А. В. Михалицын, О. В. Панченко

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ И КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Ключевые слова: люминесцентная лампа, лампа накаливания, световые характеристики, потребляемая мощность, световой поток, цветопередача, мерцание, диаграмма направленности, продолжительность горения, люминофор, люксметр, индекс цветопередачи.

Статья посвящена сравнительному анализу ламп накаливания и компактных люминесцентных ламп по таким аспектам как: потребляемая мощность и световой поток, диаграмма направленности, время разгорания компактных люминесцентных ламп, цветопередача, мерцание, содержание вредных веществ, продолжительность горения.

Keywords: fluorescent, incandescent, light performance, power consumption, light output, color rendering, flicker, radiation pattern, burning, phosphor, light meter, the color rendering index.

The article is devoted to a comparative analysis of incandescent and compact fluorescent lamps on aspects such as power consumption and light output radiation pattern, while the buildup of compact fluorescent lamps, color, flicker, the content of harmful substances, the duration of combustion.

В настоящее время нет однозначного ответа на вопрос о применимости в быту конкретных источников света. Споры о том, какие лампы лучше: накаливания или компактные люминесцентные лампы (чаще используют название энергосберегающие лампы, но к энергосберегающим лампам относятся также и светодиодные лампы) не прекращается до сих пор, хотя Федеральный закон РФ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23 ноября 2009 г. [1] предусматривает запрет на оборот ламп накаливания мощностью сто ватт и более, с возможностью запрета на оборот ламп накаливания и с меньшей мощностью.

Данная работа посвящена сравнительному анализу ламп накаливания и компактных люминесцентных ламп (КЛЛ).

Первый рассматриваемый аспект – потребляемая мощность и световой поток. Производители КЛЛ заявляют, что соотношение светового потока КЛЛ, по сравнению с лампами накаливания приблизительно в пять раз лучше. Для оценки этого соотношения используем специализированную установку [2], состоящую из:

- фотометрического шара (для измерения световых характеристик);
- люксметра (спектральная чувствительность фотоэлемента которого приближена к чувствительности глаза);
- вольтметра и амперметра, для измерения параметров электрических параметров источников света.

Для проведения сравнительного анализа не требуется градуировка установки по контрольным лампам.

Необходимость фотометрического шара заключается в том, что КЛЛ имеют не равномерную диаграмму направленности излучения (тогда как бытовые лампы накаливания имеют практически равномерное распределение светового потока по

всему полю), т.е. в разные стороны идет разное количество света. Фотометрический шар позволяет собрать весь световой поток источника света и усреднить его, таким образом, выходное отверстие шара становится излучателем, световой поток которого пропорционален световому потоку источника излучения по всем направлениям.

Для проведения эксперимента были выбраны:

- 1) лампы накаливания P11A (параметры которых соответствуют ГОСТ Р 52706-2007) с номинальной мощностью 40 Вт;
- 2) лампы накаливания LISMA (параметры которых соответствуют ГОСТ Р 52706-2007) с номинальной мощностью 60 и 100 Вт.
- 3) КЛЛ Экономка с номинальной мощностью 15 Вт;
- 4) КЛЛ ЕКФ с номинальной мощностью 25 Вт.

Получены следующие результаты:

Напряжение сети питания во время эксперимента было в пределах 264–265 В.

Потребляемый ток для ламп накаливания составил (усредненное значение):

- для ламп с номиналом 40 Вт 165 мА;
- для ламп с номиналом 60 Вт 250 мА;
- для ламп с номиналом 100 Вт 350 мА.

Что соответствует реальному энергопотреблению ламп накаливания:

- с номиналом 40 Вт реальная потребляемая мощность 43,7 Вт;
- с номиналом 60 Вт реальная потребляемая мощность 66,3 Вт;
- с номиналом 100 Вт реальная потребляемая мощность 92,8 Вт.

Освещенность, получаемая на измерительной площадке люксметра расположенной за выходным окном фотометрического шара, которая будет пропорциональна световому потоку, составила:

- для ламп с номиналом 40 Вт 945 Лк;
- для ламп с номиналом 60 Вт 1619 Лк;
- для ламп с номиналом 100 Вт 3300 Лк.

Зависимость между реальной потребляемой мощностью ламп накаливания и освещенностью площадки люксметра близка к линейной (при среднеквадратическом отклонении, не превышающем 12% от средней величины освещенности):

$$y=48,486x-1321,75, \quad (1)$$

где x – реальная потребляемая мощностью ламп накаливания, y – освещенность площадки люксметра.

Результаты аналогичных замеров для КЛЛ получились следующие:

Напряжение сети питания во время эксперимента было в пределах 264–265 В.

Потребляемый ток:

- для ламп с номиналом 15 Вт 70 мА;
- для ламп с номиналом 25 Вт 115 мА.

Что соответствует реальному энергопотреблению КЛЛ:

- с номиналом 15 Вт реальная потребляемая мощность 18,6 Вт;
- с номиналом 25 Вт реальная потребляемая мощность 30,5 Вт.

Освещенность, получаемая на измерительной площадке люксметра:

- ламп с номиналом 15 Вт 974 Лк;
- для ламп с номиналом 25 Вт 4020 Лк.

Для сравнения потребляемой мощности КЛЛ с лампами накаливания, подставим полученные освещенности в уравнение (1) и получим, что освещенность площадки люксметра:

– для КЛЛ с номиналом 15 Вт соответствует лампе накаливания с потреблением электроэнергии 47,3 Вт, что при сравнении реальных потребляемых мощностей составляет разницу в 2,5 раза;

– для КЛЛ с номиналом 25 Вт соответствует лампе накаливания с потреблением электроэнергии 110,2 Вт, что при сравнении реальных потребляемых мощностей составляет разницу в 3,6 раза.

Из проведенного эксперимента следует, что пятикратный перевес по световому потоку, заявляемый производителями КЛЛ, в сравнении с лампами накаливания явно завышен.

Второй рассматриваемый аспект – диаграмма направленности.

Для ламп накаливания световой поток по всем направлениям распределен равномерно, т.к. спираль излучает во всех направлениях, небольшие колебания диаграммы направленности обусловлены формой спирали.

В КЛЛ излучающим элементом является люминофор, т.е. направление, расположенное по нормали к наибольшей поверхности люминофора будет иметь больший световой поток. Для КЛЛ наибольшая площадь люминофора расположена на боковой поверхности, а большинство бытовых светильников и люстр, для уменьшения ослепления закрывают боковые поверхности, т.е. гасят световой поток, и энергоэффективность КЛЛ снижается еще больше в сравнении с лампами накаливания.

Третий аспект – время разгорания КЛЛ.

Если лампы накаливания выходят на рабочий режим практически моментально, то для КЛЛ в ходе эксперимента было установлено, что:

– лампа с номиналом 15 Вт через 10 сек. дает световой поток 30% от предельного значения, через 20 сек – 65%, на рабочий режим выходит через 70 сек.;

– лампа с номиналом 25 Вт через 10 сек. дает световой поток 53% от предельного значения, через 20 сек – 88%, на рабочий режим выходит через 40 сек.

При этом потребляемая электроэнергия такая же, как и в рабочем режиме. Следовательно, в проходных помещениях не целесообразно использовать КЛЛ.

Четвертый аспект – цветопередача (уровень соответствия естественного цвета тела видимому цвету этого тела при освещении его данным источником света).

Определяется согласно стандарту DIN [3] с помощью 8 (14) эталонных цветов (шесть дополнительных цветов используются для специальных нужд). При вычислении индекса цветопередачи используется только 8 цветов.

Расчет индекса цветопередачи ведется по методике 3-компонентной цветовой модели, основанной на результатах измерения характеристик человеческого глаза (СIE). По данной методике получают численное значение отклонения цвета эталонов, освещенных исследуемым источником света. Чем меньше отклонение видимого цвета от естественного, тем лучше характеристика цветопередачи тестируемого источника.

Источник света с показателем цветопередачи 100 излучает свет, оптимально отображающий все цвета (солнечный свет, хотя характеристика затухания излучения в атмосфере ухудшает цветопередачу). Чем ниже значение индекса цветопередачи, тем хуже передаются цвета освещаемого объекта. Так для ламп накаливания индекс цветопередачи более 90, а для КЛЛ с трехкомпонентным люминофором в пределах 80-89.

Трехкомпонентный люминофор имеет в своей спектральной характеристике три ярко выраженных пика в видимом диапазоне. Что приводит к тому, что по заданной матрице цветов (согласно стандарта DIN) КЛЛ будут иметь индекс цветопередачи близкий к лампам накаливания, но в спектральной характеристике будут ярко выраженные провалы.

Неправильная передача цвета может приводить к утомляемости глаз и как следствие к астенопии (функциональные нарушения, сопровождающиеся неприятными ощущениями в глазах, возникающими после напряженной зрительной работы) [4].

Пятый аспект – мерцание.

Лампы накаливания дают непрерывный световой поток, тогда как КЛЛ имеют эффект мерцания, который определяется пускорегулирующими устройствами и частотой переменного тока.

Шестой аспект – содержание вредных веществ.

КЛЛ содержат ртуть, что требует внедрения утилизационных мероприятий.

Седьмой аспект – продолжительность горения.

Согласно ГОСТ Р 52706-2007 продолжительность горения ламп накаливания находится в диапазоне 900-1000 часов [5].

ГОСТа на КЛЛ в РФ не существует, а производители указывают диапазон горения от 3000-15000 часов, наиболее часто встречается значение 6000 часов.

Резюмируя все вышеописанное следует, что тезис о явном преимуществе компактных люминесцентных ламп над лампами накаливания крайне сомнителен и стоит задуматься о повсеместном переходе на использование таких ламп в бытовых условиях и при проектировании эколого-ориентированных предприятий [6].

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о

- вносении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" // Российская газета, – Федеральный выпуск №5050, опубликован 27.11.2009
2. ГОСТ Р (Первая редакция) Источники света электрические. Методы измерения световых и электрических параметров – М:Стандартинформ
3. Цветовая характеристика ламп [электронный ресурс]/ <http://aquafisher.org.ua/acvarium/tsvetovaya-harakteristika-lamp/>
4. Синдром зрительного утомления (Астенопия) [электронный ресурс]/ http://www.24farm.ru/oftalmologiya/sindrom_zritel'nogo_utomlenia/
5. ГОСТ Р 52706-2007 Лампы накаливания вольфрамовые для бытового и аналогичного общего освещения. Эксплуатационные требования. – М:Стандартинформ, 2006
6. *Нуртдинов А.Р.* О роли эколого-ориентированных предприятий как ключевого института устойчивого развития страны/ А.Р. Нуртдинов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 3. – С. 242-247.

© **А. В. Михалицын** – канд. техн. наук, зав. каф. информационных технологий ИЭУП, michalic@mail.ru; **О. В. Панченко** – канд. техн. наук, доц. кафедры ИСУИР КНИТУ, ov_panchenko@mail.ru.