

Духанин С. А., ст. преп.
Нестерова Н. В., д-р техн. наук, проф.,
Прасол Д. А., доц.,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА АКЦЕНТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Duhanin777@yandex.ru

В настоящее время в бытовых осветительных установках широко используются энергосберегающие источники света. Наиболее распространенными современными энергосберегающим источникам света являются компактные люминесцентные и светодиодные лампы. Возникает вопрос целесообразности использования тех или иных источников света. В статье приводятся основные показатели и характеристики двух ламп: светодиодной и люминесцентной. Проводится сравнительный анализ экономических показателей и показателей эффективности использования источников света. Выявляются достоинства и недостатки, особенности применения в быту.

Ключевые слова: компактные люминесцентные лампы, светодиодные лампы, лампы акцентного освещения, энергосберегающие источники света, электрические параметры ламп, вольтметр, амперметр, ваттметр, осциллограф, фазометр, люксметр, пирометр.

К наиболее распространенным современным энергосберегающим источникам света, используемым в быту, относятся компактные люминесцентные и светодиодные лампы. В настоящее время в быту широкое применение нашли лампы акцентного освещения, используемые в

потолках, панелях, навесах, карнизах, мебели [1]. В данной работе представлен сравнительный анализ основных электротехнических параметров люминесцентной и светодиодной ламп. Параметры обследуемых источников света приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры источников света

Тип осветительного прибора	Светодиодная энергосберегающая лампа	Компактная люминесцентная энергосберегающая лампа
Изготовитель	«XIAMEN C AND D INC», 19 Си Сайд Билдинг, Шаумен, Китай	«UNIEL LIGHTING CO.LTD», Синцяо Норс Род 161, Синцяо Девелопмент зон, Линьпин, г. Ханчжоу, Чжэцзян провинс, 311100, КНР
Торговая марка	«Navigator»	«Uniel»
Модель лампы	NLL-R39-2.5-230-4.2K-E14	ESL-JCDR-FR-7/4000/GU5.3 Reflektor
Мощность, Вт	2,5	7
Номинальное напряжение, В	220-240	230
Частота, Гц	50/60	50/60
cosφ	–	≥ 0,55
Индекс цветопередачи, Ra	≥ 70	≥ 80
Сила света, Кд	–	73
Световой поток, лм	188	–
Цоколь	Резьбовой цоколь E14	Штырьковой цоколь GU5.3
Срок службы, час	40000	10000
Цветовая температура (отенок белого цвета), К	4200, холодный белый свет	4000, холодный белый свет
Диапазон рабочих температур, °С	–40 – +40	–40 – +50
Стоимость, руб.	332	150

Внешний вид упаковок с основными техническими характеристиками и сравниваемых ламп представлен на рисунках 1 и 2.

Производитель дает гарантию на светодиодную лампу сроком на два года. На люминесцентную лампу распространяется гарантия на один год.

На испытательном стенде выполнен сравнительный анализ основных электрических параметров источников света: тока, напряжения и активной потребляемой мощности. Испытания проводились при номинальном напряжении, а также при его отклонении на $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$ [2, 3]. Результаты измерений основных электрических параметров представлены в таблице 2.



Рис. 1. Внешний вид светодиодной лампы

Электрические параметры ламп измерялись с помощью комплекта K540. Комплект содержит три электроизмерительных многопредельных прибора – вольтметр, амперметр и ваттметр. Измерения проводились на следующих пределах: $U_{PV} = 300$ В, $I_{PA} = 0,1$ А, $P_{PW} = 30$ Вт. Все приборы имеют класс точности 0,5. Внешний вид комплекта K540 представлен на рисунке 3.

Для наглядности с помощью осциллографа - прибора, предназначенного для исследования амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход, была получена осциллограмма формы кривой тока, которая представлена на рисунках 4 и 5 соответ-

ственно. Осциллограмма напряжения принята как идеальный синусоидальный сигнал [1, 4].



Рис. 2. Внешний вид люминесцентной лампы

Для исследуемых источников света определялся характер нагрузки и угол сдвига фаз между напряжением и током. Измерения производились фазометром Д5000, заводской номер №8262, с классом точности 0,2. Результаты измерений представлены в таблице 3.

Таблица 2

Результаты измерений основных электрических параметров светодиодной и люминесцентной ламп

Компактная люминесцентная энергосберегающая лампа					
Напряжение U , В	198	209	220	231	242
Сила тока I , мА	46	46,5	47,5	47,8	48
Потребляемая активная мощность P , Вт	6,4	6,7	7,2	7,4	7,8
Коэффициент мощности $\cos\phi$	0,703	0,689	0,689	0,670	0,671
Светодиодная энергосберегающая лампа					
Напряжение U , В	198	209	220	231	242
Сила тока I , мА	29,5	31,3	33,2	35,5	37,5
Потребляемая активная мощность P , Вт	2,6	2,85	3,1	3,3	3,5
Коэффициент мощности $\cos\phi$	0,445	0,437	0,424	0,402	0,386

С помощью люксметра определялась освещенность для светодиодной и компактной люминесцентной лампы. Температура колбы при работе в номинальном режиме замерена с по-

мощью прибора для бесконтактного измерения температуры тел - пирометра. Результаты измерений представлены в таблице 4.



Рис. 3. Внешний вид комплекта K540

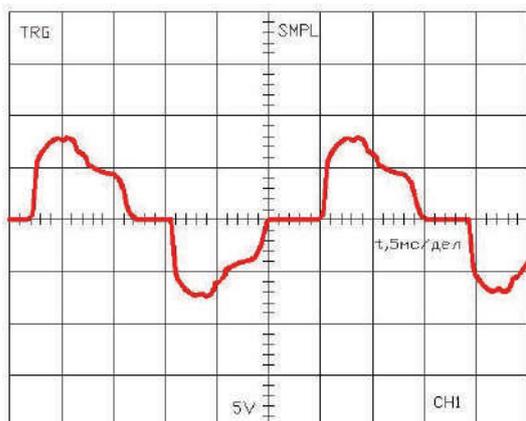


Рис. 4. Форма кривой тока светодиодной лампы

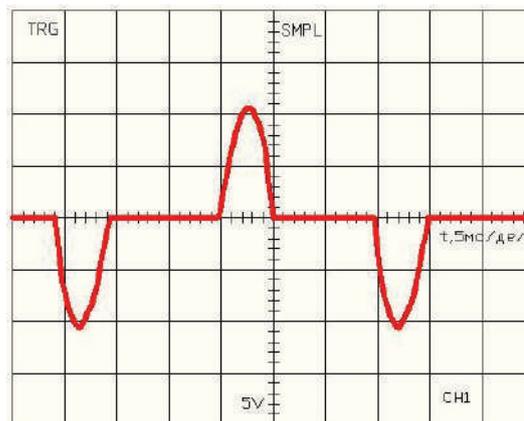


Рис. 5. Форма кривой тока компактной люминесцентной энергосберегающей лампы

Таблица 3

Определение характера нагрузки ламп

Параметр	Светодиодная энергосберегающая лампа	Компактная люминесцентная энергосберегающая лампа
Характер нагрузки	емкостной	емкостной
Угол φ , °	-61	-20
Коэффициент мощности $\cos\varphi$	0,505	0,94

Таблица 4

Определение освещенности и температуры светодиодной и люминесцентной ламп

Параметр	Светодиодная энергосберегающая лампа	Люминесцентная энергосберегающая лампа
Расстояние между источником света и датчиком прибора L , мм	400	400
Максимальная освещенность E_{max} , Лк	437	443
Минимальная освещенность E_{min} , Лк	430	329
Светоотдача, Лк/Вт	174,8	63,29
Температура колбы t , °C	26	62

При замене ламп накаливания зеркального типа на современные энергосберегающие лампы снижается потребление электроэнергии на освещение за счет малой мощности. Затраты на приобретение таких ламп окупаются менее чем за год. Энергосберегающие лампы имеют срок

службы в 10-40 раз больше по сравнению с лампами накаливания. В таблице 5 приведены количественные характеристики энергосберегающих ламп по сравнению со стандартными лампами накаливания акцентного освещения.

Таблица 5

Количественные характеристики энергосберегающих ламп

Тип лампы	Лампа накаливания акцентного освещения	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
Энергопотребление, Вт	30	7	2,5
Срок службы, час.	1000	10000	40000
Цена, руб.	30	150	332
Цена за 1 кВт×ч, руб.	2,59	2,59	2,59
Вложение на 40000 часов, руб.	$40000 / 1000 \times 30 = 1200$	$40000 / 10000 \times 150 = 600$	332
Текущие расходы электроэнергии, руб.	$40000 \times 0,03 \times 2,59 = 3108$	$40000 \times 0,007 \times 2,59 = 725,2$	$40000 \times 0,0025 \times 2,59 = 259$
Полные затраты на эксплуатацию, руб.	$1200 + 3108 = 4308$	$600 + 725,2 = 1325,2$	$332 + 259 = 591$
Экономия полных затрат по сравнению с лампой накаливания, руб.	-	$4308 - 1325,2 = 2982,8$	$4308 - 591 = 3717$
Срок окупаемости, часов	-	$(150 - 30) \times 40000 / 2982,2 = 1609,55$	$(332 - 30) \times 40000 / 3717 = 3249,93$
Срок окупаемости, лет	-	$1609,55 / 8760 = 0,188$	$3249,93 / 8760 = 0,371$

Современная энергосберегающая люминесцентная лампа служит около 10000 часов, а светодиодная – 40000 часов, в то время как лампа накаливания 1000 – 1500 часов, то есть в 6–10 или 20–40 раз меньше соответственно. Но стои-

мость люминесцентной лампы примерно в 5 раз больше, а светодиодной – более чем в 11 раз [5].

Основные сравниваемые параметры ламп представлены в таблице 6.

Таблица 6

Основные сравниваемые параметры светодиодной и люминесцентной ламп

Параметр	Светодиодная энергосберегающая лампа	Люминесцентная энергосберегающая лампа
Мощность, Вт	2,5	7
Стоимость, руб.	332	150
Светоотдача, Лк/Вт	174,8	63,29
Коэффициент мощности $\cos\varphi$	0,505	0,94
Температура колбы t , °С	26	62
Срок окупаемости, лет	0,371	0,188

Сравнительный анализ показывает, что светодиодная лампа потребляет меньшую мощность, имеет более высокую светоотдачу, меньше греется в процессе работы, имеет более продолжительный срок службы. Люминесцентная лампа имеет более высокий коэффициент мощности, меньший срок окупаемости, меньшую стоимость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения: учебное пособие / А.А. Виноградов, О.Г. Гриб, С.А. Духанин и др. Белгород: Изд. БГТУ, 2012. 271 с.
2. Виноградов А. А., Зябкина О. Н. Показатели качества электрической энергии, обуслов-

ленные применением светодиодных светильников // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №1. С.

3. Виноградов А.А., Нестеров А.М., Нестеров М.Н. Энергостабильность региона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №4. С. 124 -127.

4. Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Сацукевич В.Н. Электрическое освещение: справочник. Минск: Изд. Техноперспектива, 2007. 255 с.

5. Энергоэффективный многоквартирный дом. Практическое энергосбережение электроэнергии в многоквартирных домах. М.: Изд. ОАО «МРСК Центра», 2011. 16 с.