

**Секция X**  
**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ**  
**И ДИАГНОСТИКА ЭНЕРГООБОРОТА**

---

**ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ**  
**ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ НАРУЖНОГО**  
**И ВНУТРИЦЕХОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

**В. С. Кизева**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Л. И. Евминов

Проблемы энергосбережения и энергоэффективности являются одними из наиболее актуальных в мировой энергетике, а с учетом тенденции роста цен на энергоносители это и одни из главных проблем экономики. В целях обеспечения эффективного использования топлива и энергии в Республике Беларусь реализуется «Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы». Одним из пунктов программы является повышение энергоэффективности за счет внедрения энергоэффективных систем освещения во всех отраслях народного хозяйства, жилищно-коммунальном секторе. Проанализировав данные [1], можно сделать выводы о том, что наиболее перспективными на сегодняшний день являются светодиодные и индукционные источники света (ИС).

Цель данной работы – оценить зрительный и биологический аспекты применения индукционных и светодиодных ИС; исследовать электрические и светотехнические характеристики светильников с индукционными и светодиодными ИС; оценить экономическую эффективность при внедрении энергоэффективных ИС.

В работе [2] проанализированы зрительный и биологический аспекты применения светодиодных источников света (СД ИС). На сегодняшний день все авторы сходятся в одном – холодно-белые светодиоды (СД) имеют ярко выраженную полосу излучения в сине-голубой полосе спектра 440–460 нм. Офтальмологические исследования свидетельствуют о том, что пороги фотохимического разрушения сетчатки в сине-голубой области спектра в 50–100 раз ниже, чем в зелено-красной (500–700 нм) [2].

Спектральный состав света индукционных ИС максимально приближен к дневному, но на сегодняшний день существует мнение о том, что индукционные ИС излучают вредное электромагнитное излучение (ЭМИ). Так, в «Донецком областном лабораторном центре госсанэпидемслужбы Украины» было произведено измерение напряженности электромагнитного поля вблизи индукционного ИС. На расстоянии 0,5 м от индукционной лампы ИЛК-200 ЭМИ превышает предельно допустимое значение (20 мВ/м) и составляет 90 мВ/м, на расстоянии 1 м – 7 мВ/м, а с 3-метрового расстояния приборы вообще не фиксируют электромагнитного излучения [3]. Так как индукционные ИС предназначены для освещения помещений с высокими пролетами (от 4 м), то говорить о каком-либо вредном воздействии электромагнитного поля на человека не корректно.

В рамках данной работы исследованы следующие светильники:

1. Индукционный промышленный светильник LVD 03-022 150 W.
2. Уличный светодиодный светильник ДКУ-64х2-001 У1 «Феникс».

В ходе проведенной работы были сняты вольт-амперные характеристики (ВАХ) исследуемых ИС. Из анализа ВАХ следует, что данные ИС не чувствительны к перепадам напряжения и способны работать в достаточно широком диапазоне напряжений. Напряжение зажигания и отключения индукционного светильника LVD 03-022 150 W – 66 и 70 В, соответственно. А светильник ДКУ-64х2-001 У1 включается при значении напряжения 60 В и отключается при 56 В.

Также в рамках данной работы исследовано влияние величины питающего напряжения на величину светоотдачи исследуемых ИС. Измерения проводились при высоте подвеса источника света 3 м. Выявлено, что исследуемые светильники стабильно работают при напряжении питающей сети 140 В. Также следует отметить, что изменение напряжения в диапазоне 140–220 В не влияет на величину освещенности.

Также авторами проведен гармонический анализ кривых тока исследуемых ИС. Действующие значения напряжения и тока на лампах измерялись с помощью цифрового осциллографа OWON SDS 8202. Далее полученные результаты обработаны с помощью системы компьютерной алгебры Mathcad. Результаты представлены на рис. 1 и 2.

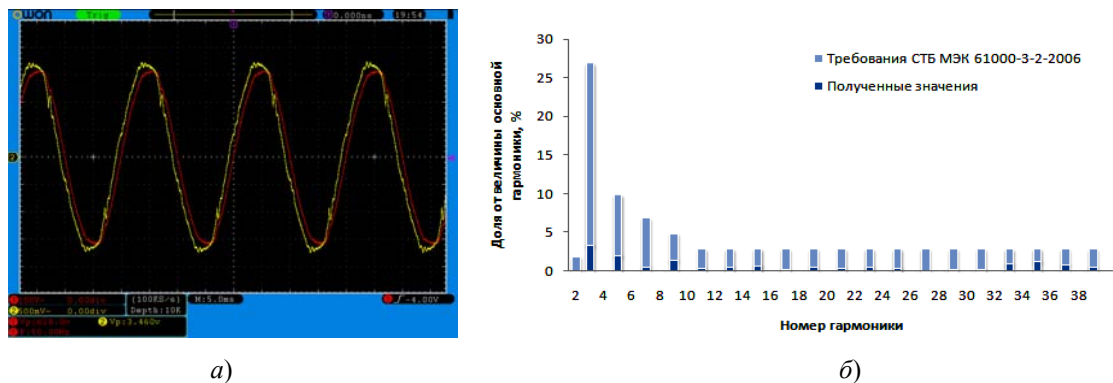


Рис. 1. Экспериментальная кривая тока и напряжения светильника LVD 03-022 150 W (а) и гармонический состав кривой тока (б)

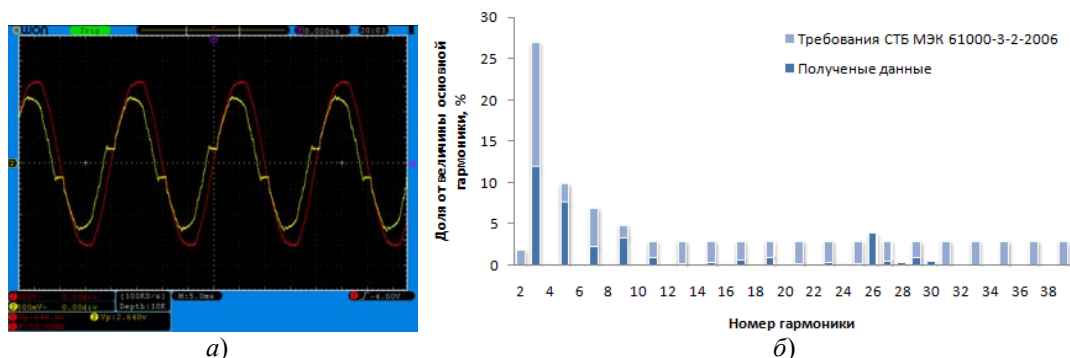


Рис. 2. Экспериментальная кривая тока и напряжения светодиодного светильника ДКУ-64х2-001 У1 «Феникс» (а) и гармонический состав кривой тока (б)

Проанализировав результаты, приведенные на рис. 2 и 3, сделан вывод о том, что уровень высших гармоник кривой тока, потребляемого из сети, не превышает

требований, установленных СТБ МЭК 61000-3-2–2006. Также видно, что уровень высших гармоник индукционного светильника LVD 03-022 150 W ниже по отношению к светодиодному светильнику и кривая тока индукционного источника света приближена к синусоидальной.

В данной работе произведена реконструкция системы общего равномерного освещения (в составе комбинированного) сварочно-механического участка цеха № 1а ОАО «Белсельэлектросетьстрой» филиала «Завод энергооборудования». Светильники с лампами ДРЛ заменены на энергоэффективные. К установке выбраны светильник с индукционной лампой LVD 03-022 150 Вт и светодиодный светильник ДСП 02-48x4-001. Анализ проводился на основании расчетов, произведенных в программе DIALux. Для сравнения выбрано помещение 44,5 x 15, высота потолка 8 м. Подвес светильников – 7,2 м. Нормируемая освещенность для системы комбинированного освещения данного цеха  $E_{min} = 400$  Лк (в том числе от общего 200 Лк). Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты расчетов в программе DIALux**

Светильник	Потребляемая мощность, Вт	Поверхность	$E_{min}$ , Лк	$E_{max}$ , Лк	$E_{max}/E_{min}$
LVD 03-022 150 Вт	5798,8	Рабочая плоскость	196	417	2,13
		Полы	206	397	1,93
ДСП 02-48x4-001	4200	Рабочая плоскость	223	541	2,43
		Полы	215	494	2,3

Из табл. 1 видно, что установленная мощность осветительной установки с применением СД ИС меньше в сравнении с индукционными, однако освещение с помощью индукционных светильников более равномерное.

Также выполнено технико-экономическое сравнение представленных систем освещения при средней стоимости 1 кВт · ч электроэнергии 1454,47 бел. р. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Расчет срока окупаемости замены светильников с лампами ДРЛ на индукционные светильники и светодиодные светильники**

Источник света	Капиталовложения, бел. р.	Экономия средств, бел. р./год	Срок окупаемости, лет
Индукционные ИС	135500288	36047412,39	3,76
Светодиодные ИС	209057587,2	38671222,3	5,41

Из табл. 2 видно, что система освещения с применением индукционных ИС имеет в 1,5 раза меньший срок окупаемости по отношению к системе освещения с помощью светодиодных ИС. Однако замену ДРЛ ламп на индукционные можно произвести без замены светильников, что позволит сэкономить значительные средства и время. Так, авторами совместно с ОАО «Гомельский ЗИП» была произведена модернизация светильника РСП, в ходе которой лампы ДРЛ 400 Вт заменили на ИЛ Saturn мощностью 150 Вт. В ходе проведенных испытаний была зафиксирована работоспособность модернизированного светильника РСП (в комплекте с ИЛ Saturn 150 Вт) и исследованы его светотехнические характеристики.

В результате 2-годичной эксплуатации более 800 индукционных светильников в Речицком ПО «Беларуснефть» были выявлены их высокая эффективность и надежность. Расходы на электроэнергию при замене светильников с лампами ДРЛ на индукционные снизились более чем в 2 раза.

Результаты проделанной работы свидетельствуют о том, что использование в освещении индукционных ИС позволяет достаточно быстро окупить денежные вложения, значительно снизить потребление электроэнергии, уменьшить количество используемых ламп и стоимость технического обслуживания.

#### Л и т е р а т у р а

1. Кизева, В. С. Сравнительный анализ различных источников света и оценка электромагнитной совместимости безэлектродных (индукционных) и светодиодных источников света / В. С. Кизева // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XIII Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 25–26 апр. 2013 г. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; редкол.: Н. Г. Мансурова [и др.]. – Гомель, 2013. – С. 491–494.
2. Закгейм, А. Л. Светодиодные системы освещения: эффективность, зрительное восприятие, безопасность для здоровья (обзор) / А. Л. Закгейм // Светотехника. – 2012. – № 6. – С. 12–20.
3. Протокол № 71/83 от 5 июня 2013 г. – Державная установа «Донецький обласний лабораторний центр держсанепідслужби України».