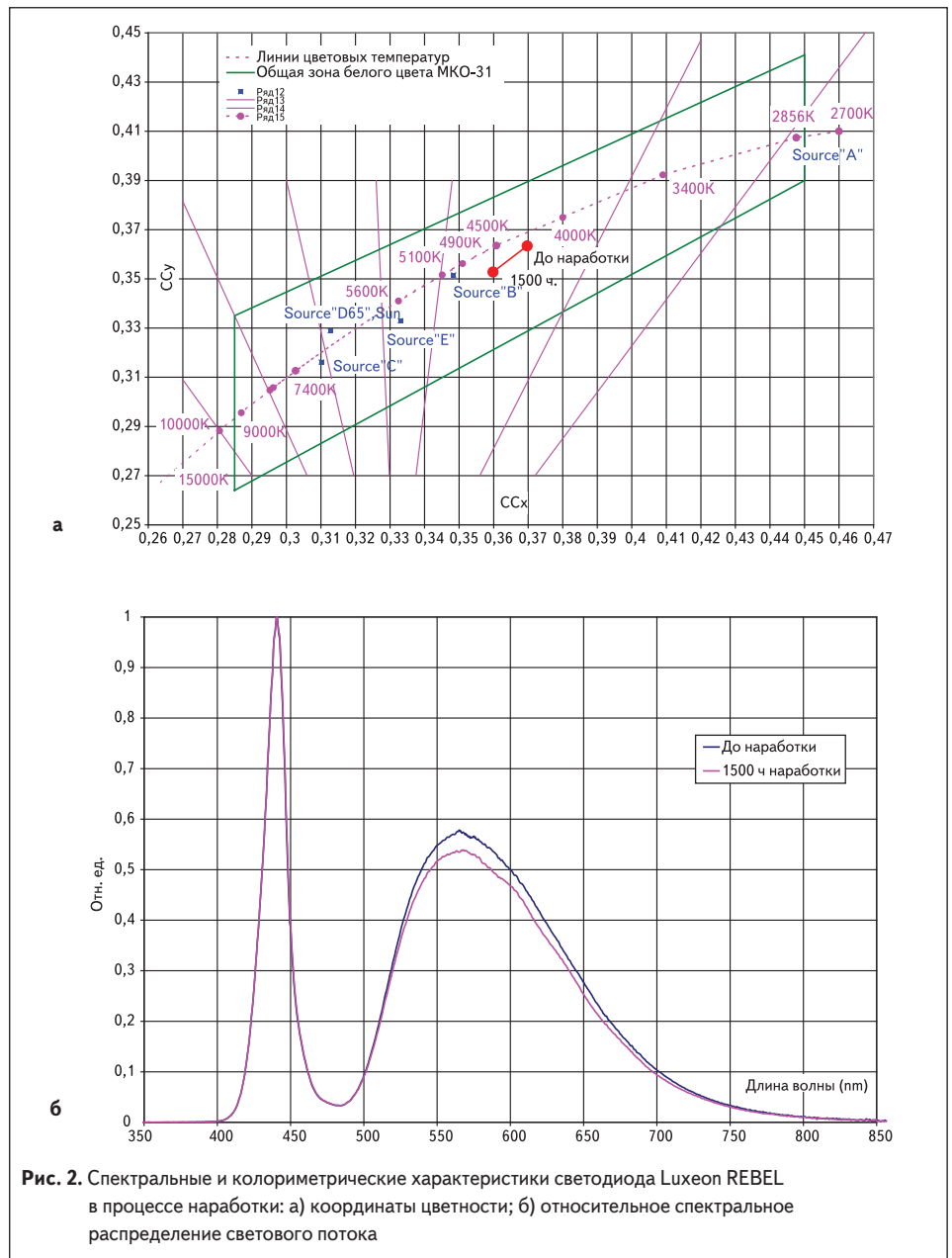


Рис. 2. Спектральные и колориметрические характеристики светодиода Luxeon REBEL в процессе наработки: а) координаты цветности; б) относительное спектральное распределение светового потока

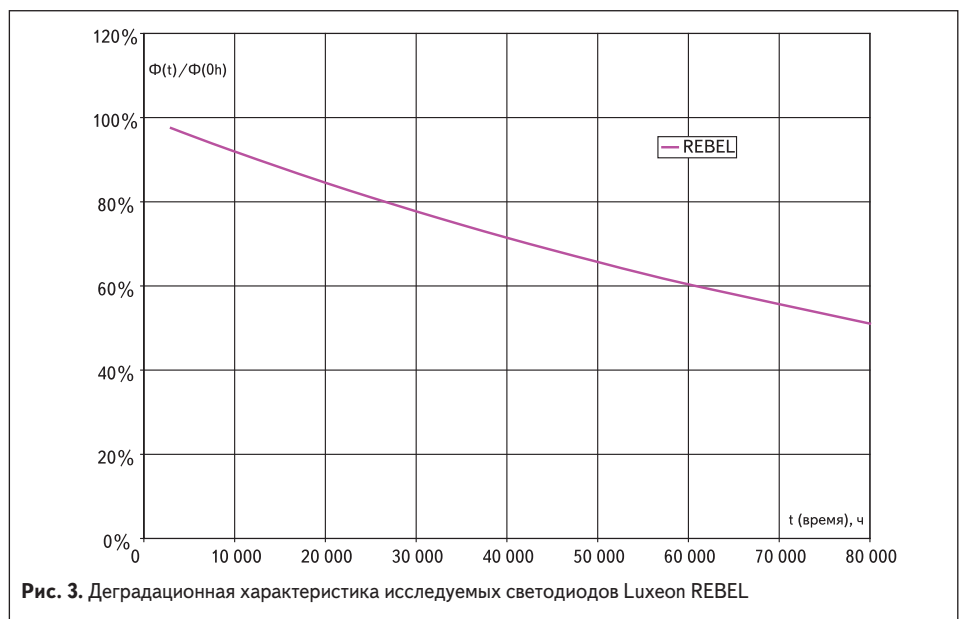


Рис. 3. Деградационная характеристика исследуемых светодиодов Luxeon REBEL