

Марина Абрашкина | abrashkina-m@mail.ru | Игорь Доброзраков | uk@lisma-guprm.ru |
Илья Кошин | koshin@vniis.su | Татьяна Рожкова | il_elsi@mail.ru

Филамент светодиодный на смену вольфрамовой спирали

➔ Светодиодные филаментные лампы (СДФ) предназначены для замены ламп накаливания (ЛН) с цоколями E27 и E14. Замена ЛН на энергоэффективные СДФ кардинальным образом может изменить ситуацию в решении вопросов энергосбережения в бытовом секторе. Статья посвящена рассмотрению требований, предъявляемых в стандартах стран Таможенного союза к светодиодным лампам типа СДФ, и применению методов испытаний, изложенных в стандартах, при проведении испытаний для целей сертификации в аккредитованной Испытательной лаборатории электрических ламп и светотехнических изделий ГУП РМ НИИИС имени А. Н. Лодыгина (РОСС RU.0001.22МЕ33).



В начале 2015 г. в ГУП Республики Мордовия «Лисма» (г. Саранск) в содружестве с китайскими коллегами были изготовлены и выпущены первые образцы ламп СДФ, а ИЛ ЭЛСИ ГУП Республики Мордовия «НИИИС имени А.Н. Лодыгина» провела испытания этих ламп для целей сертификации. Источником света в лампах СДФ является не традиционная вольфрамовая спираль, а светодиодная нить (filament — «нить»). Лампа СДФ должна стать хорошей альтернативой ЛН: отличные эксплуатационные характеристики светодиодной лампы совмещены в ней с комфортным для глаза свечением и привычной формой лампы накаливания. Заявленный срок службы филаментной лампы — 30 тыс. ч, экономия электроэнергии — до 90%.

Линейка данных ламп предприятия «Лисма» сегодня представлена мощностью 4, 6 и 8 Вт (замена ЛН 40, 60 и 75 Вт) и двумя цветовыми температурами (теплый белый 2700 К и холодный белый 4500 К). Лампы СДФ исполнены в форме «лампы накаливания» и «свечи». При изготовлении СДФ применяется новая технология COB (Chip-on-Board). Конструктивно светодиодная нить состоит из тонкой длинной стеклянной или сапфировой подложки, на которой располагается множество светодиодных кристаллов очень маленького размера — 0,3 мм (поэтому они выделяют мало тепла и не требуют серьезного теплоотвода).

Кристаллы покрыты общей массой люминофора (COB), которая излучает свет практически во все стороны. Такая нить имеет мощность около 1 Вт. Таким образом, устанавливая нужное количество нитей в лампу, можно получить



Рис. 1. Внешний вид ламп СДФ с цоколями E27 и E14

необходимую мощность. Внешний вид ламп показан на рис. 1, 2.

Как уже отмечалось, СДФ внешне и по характеристикам излучения близки к ЛН, однако они имеют ряд неоспоримых преимуществ, которые, надеемся, в скором времени оценит рядовой покупатель.

Технические особенности ламп СДФ:

- Лампы СДФ светят равномерно во все стороны, так же как и обычные ЛН.
- Рабочая температура нагрева колбы и цоколя не высокая.
- Масса ламп СДФ не превышает массу ЛН (до 50 г).
- Лампы СДФ можно использовать в стандартных светильниках, поскольку они имеют стандартную колбу и цоколь E27 или E14, а также в хрустальных люстрах: светящиеся нити создают такую же игру света на гранях хрустального стекла, как и нить ЛН.
- Использование высококачественных люминофоров с высокой цветопередачей $R > 80$ позволяет выпускать лампы с различной цветовой температурой.
- Низкий коэффициент пульсации освещенности (не более 5%).
- Мгновенный пуск.
- Отсутствие опасного излучения в УФ- и ИК-областях.
- Большой срок эксплуатации.
- Стабильность светотехнических характеристик во время эксплуатации.

Однако прежде чем лампы СДФ поступят на потребительский рынок РФ и стран Таможенного союза, продукция должна пройти процедуру подтверждения соответствия в форме сертификации на соответствие требованиям Технических регламентов Таможенного союза (ТР ТС) 004/2011 [1] и ТР ТС 020/2011 [2]. К каждому из этих регламентов прилагаются утвержденные «Перечни стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований этих ТР ТС» и «Перечни стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, для осуществления оценки (подтверждения) соответствия продукции».

Для подтверждения соответствия ламп требованиям [1] необходимым и достаточным условием является проведение испытаний и оценки ламп СДФ на соответствие требованиям [3, 4]. В РФ имеются разработанные ГУП Республики Мордовия «НИИИС имени А. Н. Лодыгина» национальные стандарты [5] и [6], аналогичные [3]



Рис. 2. Внешний вид и упаковка ламп СДФ 4 производства ГУП Республики Мордовия «Лисма»

и [4] соответственно. Однако для целей сертификационных испытаний были применены стандарты [3] и [4], т. к. они включены в доказательную базу ТР ТС [1].

Типовая программа испытаний (в зависимости от конструкции некоторые виды испытаний, приведенные в таблице 2, не требуются) для целей сертификации по [1] ламп со светоизлучающими диодами со встроенными балластами для общего освещения с напряжением питания свыше 50 В на соответствие требованиям [3, 4]:

- Наименования испытаний и проверок по СТБ ИЕС 62560-2011:
 - маркировка;
 - взаимозаменяемость;
 - защита от случайного контакта с частями, находящимися под напряжением;
 - сопротивление и электрическая прочность после испытания на влагостойкость;
 - механическая прочность;
 - превышение температуры цоколя;
 - теплостойкость;
 - огнестойкость и стойкость к воспламенению;
 - условия неисправностей;
 - пути утечки и воздушные зазоры.
- Наименования испытаний и проверок по СТБ ИЕС/PAS 62612-2010:
 - маркировка (дополнительно к установленной в СТБ ИЕС 62560);
 - размеры;
 - мощность ламп;
 - световой поток;
 - коррелированная цветовая температура и цветопередача;
 - срок службы ламп;
 - стабильность светового потока;
 - испытание на старение встроенного электронного ПРА.

В конструкцию ламп СДФ входит драйвер, смонтированный в цоколе. В связи с чем при оценке ламп СДФ, в отличие от ЛН, добавляются испытания по [2]. Для подтверждения соответствия СДФ требованиям [2] необходимым и достаточным условием является проведение испытаний и оценки ламп на соответствие требованиям [7–10]. Оставим вне рамок данной статьи оценку электромагнитной совместимости по [2], а прокомментируем некоторые требования [3] и [4] и посмотрим, в чем сходство и различия по требованиям электробезопасности в сравнении с ЛН, на замену которым идут лампы СДФ.

Лампы СДФ, так же как и ЛН, должны быть рассчитаны и сконструированы таким образом, чтобы они надежно работали при нормальных условиях эксплуатации и были безопасны для потребителя и окружающей среды.

Лампы СДФ, так же как и ЛН, не подлежат ремонту и разборке. В случае сомнений, основанных на результатах проверки ламп СДФ и оценки электрической схемы, и по согласованию с изготовителем или ответственным поставщиком должны быть специально подготовлены образцы лампы СДФ так, чтобы можно было вызвать аварийный режим.

Значение превышения температуры поверхности патрона с лампой СДФ не должно быть более значения для той лампы, которую заменяют.

Лампы должны оставаться безопасными при работе в аварийном режиме, возможном при эксплуатации. Лампы СДФ (ГУП РМ «Лисма») не предназначены для работы в схеме с затемнением и должны иметь соответствующую маркировку, приведенную на рис. 3. А испытания ламп проводят по нижеследующей методике.

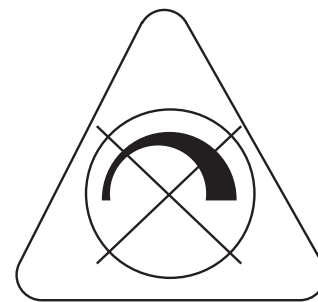


Рис. 3. Символ, обозначающий, что не допускается использование ламп в схемах с затемнением (диммированием)

Лампу включают при температуре окружающей среды и создают наиболее критические электрические условия, указанные изготовителем, или повышают мощность до 150% номинальной мощности. Испытание продолжается до тепловой стабилизации лампы. Стабилизация достигается тогда, когда температура цоколя не изменяется более чем на 1 К в течение 1 ч (испытание по ГОСТ IEC 60360-2012 [11]). Лампа должна выдерживать экстремальные электрические условия в течение не менее 15 мин после достижения стабилизации.

Срок службы лампы определяется коэффициентом сохранения светового потока и сроком службы встроенного устройства управления, для которых испытание на долговечность служит критерием надежности и срока службы. Испытывают оба показателя. Поскольку срок службы ламп, входящих в область применения [4], очень большой, считают непрактичным измерять фактическое уменьшение светового потока в течение срока службы. По этой причине [4] основан на приближенных методах определения ожидаемого срока службы любой лампы.

Срок службы каждой лампы СДФ — это период времени, в течение которого лампа обеспечивает более 50% (или альтернативно 70%) номинального светового потока при стандартных условиях испытания. Срок службы всегда указывают в комбинации с интенсивностью отказов. Под интенсивностью отказов F_X (failure rate, F_X): понимают процент испытанных ламп одного типа, каждая из которых достигла конца срока службы. Под интенсивностью

отказов для ламп понимают совместный отказ СД и устройств управления.

Лампы СДФ имеют критерий срока службы, отличный от критерия срока службы обычных ЛН, поскольку лампы СДФ не подвержены внезапным отказам и характеризуются постепенным снижением их светового потока. Однако встроенное устройство управления может внезапно выйти из строя. Предполагается, что лампа, не дающая полного света из-за отказа устройства управления, фактически достигает конца срока службы, так как не обеспечивает минимального светового потока, объявленного изготовителем или ответственным поставщиком.

Коэффициент сохранения светового потока определяется следующим образом. Должен быть измерен начальный световой поток, затем световой поток после работы в течение 25% нормируемого срока службы лампы (с максимумом 6000 ч). Начальный световой поток принимают за 100%; его считают первой отправной точкой для определения срока службы лампы. Измеренный световой поток при 25% нормируемого срока службы (с максимумом 6000 ч) должен быть выражен в процентах начального значения.

Измерять коэффициент сохранения светового потока рекомендуется через каждые 1000 ч работы до достижения 25% нормируемого срока службы (с максимумом 6000 ч). Это служит основанием считать достоверными измеренные значения.

В [4] приводятся критерии, при которых считают, что лампы выдержали испытания.

Поскольку для испытания на срок службы встроенного устройства управления лампа не может быть разобрана без неизбежного повреждения, встроенное устройство управления испытывают как часть укомплектованной лампы.

Лампа должна быть подвергнута испытаниям на циклическое изменение температуры и на переключения питающего напряжения:

- Испытание на циклическое изменение температуры. Лампу без подачи напряжения выдерживают при температуре $-10\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1 ч. Затем сразу лампу перемещают в камеру с температурой $+50\text{ }^\circ\text{C}$ (в оригинале IEC/PAS 62612:2009, в отличие от [4], приводится значение $+40\text{ }^\circ\text{C}$) и выдерживают в течение 1 ч. Должно быть выполнено пять таких циклов.
- Испытание на переключения питающего напряжения. При испытательном напряжении лампа должна быть включенной на 30 с и выключенной на 30 с. Число циклов должно быть равно половине нормируемого срока службы лампы в часах (пример: 15 000 циклов при нормируемом сроке службы 30 000 ч).

После вышеперечисленных испытаний лампа должна работать и оставаться светящейся в течение 15 мин.

Еще одно отличие в испытаниях ламп накаливания и СДФ — измерение расчетной коррелированной цветовой температуры (КЦТ) ламп. Ее значения должны соответствовать одному из следующих значений: 2700, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 или 6500 К. Стандартные координаты цветности, соответствующие этим КЦТ, приведены в таблице 1.

Начальную КЦТ ламп также измеряют после работы в течение 25% нормируемого срока службы лампы (максимум 6000 ч). Значения КЦТ (начальные и после работы в течение 25% нормируемого срока службы, с максимумом 6000 ч) подразделяют на восемь категорий (табл. 2), которые соответствуют определенному типу эллипса МакАдама с нормируемой КЦТ, а размер эллипса (выраженный в n -степенях) — это допуск/отклонение для каждой лампы.

Измеренные значения КЦТ лампы (начальное значение и после работы в течение 25% нормируемого срока службы, с максимумом 6000 ч) не должны выходить за пределы допуска категории КЦТ, ука-

Таблица 1. Стандартные координаты цветности

Обозначение цвета	КЦТ	Координаты цветности	
		x	y
F 6500	6400	0,313	0,337
F 5000	5000	0,346	0,359
F 4500	4500	0,361	0,366
F 4000	4040	0,380	0,380
F 3500	3450	0,409	0,394
F 3000	2940	0,440	0,403
F 2700	2720	0,463	0,420

Таблица 2. Допуск (категории) на номинальные значения КЦТ

Тип эллипса МакАдама	Категория КЦТ
Все измеренные КЦТ в пределах 1-ступенчатого эллипса	Категория 1
Все измеренные КЦТ в пределах 2-ступенчатого эллипса	Категория 2
Все измеренные КЦТ в пределах 3-ступенчатого эллипса	Категория 3
Все измеренные КЦТ в пределах 4-ступенчатого эллипса	Категория 4
Все измеренные КЦТ в пределах 5-ступенчатого эллипса	Категория 5
Все измеренные КЦТ в пределах 6-ступенчатого эллипса	Категория 6
Все измеренные КЦТ в пределах 7-ступенчатого эллипса	Категория 7
Все измеренные КЦТ вне 7-ступенчатого эллипса	Категория 8

Примечание: [4] применим к заменяющим лампам, для которых важно, чтобы КЦТ как можно ближе им соответствовала.

занные изготовителем или ответственным поставщиком (табл. 2). Допуск (категории) на номинальные значения КЦТ приведен в таблице 2.

Следующим испытанием, отличным от испытаний ламп накаливания, является определение индекса цветопередачи. Измеренные фактические значения индекса цветопередачи должны быть не более чем на 5 единиц меньше нормируемого значения индекса цветопередачи. В отличие от ЛН, начальный световой поток измеряют после тепловой стабилизации лампы, составляющей 15 мин. Испытания остальных параметров ламп СДФ проводятся аналогично испытаниям ЛН. Контур лампы СДФ не должны превышать контуров заменяемой лампы. Габаритные размеры ламп приведены на рис. 4.

В соответствии с требованиями стандартов мощность, потребляемая лампой, не должна превышать номинальную мощность более чем на 15%, а измеренный начальный световой поток лампы должен быть не менее 90% номинального светового потока. На рис. 5 представлен протокол измерений фотометрических параметров ламп СДФ 4 Вт.

Краткий анализ требований и методов испытаний показывает, что для объективной оценки качества и безопасности ламп СДФ требуется современное испытательное оборудование и средства измерений последнего поколения (все это имеется в аккредитованной ИЛ ЭЛСИ ГУП Республики Мордовия «НИИИС имени А.Н. Лодыгина») и, конечно, определенное время на проведение всех испытаний, чего так часто не хватает у разработчиков и изготовителей, особенно когда они стремятся побыстрее вывести инновационный продукт на рынок.

По мнению авторов, будущее бытового освещения за лампами СДФ. Остается надеяться на снижение цен на эти лампы в ближайшее время и завоевание ими светотехнического рынка.

В заключение отметим, что Коллегия Евразийской экономической комиссии Решением от 5 мая 2015 г. № 42 в соответствии с Основными правилами интерпретации товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД), код 8543 70 900, «о единой ТН ВЭД Евразийского экономического союза» определила, что источник света является

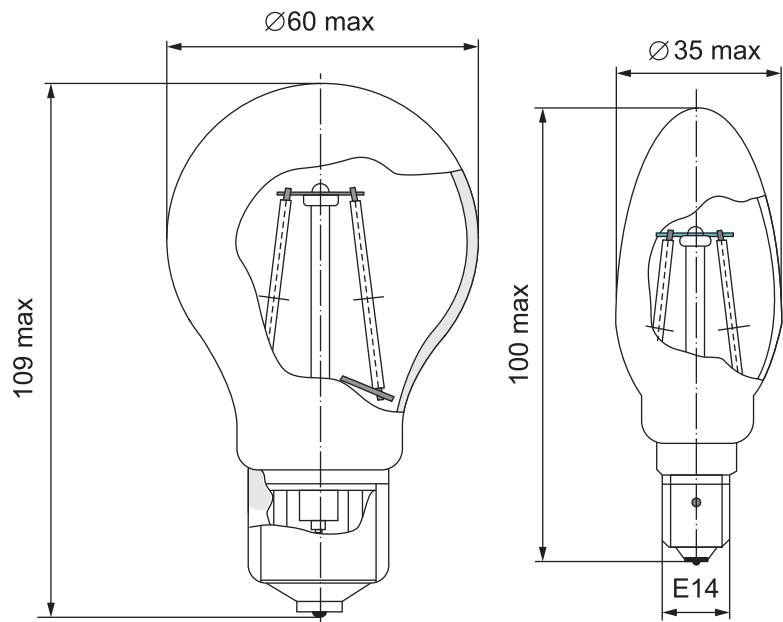


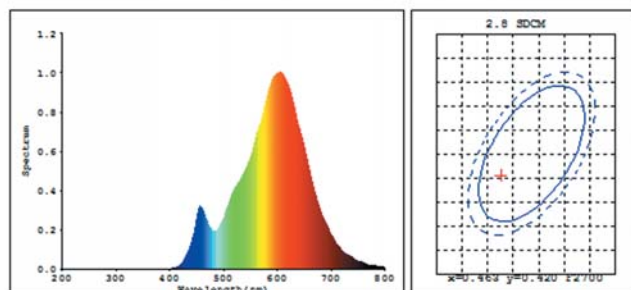
Рис. 4. Габаритные размеры ламп СДФ с цоколями E27 и E14



Spectrophotometer Test Report

1 Of 1

Light Source Test Report



Colorimetric Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.4579$ $y=0.4162/u'=0.2588$ $v'=0.5292$ ($duv=2.23e-03$)
 $Tc=2771K$ Dominant WL: $Ld=583.2nm$ Purity= 62.4% Centroid WL: $595.0nm$
 Ratio: $R=25.9\%$ $G=72.1\%$ $B=2.0\%$ Peak WL: $Lp=605.0nm$ HWL: $119.5nm$
 Render Index: $Ra=80.2$
 $R1=78$ $R2=90$ $R3=96$ $R4=77$ $R5=78$ $R6=88$ $R7=81$
 $R8=54$ $R9=-0$ $R10=77$ $R11=75$ $R12=70$ $R13=80$ $R14=98$ $R15=70$

Photometric Parameters:

Flux: 435.53 lm Fe: 1.3392 W Efficacy: 108.1 lm/W

Electrical Parameters:

Lamp : U= $220.0V$ I= $0.03820A$ P= $4.030W$ PF= 0.4793

Product Type: $\text{Светодиодная лампа}$ Manufacturer: EVERFINE
 Number: 15 Test Department: EVERFINE
 Temperature: 25.3 deg Humidity: 65.0%
 Test Operator: DAMIN Test Date: 2015-05-08 10:40:29
 Software: V3.00.103 Instrument: PMS-2000 (SN: G108912CD1331113)

Рис. 5. Протокол измерений параметров ламп СДФ 4 Вт, цоколь E27

светодиодной лампой, если он состоит из размещенных в едином корпусе:

- нескольких светодиодов;
- печатной платы, предназначенной для выпрямления переменного тока и преобразования напряжения до уровня, пригодного для использования светодиодами;
- теплоотвода;
- двухштырькового или резьбового цоколя. ●

Литература

1. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС) 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» Утв. решением комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 г. № 768.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» утв. решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 879.
3. СТБ IEC 62560-2011 (на основе IEC 62560:2011). «Лампы со светоизлучающими диодами со встроенными балластами для общего освещения с напряжением питания свыше 50 В. Требования безопасности».
4. СТБ IEC/PAS 62612-2010 (на основе IEC/PAS 62612:2009). «Лампы со светоизлучающими диодами со встроенным пускорегулирующим аппаратом для общего освещения. Требования к рабочим характеристикам».
5. ГОСТ Р МЭК 62560-2011. «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Требования безопасности» (IEC 62560:2011 Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage >50 V - Safety specifications).
6. ГОСТ Р 54815-2011/IEC/PAS 62612:2009. «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения. Требования к рабочим характеристикам» (идентичный IEC/PAS 62612:2009 Self-ballasted LED-lamps for general lighting services — Performance requirements).
7. ГОСТ 30804.3.2-2013 (МЭК 61000-3-2:2009). «Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний».
8. ГОСТ 30804.3.3-2013 (МЭК 61000-3-3:2008). «Совместимость технических средств электромагнитная. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Технические средства с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе), подключаемые к электрической сети при несоблюдении определенных условий подключения. Нормы и методы испытаний».
9. ГОСТ Р 51514-2013 (МЭК 61547:2009). «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость светового оборудования общего назначения к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний».
10. ГОСТ CISPR 15-2014. «Нормы и методы измерения характеристик радиопомех от электрического осветительного и аналогичного оборудования».
11. ГОСТ IEC 60360-2012. «Стандартный метод измерения превышения температуры цоколя лампы».
12. Федеральный закон от 23.11.2009. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».