

УДК 621.382.232

РЕСУРСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ И КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

В. В. МАРКОВ, С. В. БЕРНАТ
Ф-л ФГБОУ ВПО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС»
Карачев, Россия

В настоящее время светодиодные лампы являются одним из наиболее перспективных источников освещения. От традиционных ламп накаливания светодиодные лампы выгодно отличаются более высокой световой отдачей (светодиодная лампа мощностью 10 Вт эквивалентна лампе накаливания мощностью 100 Вт) и теоретически более длительным ресурсом – средний ресурс лампы накаливания составляет 1000 ч, а средний ресурс светодиода – 50000 ч. От широко распространённых «энергосберегающих» люминесцентных ламп светодиодные лампы выгодно отличаются экологической безопасностью при утилизации – светодиоды не содержат ртути, входящую в состав люминофора люминесцентных ламп.

Недостатками светодиодных ламп являются: высокая стоимость (в России стоимость светодиодных ламп – аналогов ламп накаливания – лежит в пределах от 300 до 1000 рублей) и неопределённость характера изменения технических характеристик в процессе эксплуатации. Последний недостаток связан с объективными причинами – светодиодные лампы изготавливаются в России не более 3...5 лет, и ещё ни одна лампа не выработала средний ресурс, установленный для одного светодиода. Экспериментальные данные о характере изменения свойств светодиодных ламп после их длительной эксплуатации в научной литературе отсутствуют, поэтому данная работа, направленная на их получение, является *актуальной*.

Данная работа выполнена по заказу предприятия – ЗАО «Протон-Импульс». Это предприятие расположено в городе Орле (Россия) и является одним из российских производителей светодиодных ламп.

Производимые заводом светодиодные лампы получили наименование «Лампа осветительная полупроводниковая» – ЛПО; освоено производство нескольких типов ламп, отличающихся друг от друга: конструкцией применяемых светодиодов (корпусные и бескорпусные), их количеством (от 20 до 85), электрической мощностью и освещённостью. Светодиодная лампа типа ЛПО представляет собой матричный светодиодный излучатель, размещённый в пластмассовом корпусе. Светодиоды образуют две линии, соединённые параллельно. В линиях светодиоды включены последовательно. Расстояние между светодиодами в излучающей матрице не более 1 мм. Начиная с 2009 года в Карачевском филиале ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК» проводятся ресурсные испытания светодиодных ламп. Объектом исследова-

ний служат серийно выпускаемые лампы полупроводниковые осветительные типа ЛПО-18 и ЛПО-07.

Цель исследований – определить характер изменения электрической мощности светодиодных ламп после их длительной эксплуатации, оценить освещённость от светодиодной лампы, снять диаграмму направленности её излучения. Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. Из партии были отобраны две лампы, у которых были измерены мощность и освещённость. Затем одна из ламп подвергалась эксплуатации, а другая – хранению. Эксплуатация лампы №1 продолжалась до отказа, который произошёл через 1000 ч работы. В период эксплуатации и хранения ламп измерялась их мощность, освещённость и температура внутри корпуса [1].

Ресурсные испытания показали, что мощность светодиодной лампы после эксплуатации в течение полугода увеличилась почти в 2 раза. Резкое увеличение мощности лампы по сравнению с номинальным значением стало неожиданностью. Для поиска причин увеличения мощности было выполнено измерение температуры внутри корпуса лампы.

Исследованы также тепловые явления в светодиодной лампе и в одиночном светодиоде. Эксперименты проводились с помощью двух измерительных приборов: термометра типа ТЭС-5 и комбинированного цифрового прибора DT-838. Эксперименты проводились в течение двух часов (для каждой лампы). Результаты измерения температуры показывают, что светодиоды в лампах работают с постоянным перегревом. Нормальная температура работы диодов, как правило, не превышает $30^{\circ}\dots 40^{\circ}\text{C}$. Перегрев светодиодов в матрице лампы может объясняться либо непосредственным перегревом светодиодов, либо косвенным нагревом диодов в результате нагрева элементов, обеспечивающих их работу. Возможно, существует взаимное влияние излучения соседних светодиодов. Но, в любом случае, тепловой режим одиночных светодиодов и тепловой режим группы светодиодов в матрице существенно отличаются. Поэтому нельзя задавать светодиодной лампе ресурс, равный ресурсу отдельно взятого светодиода.

Дальнейшие ресурсные испытания показали, что причиной отказа исследованных светодиодных ламп действительно является перегрев светодиодов, вызванный недопустимо высокой избыточной температурой резисторов электронного преобразователя сетевого напряжения, расположенных в непосредственной близости от светодиодной матрицы.

Исследованы также светотехнические характеристики светодиодных ламп: освещённость, световой поток и диаграмма направленности излучения. При измерении освещённости в качестве измерительного прибора использовался люксметр Ю-116. Анализ экспериментальных данных говорит о том, что освещённость помещения светодиодными лампами оказывает влияние тип рассеивателя света. Наибольшую освещённость обеспечивает лампа с прозрачным рассеивателем. Рассеиватель света уменьшает световую отдачу лампы: прозрачный – на 15 %, а матовый – на 40 %.

Выполнена серия экспериментов по сравнению диаграмм направленности светового излучения для лампы накаливания, люминесцентной лампы и

светодиодных ламп типа ЛПО. Изучены светодиодные лампы разных конструкций: с оптическими светодиодами, с микромодульными светодиодами, с прозрачным и матовым рассеивателями света. Анализ диаграмм показал, что направленность света зависит от конструкции лампы. Лампа накаливания генерирует излучение, направленное подобно естественному солнечному свету, а его максимум приходится на полезную площадь помещения. Люминесцентная лампа имеет почти равномерную диаграмму направленности излучения, но его максимум наблюдается под углом в $45...75^\circ$ от плоскости пола помещения. Светодиодная лампа имеет максимум излучения под углом $0...30^\circ$ от плоскости пола, а при увеличении угла интенсивность света резко уменьшается (в $3...10$ раз). Матовый рассеиватель делает направленность излучения более равномерной.

Подводя итоги работы, можно отметить, что в процессе эксплуатации светодиодных ламп происходит деградация их параметров, таких как электрическая мощность и освещённость. В качестве причины деградации мощности и освещённости ламп предполагается перегрев светодиодов в матрице. Данная гипотеза выдвинута на основании анализа внешнего вида лампы после отказа: отказ светодиодов произошёл в точке соприкосновения с резисторами цепи питания. Резисторы имели «перегретый» вид (они почернели). Установлено, что при единичном включении светодиоды нагреваются не более чем до 29°C . В лампах светодиоды при перегреве на $40...90^\circ\text{C}$. Повышенная температура в светодиодной лампе снижает её надёжность. При температуре $+75^\circ\text{C}$ ресурс светодиода сокращается до 10000 часов. Отказ одного диода вызывает отказ всей лампы, поэтому её ресурс, при повышенной температуре, должен быть на порядок меньше ресурса одного диода. Значит, полученное значение ресурса лампы ЛПО-18 в 1000 часов теоретически обосновано.

Ресурс светодиодной лампы в 1000 ч исключает возможность получения эффекта от её использования. Повышение ресурса и снижение интенсивности деградации параметров светодиодных ламп является наиболее актуальной задачей, стоящей перед производителями светодиодных ламп. Одним из основных путей её решения является выявление в их структуре источников повышенной теплоты и разработка мероприятий по снижению избыточной температуры внутри корпуса светодиодной лампы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бернат, С. В.** Сравнительный анализ энергетических характеристик источников освещения / С. В. Бернат, В. В. Марков // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации: тез. докл. XX междунар. науч.-техн. семинара. – Украина, Крым, Алушта: 18–24 сентября 2011 г. – С. 94–96.

E-mail: pms35vm@yandex.ru