

Нет сомнения, что в современном мире для жилых помещений не существует альтернативы высокоэффективным источникам света и связано это не только и не столько с дорожанием электроэнергии, а, прежде всего, с жадностью производителей осветительных ламп, которые гонятся за максимальной прибылью, и используют административные рычаги давления на потребителей.

# Энергосберегающие лампы. Или потребитель на распутье

## часть 1

Владимир Рентюк, г. Запорожье



Один из вариантов удовлетворения appetites производителей осветительных ламп – это сокращение затрат на освещение (в общемировом потреблении электроэнергии они не превышают 7%, т.е. прикладывать большие усилия для его сокращения просто неразумно) и принудительная замена прожорливых и ненадежных ламп накаливания, как бы они нам не нравились благодаря своему приятному для глаз спектру излучения. В куда более богатых, чем страны СНГ, странах Европе и США, это уже давно решенный вопрос, но и там потребитель часто стоит на распутье, как известный витязь на картине Виктора Васнецова. Что же тогда говорить о нашем потребителе? И в чем состоит распутье?

Итак, что интересует нашего, стоящего на распутье, потребителя в самом широком понимании этой понятия? Точно, не особенности схемотехники и уж тем более не тонкости ремонта таких ламп. Обычного потребителя в первую очередь интересует цена и качество, более продвинутый потребитель заинтересуется окупаемостью, то есть, соотношением цены и надежности таких ламп, а самый ответственный потребитель задумается о том потенциальном воздействии на природу и на него самого, которое принесет ему его решение и выбор.

Вот мы и попытаемся дать понятные и простые ответы на эти вопросы. Для этого воспользуемся результатами, которые были получены в рамках программы «Европа с рациональной энергетикой» Европейского Союза (Intelligent Energy Europe Program), а именно проекта PremiumLight по исследованию рынка домашнего высококачественного освещения стран ЕС [1]. Для получения большей информации по проекту IEE PremiumLight обратитесь по ссылке [2], здесь вы можете посмотреть и две короткие видео-презентации, понятные и без знания английского.

Географический регион проекта охватывал 12 стран, которые были представлены лабораториями светотехники и организациями, осуществляющими контроль и регулирование в этой области. Помимо всего прочего, проект подразумевал отбор светодиодных ламп из каждой стран-участниц и систематического их тестирования в течение двух лет. При этом мы ограничимся рассмотрением, так называемых ретрофитных ламп – то есть ламп прямой замены существующих ламп накаливания, без внесения в схему подключения каких-либо электрических или конструктивных изменений.

В общем, проект PremiumLight, был сосредоточен на оценке характеристик наиболее экономичных, экономически и экологически эффективных ламп двух классов, а именно, светодиодных ламп всенаправленного и направленного (прожектора) освещения, типы и торговые марки которых широкодоступны на рынках ЕС, где они и были, непосредственно,



приобретены. Результаты тестирования 370 светодиодных ламп 95 различных типов обеспечили объективный взгляд на состояние дел в этой области и позволили получить конкретную и необходимую для потребителей информацию о продукции. Основной упор здесь был сделан на максимальное удовлетворение потребностей потребителей с точки зрения качества и энергоэффективности, экологических аспектов, влияние ламп на здоровье и т.п.

### Критерии высокого качества осветительных ламп

#### Эффективность лампы

Этот параметр показывает, сколько света лампа производит на ватт потребляемой ею электроэнергии. Этот параметр выражается в лм/Вт.

Есть также КПД – это отношение оптической мощности, излучаемой светильником (не лампой, а именно светильником, поскольку световой поток лампы всегда больше, чем у светильника) к потребляемой светильником электрической мощности. В отличие от потребляемой лампой мощности, он не указывается изготовителем, таким образом, значение КПД нам недоступно. В отличие от КПД, эффективность или светоотдача лампы вычисляется достаточно просто. Для это-

фективности ненаправленных светодиодных ламп составил 8%, а направленных — более 30%.

Для сравнения аналогичные по световому потоку лампы накаливания имеют класс энергоэффективности E (1,25 лм/Вт). Но здесь необходимо принимать во внимание еще и реальные условия эксплуатации, а также различия в классах сравниваемых продуктов.

*Средний срок службы и временная стабильность мощности светового потока*

Для КЛЛ, предназначенных для целей бытового освещения, производитель указывает срок службы, который колеблется от 6 до 8 тыс. часов, а для LED – 20-40 тыс. часов. И здесь кроется определенный подвох. Может быть указан срок службы до отказа, без учета того, что в течение срока службы лампы происходит их деградация, то есть уменьшения светового потока. Чтобы лишить производителей этой лазейки, ресурс, например, светодиодных ламп должен указываться по критерию «L70B50», что дает количество часов, за которое не более 50% ламп достигнут снижения светового потока в 70% от первоначальной.

Для обеспечения качества такие испытания должны включать не просто наработку, а термоциклирование и испытание

на включение/выключение лампы. Критерий качества, заложенный в проект PremiumLight, предполагает, что срок службы лампы премиум класса, должен быть не менее 20 тыс. часов. Более короткий срок службы, например, в 15 тыс. часов может быть приемлемым только для ламп, которые продаются по предельно низким ценам. Здесь надо учитывать, что низкий (в



Рис. 1

го используется, указанное на упаковке лампы, значение общего светового потока в люменах (лм). Например, мы покупаем компактную люминесцентную лампу (КЛЛ) 1-ESL-223-1 компании MAXSUS (рис.1,а). Она дает световой поток 850 лм при потребляемой мощностью 13 Вт, таким образом, ее эффективность составит  $850 \text{ лм} / 13 \text{ Вт} = 65,4 \text{ лм/Вт}$ , что соответствует классу энергоэффективности А. Согласно критериям проекта PremiumLight – такая лампа на настоящий момент уже не является высококачественной. В отличие от КЛЛ 1-ESL-223-1, светодиодная лампа (LED), например, A60e компании VIDEX (рис.1,б), тоже дающая световой поток 850 лм, потребляет мощность 9 Вт, соответственно ее энергоэффективность равна  $94,5 \text{ лм/Вт}$ , а это уже класс А+ и по этому параметру такая лампа – высококачественная. В общем, в настоящее время высококачественные лампы имеют энергоэффективность порядка 100 лм/Вт. В ходе работ по проекту PremiumLight установлено, что годовой рост энергоэф-

фективности (в 15 тыс. часов) срок жизни, определяемый по критерию L70B50, может включать в себя ситуацию, при которой 25% ламп выходят из строя уже при 5 тыс. часов наработки. Это, естественно, не является приемлемым. Более подробно на экономических аспектах мы остановимся в конце статьи. Пока остановимся на следующем – потребитель должен изучить, что продавец и изготовитель предлагают ему в качестве «срока службы» и это даст ему возможность оценить ожидаемую экономическую эффективность от приобретения лампы.

Что касается устойчивости лампы к частым включениям, то необходимо учитывать, что КЛЛ, как и лампы накаливания, весьма чувствительны к включению и именно при включении чаще всего выходят из строя, далеко не выработав свой заявленный ресурс. Это связано с тем, что в недорогих моделях нет ограничения пускового тока, а в дорогих моделях, хотя оно и предусмотрена, но при повторном включении без выдержки хотя бы несколько десятков секунд, токоограничивающий элемент (NTC-термистор) не успевает вос-

становиться (остыть) и лампа оказывается беззащитной к броску тока. Кроме того, такой токоограничивающий элемент является источником потерь и выделяет тепло, нагревая рядом расположенные элементы, что уменьшает общую надежность их электронных балластов. Светодиодные лампы не так чувствительны к броскам тока при включении и информацию по этому параметру (числу циклов включения) ответственные изготовители не боятся указывать на упаковке, так для лампы А60е оно составляет не менее 100 тыс. раз.

На реальную надежность лампы влияет еще и ее номинальный диапазон рабочих напряжений. В наилучшем положении здесь лампы накаливания их допустимый диапазон напряжений крайне узок, он влияет на их надежность (при превышении напряжения их надежность резко падает, при понижении падает светоотдача), на яркость и на потребление

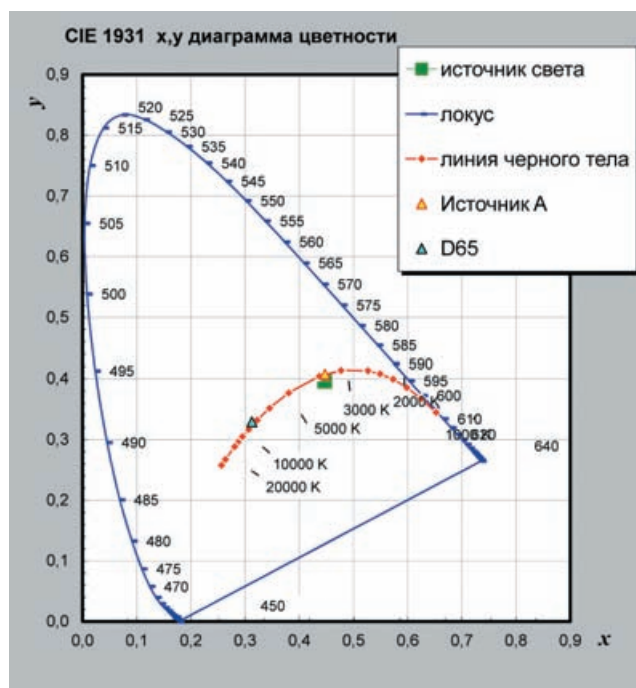


Рис.2

мощности. КЛЛ также не отличаются широким диапазоном входных напряжений, так для упомянутой лампы MAXUS он составляет 220-240 В, но он не влияет на светоотдачу лампы. В выигрыше здесь лампа А60е – ее диапазон рабочих напряжений, заявленный изготовителем, 175-250В. Этот параметр особенно важен для сельской местности, где перепады напряжения не редкость.

Допустимый диапазон напряжений и потребляемая мощность всегда указаны на цоколе лампы. Иногда там указывается и ток потребления, например, на лампе MAXUS 13W 220-240V 50/60Hz 113mA, а на А60е – 9W AC175-250V 50/60Hz.

#### Индекс цветопередачи (CRI или Ra)

Он указывает на то, насколько хорошо человеческий глаз может определить конкретные цвета при освещении предмета определенной лампой. Значение Ra равное 100 достигается за счет стандартизированного дневного света или с помощью стандартных ламп (в качестве стандартных используются квазигалогенные лампы накаливания). Другие источники света, как правило, имеют более низкие значения ин-

декса цветопередачи. К высококачественным могут быть отнесены лампы, имеющие Ra >80.

Для КЛЛ этот индекс не указывается, так как он у них изначально должен быть высок (к сожалению, «должен»), а для светодиодных ламп – он обязателен и указывается, например, как «качество света», для А60е он указан как превышающий 90 Ra. Это довольно высокий показатель, особенно для лампы не высокой ценовой группы.

В чем важность этого показателя для потребителя? Если вы не хотите, чтобы ваши близкие выглядели в серо-зеленых тонах, как «дети подземелья» или того хуже, выбирайте лампы с наиболее высоким показателем Ra, не ниже 80. Некоторые производители не указывают этот показатель напрямую, особенно это касается КЛЛ, но он может быть в составе маркировки самой лампы, так лампы компании OSRAM маркированная, например, как 13W/827 дает нам следующую информацию – в числе 827, первая цифра 8 умноженная на 10 соответствует индексу цветопередачи Ra = 80. Кроме того в соответствии с европейским стандартом DIN 5035, по которому индекс цветопередачи имеет 6 градаций, то если вы увидите такую маркировку то нас интересуют только лампы классов 1А (Ra >90) и 1В (Ra = 80-90).

При сравнении ламп потребителю также необходимо учитывать равномерность спектра ламп. Вне конкуренции здесь лампы накаливания и галогенные лампы, они являются эталоном, а вот КЛЛ имеют дискретный спектр, светодиодные лампы также не отличаются равномерность спектра и имеют провал в области «хорошего синего» и всплеск «плохого синего» о чем мы поговорим во второй части статьи.

#### Коррелированная цветовая температура (CCT)

Это фотометрический параметр, который указывает на характеристику белого света, который может варьироваться от желтоватого «теплого белого» до голубоватого «холодного белого» (рис.2). У ламп, предназначенных для целей домашнего освещения, цветовая температура должна находиться в пределах 2700К, 3000К и 3500К. Чем выше цветовая температура, тем холоднее свет лампы. На счастье потребителя, этот параметр обязательно указывается и для КЛЛ и для светодиодных ламп. Так лампа MAXUS заявлена с CCT=2700К, а А60е – с CCT=3000К. Тем не менее, цветовая температура сама по себе не является критерием качества, собственно говоря, это связано с тем цветовым окружением, которое будет создавать лампа, и уже оно напрямую влияет на удовлетворенность потребителя.

Выбор конкретной цветовой температуры зависит в первую очередь от личных предпочтений потребителей. Для домашнего освещения в северных европейских странах предпочтительным является теплый белый свет с CCT в диапазоне от 2700 К до 3000 К, а в странах Южной Европы потребители отдадут предпочтение источникам света с более нейтральным, холодным белым светом с CCT 5000 К и выше. Важна равномерность цветовой температуры в рамках конкретной модели лампы, то есть, отклонение ее цветовой температуры от заявленных значений должно быть небольшим. Это важно для того чтобы избежать видимых изменений цвета при освещении поверхностей многоточечными направленными светодиодными светильниками, лампами или даже в рамках общей системы освещения.

Ответственный производитель здесь использует так называемое бинирование, то есть разбраковку светодиодов по CCT. Кроме того, необходимо учитывать и то, что мы собираемся освещать. Если это зона отдыха или спальня – то оптимальной является лампа с CCT=2700K. А для освещения рабочей зоны, особенно, если выполняются мелкие, требующие внимания работы, например, шитье или выполнение уроков, – лучше использовать лампы с CCT=3000K и даже 4100K (только если их свет не попадает прямо в глаза). При освещении рабочего места лампой с CCT=2700K производительность труда падает на 25%, а глаза находятся в постоянном напряжении и быстро устают. CCT указано на цоколе лампы или прямо или закодировано, так лампа компании OSRAM маркированная, например, как 13W/827 дает нам следующую информацию – в числе 827, две последние цифры 27 умноженные на 100 соответствует CCT=2700K.

#### *Дополнительные критерии для оценки*

Это уровень мерцания и коэффициент мощности. Лампы по этим параметрам не так легко проверить потребителю, а соответствующая информация обычно не предоставляется на её упаковке. Коэффициент мощности можно вычислить, если на упаковке указан ток потребления, а у ответственных изготовителей оно так и есть. Для этого напряжение сети 230 В умножается на указанный ток, например, для рассматриваемой выше КЛЛ указан ток потребления в 113 мА, а для светодиодной – 70 мА. Потом, заявленную мощность, делим на полученную и в результате получаем коэффициент мощности 0,5 для MAXUS и 0,56 для A60e. Чем выше коэффициент мощности – тем лучше, но он важен не для потребителя, а для поставщика электроэнергии.

Для потребителя важен коэффициент мерцаний, так как на рынке есть модели ламп, которые сильно мерцают и лампы, которые показывают достаточно высокие характеристики по этому параметру.

У ламп имеются и опционные параметры, одним из которых является возможность регулирования её светового потока, или диммирование. Для ламп накаливания тут все просто, для маломощных КЛЛ (мощность ниже 18 Вт) эта возможность практически отсутствует, а вот некоторые светодиодные лампы могут иметь не только внешнее диммирование, но и внутреннее с дистанционным управлением. У светодиодных ламп может быть не только диммирование, но и регулирование цветовой гаммы. Кроме того, на рынке имеются светодиодные лампы с встроенным пирометром, они реагируют на приближение человека и включаются автоматически, когда он попадает в зону их действия. Такие лампы удобны на лестничных пролетах и клетках, коридорах, туалетах и т.п. Так же имеются светодиодные лампы с встроенными аккумуляторами, которые позволяют им работать при перебоях с электроснабжением. Но само по себе наличие или отсутствие упомянутых опций не является критерием качества лампы.

#### **Итоги проекта PremiumLight**

В рамках проекта PremiumLight отобранные с прилавков стран ЕС лампы были протестированы по всем вышеуказанным критериям качества, а полученные результаты сравнили с заявленными их изготовителями. Для каждой модели были протестированы от трех до пяти образцов ламп. Если го-

ворить по каждой марке ламп, то размер выборки можно рассматривать как относительно небольшой, но для таких продуктов, как лампы, которые производятся крупными партиями на промышленном автоматизированном оборудовании, такую выборку участники проекта решили рассматривать в качестве репрезентативной.

Так, по части эффективности, на рынке ЕС, были выявлены лампы, измеренный общий световой поток которых по сравнению с измеренной потребляемой мощностью, для ненаправленных ламп составил от 104 лм/Вт (максимум) до 47 лм/Вт (минимум) соответственно. При этом 15% образцов от всей партии отобранных светодиодных ненаправленных ламп имели эффективность ниже 60 лм/Вт. По потребляемой мощности цифры, приведенные изготовителями, в целом находятся в пределах  $\pm 10\%$  общепринятого доверительного интервала. Что касается направленных светодиодных источников, то 33% из них находились за пределами доверительного интервала.

В части общего светового потока, лишь у 63% ненаправленных светодиодных ламп и только у 39% светодиодных направленных источников света измеренный уровень светового потока оказался в пределах  $\pm 10\%$  доверительного интервала от значений светового потока заявленных производителем.

Большинство исследованных ламп соответствовали классу A+ (70,8%), продукты с низкой энергоэффективностью, относящиеся к классу В, в выбранной для исследования партии не были обнаружены. Однако 29,2% моделей оказались соответствующие классу А, что не отвечает требованиям ЕС по качеству.

Что касается цветовых характеристик света, все протестированные типы ламп, кроме одной, относились к теплому белому (CCT <3100K). При этом наблюдались лишь незначительные отклонения между заявленными и измеренными значениями. Цветовая температура варьировала в пределах  $\pm 5\%$  доверительного интервала. Однако были выявлены лампы, заявленные с CCT=2700K, а по факту они оказались с CCT=4100K, а заявленные с CCT=3000K, по факту оказались с CCT=2700K.

В части отклонения от декларированных изготовителем колориметрических характеристик (CCT и CRI) для направленных светодиодных источников света, то отклонения выше, чем на  $\pm 5\%$  не являются приемлемыми. Очевидно, что выполнить эти требования для производителей оказалось сложно, так были обнаружены отклонения по CRI с максимумом в 25,4%, а вот выполнить требования в части коррелированной цветовой температуры CCT изготовителям не составило особого труда – максимальное замеченное отклонение составило 10,5%.

Что касается индекса цветопередачи, то большинство испытанных лампы показали, что их измеренное значение CRI составляет около 80. Таким образом, индекс цветопередачи большинства протестированных светодиодных источников остается на стандартном уровне, хотя он пока и не особенно высок. Тем не менее, в исследуемых образцах нашлись модели ламп, которые имели CRI около или даже выше 90 — это явно положительная тенденция.

Полные данные по распределению выявленных отклонений приведены в кратком отчете, опубликованном в [1].

*(Окончание следует)*