УДК 628.932.3 : 621.328

Е.В. Билык[1], **А.Г Литвинов**[1,2]

[1]*ООО «Светодиодные Технологии Украина»*

[2] *Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова*

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ В ВУЗах

В статье рассмотрено проектирование осветительных систем с использованием светодиодных световых приборов. Проведено сравнение основных характеристик светильников и систем освещения. Описана роль коэффициента запаса в осветительных системах.

Ключевые слова: энергоэффективность, светодиодный светильник, коэффициент запаса.

Постановка проблемы

Сегодня, в Украине, затраты на освещение составляют около 20% от общих расходов потребления электроэнергии в бюджетной сфере. Такие значительные расходы, связанны с использованием устаревших источников освещения. Принятие законопроекта «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Украины (относительно повышения энергоэффективности в освещении)» будет способствовать снижению затрат на освещение в бюджетной сфере почти на 80% за счет введения обязательного использования энергоэффективных источников света. Положения законопроекта, направлены на внесение изменений в действующий Закон Украины «Об энергосбережении», а также на его гармонизацию в соответствии с требованиями рамочных документов Европейского Союза в сфере энергоэффективности (профильных Директив ЕС 27/2012, 125/2009).

При этом следует учитывать тот факт, что новые эффективные источники света и системы освещения на их основе требуют несколько иных подходов к их рассмотрению, по сравнению с традиционными. Достаточно часто можно услышать удивленный вопрос, что новая (светодиодная) система освещения не дала ожидаемого результата по тем или иным показателям. Для этих целей и проводятся НТР, в результате которых появляются не только новые источники света и системы на их основе, но и новые методики их расчета, построения, внедрения и оценки эффективности, внедряемые впоследствии в новые ДСТУ или ДБН. Одним из результатов проведенной в рамках государственной целевой программы, проводимой в период 2009-2014 гг., на текущий момент является новая редакция "ДБН В.2.5-28:20ХХ Природне і штучне освітлення проект редакція друга" с большим объемом изменений и дополнений касающихся светодиодов и систем освещения на их основе.

Изложение основного материала

В 2013-2014 гг. в рамках Государственной целевой научно-технической программы - НТР "Розроблення та впровадження комплексної світлодіодної системи освітлення Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова", которая стала продолжением многих НТР, была проведена модернизация существующей системы освещения, суть которой заключалась в замене определенного количества светильников ЛВО 4*18, ЛВО 4*20, ЛПО 4*40 на светодиодные светильники СТУ-СМСГ-01-4-11 (табл. 1.).

Помимо внедрения самой системы отрабатывались программы и методики мониторинга светового пространства и потребления электроэнергии. Были разработаны и опробованы автоматизированные системы сбора информации в помещениях, где проводилась модернизация. Также для определения эффективности был проведен мониторинг освещенности и потребления электроэнергии осветительных систем.

Расчет эффективности внедряемых светодиодных технологий проводился как по экономическим показателям, так и по анализу качественных характеристик световой среды помещений университета.

В результате модернизации системы освещения были заменены следующие типы светильников :

ЛВО 4*18 - 440 шт.;
ЛПО 4*20 - 118 шт.;
ЛПО 4*40 – 90 шт.

Таблица 1

Сравнение основных характеристик светильников

Наименование параметров	ЛВО 4*18	СМСГ
Активна мощность потребления (P, Вт)	84,0	44,2
Коэффициент мощности (PF)	0,57	0,99
Полный коэффициент гармонических искажений тока (ITHD, %)	20,9	7,4
КПД блока питания (%)	85,7	92,0
Световой поток (F, лм)	1756	3485
Световая отдача (E_v, лм/Вт)	20,9	78,8
Цветовая температура (CCT, K)	5730	5787
Индекс цветопередачи (R_a)	71	73
Коэффициент пульсации светового потока (Кп, %)	49	4,3

с полной расчетной мощностью в 67 кВт. Но расчетная мощность это одно а реальная это другое.

Таблица 2

№	Мощность светильника		
	ЛВО-4х18 Неработ лампы	СМСГ	ЛВО-4х18 Полный комплект
1	79,75		79,75
2	39,81		79,62
3	78,74		78,74
4	80,67		80,67
5	41,25		82,5
6	80,28		80,28
7	40,24		80,48
8	80,53	364,62	80,53
9	41,16		82,32
10	83,26		83,26
11	78,52		78,52
12	0		79,75
13	0		79,62
14	0		78,74
15	0		80,67
16	0	363,22	78,52
Мощность системы Вт.	724,21	727,84	1283,97

Как видно из табл.2, мощность системы освещения одной из лабораторий, требующей замены без полного комплекта работающих ламп меньше, чем потребляемая мощность вновь установленных светильников. Возникает следующий вопрос – почему отсутствует большое сокращение электропотребления, при замене старой системы на новую? То, что освещенность рабочих мест, вследствие длительной эксплуатации системы освещения, уже не соответствует действующим нормам, уходит на второй план. ***Качество*** освещения уходит на второй план. При этом замена старой системы позволила поднять освещенность на рабочем месте до 686 лк вместо 166 лк без замены неработающих ламп и 383 лк с замененными неисправными лампами. Теперь обращаем внимание на цифру средней освещенности новой системы в 686 лк. Согласно [ДБН В.2.5-28-2006] освещенность на рабочих поверхностях лаборатории данного назначения и проводимых в ней работ должна быть не менее 400 лк. Больше хорошо, но насколько. Здесь очень большую роль в расчетах играл коэффициент запаса. В общем случае [7] он может быть представлен следующей зависимостью

$$k_з = f(g_л g_c g_n g_a) \qquad (1)$$

где $k_з$ - коэффициент запаса;

$g_л$ - снижение светового потока источника света;

g_c - загрязнение осветительной арматуры (излучающих поверхностей) светильника;

g_n - снижение отражающих свойств поверхностей помещения;

g_a - выход из строя светильников.

Внимания заслуживает тот факт, что при проведении контрольных измерений с 2013 по 2016 г.г. освещенность рабочих поверхностей осталась практически неизменной в пределах погрешности приборов измерения. Рассмотрим эти зависимости поподробнее.

Функция снижения светового потока светодиодных источников света $g_л$ определяется производителем и на текущий момент колеблется от 30000 до 50000 часов наработки до начала снижения светового потока, при правильном выборе эксплуатационных режимов. Это и подтверждает в первую очередь подход фирм изготовителей светодиодного освещения в Украине – правильный выбор светодиодных источников света, а также систем их охлаждения и питания.

Вследствие конструктивных особенностей построения светодиодных светильников в частности СТУ-СМСГ-01-4-11 (рис.1) в отличие от светильников ЛПО (рис.2)

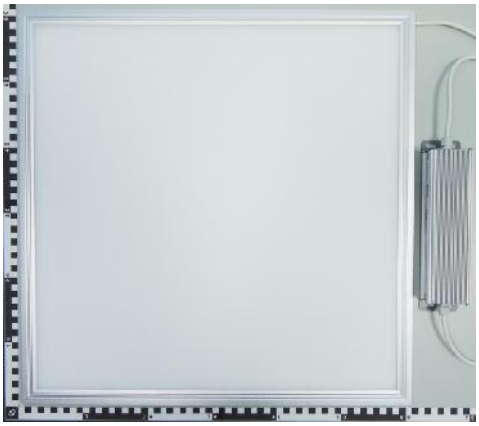

Рис.1. Внешний вид светильника СТУ-СМСГ-01-4-11

g_c - загрязнение излучающих поверхностей светильника сведено к минимуму.

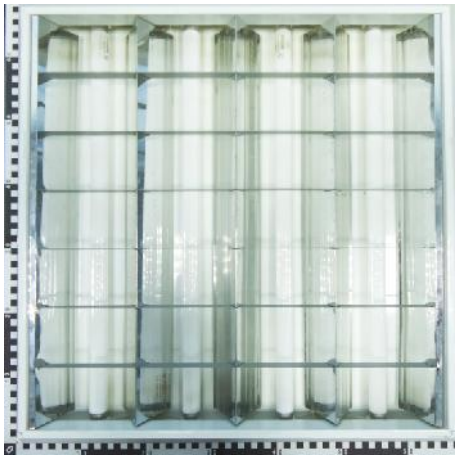

Рис.2. Внешний вид светильника ЛПО 4*18

Питание светодиодных матриц в светильнике осуществляется низким напряжением 42В постоянного тока с гальванической развязкой от сети переменного тока, в результате чего не образуется оседание пыли на излучаемых поверхностях вследствие наличия статических разрядов, как на светильниках с люминесцентными лампами (ЛПО, ЛВО). В результате чего можно сделать вывод, что данный параметр стремится к параметру снижения отражающих свойств помещения и зависит от состояния эксплуатации помещения.

$$g_{загр} \rightarrow g_n \qquad (2)$$

Иными словами, для данного типа помещений при проектировании систем освещения основанных на светодиодных источниках света необходимо пересматривать коэффициент запаса.

Последним рассмотрим g_a - выход из строя светильников. За период опытной эксплуатации с 2013 г. и на момент написания статьи был отказ одного светильника из 751 по вине изготовителя (светодиодная панель.) -- это 0,13%. Блок питания остался в рабочем состоянии, поскольку он снабжен несколькими типами защит, в частности защитой по разрыву выходной цепи.

Выводы

Таким образом, в результате полученных данных при проведении опытной эксплуатации системы освещения разработчики пришли к выводу о необходимости пересмотра действующей нормативной базы, применяемой при проектировании, оценке эффективности, и монтаже новых осветительных систем на основе светодиодных источников света.

Литература

1. Проект Закону про внесення змін до деяких законодавчих актів України (щодо поліпшення енергоефективності в освітленні) [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=5

2. Закон Украины «Об энергосбережении» от 01.07.1994 № 74/94-ВР [Електронний ресурс] -- Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/ laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80

3. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

4. ДБН В.2.5-28-2006 Природне та штучне освітлення.

5. ДБН В.2.5-28:20ХХ Природне і штучне освітлення проект редакція друга.

6. Мешков В.В. Епанешников М.М. Осветительные установки-М.:Энергия,1972. - 360 с.

References

1. Proekt Zakonu pro vnesennja zmin do dejakih zakonodavchih aktiv Ukraïni (shhodo polipshennja energoefektivnosti v osvitlenni)[Elektronnij resurs] - Rezhim dostupu: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2 /webproc4_1?pf3511=5

2. Zakon Ukrainy «Ob jenergosberezhenii» ot 01.07.1994 № 74/94-VR [Elektronnij resurs] -- Rezhim dostupu: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80

3. Ajzenberg Ju.B. Spravochnaja kniga po svetotehnike / Pod red. Ju.B. Ajzenberga. – M.: Znak, 2006. – 972 s.

4. State Standart budivel'ni normi DBN V.2.5-28-2006 Pryrodne ta shtuchne osvitlennja.

5. State Standart budivel'ni normi DBN V.2.5-28:20XX Pryrodne i shtuchne osvitlennja proekt redakcija druga.

6. Meshkov V.V. Epaneshnikov M.M. Osvetitel'nye ustanovki - M.:Jenergija, 1972.-360 s.

Рецензент: Назаренко Леонид Андреевич
доктор технических наук, профессор зав.кафедры СИС Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова

Автор: БИЛЫК Елена Викторовна
инженер ООО «Светодиодные технологии Украина»
E-mail – helen219002@ukr.net

Автор: ЛИТВИНОВ Александр Григорьевич
технический директор ООО «Светодиодные технологии Украина»,
аспирант кафедры СИС Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова
E-mail - alex7185047@gmail.com

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ У ВНЗ

О.В. Білик, О.Г Литвинов

У статті розглянуто проектування освітлювальних систем з використанням світлодіодних світлових приладів. Проведено порівняння основних характеристик світильників і систем освітлення. Описана роль коефіцієнта запасу в освітлювальних системах.

Ключові слова: *енергоефективність, світлодіодний світильник, коефіцієнт запасу.*

ENERGY EFFICIENCY USE OF LED LIGHTING DEVICES IN UNIVERSITIES

O. Bilyk, O. Lytvynov

In article is considered the development of luminance systems with the utilization of LED light devices. Is led the comparison of the basic behaviors of illuminants and the systems of illumination. Is described the role of safety factor in luminance systems. It is today, in Ukraine, expenditures on illumination compile beside 20% from the general consumptions of the demand of electricity in budget sphere. Such appreciable consumptions, connected with the utilization of the out-dated sources of

illumination. The acceptance of bill «O entering of changeovers in some stature of the Ukraine (relatively of boost energy efficiency in illumination) » will contribute the decline of expenditures on illumination in budget sphere almost on 80% due to the infusion of the compulsory utilization of energy efficiency illuminants.

Whereat follows to take into account that fact which novel effective illuminants and the systems of illumination on their host material require a few other approaches to kilo- their examination, compared with traditional. Fairly frequently can be heard astonished question which novel (LED) the system of illumination do not give expected outcome as to those factors. For these aims and are led NTR, as a result which appear not only novel illuminants and systems on their host material but also the novel procedures of their calculation, plottings, infusions and estimation of efficiencies implanted afterwards in novel DSTU or DBN. One of outcomes led in the context of state desired routine, in cycle 2009-2014 y.y., on current derived average is novel editorial office DBN V.2.5-28: 20XX the large-scale built-in-test of changeovers and the complements of touched emitting diodes and the systems of illumination on their host material.

Aside from the infusion of self system were mastered routines and the procedures of monitoring of light space and the demands of electricity. Have been developed of and tested the automatic system of capture in rooms, where was led upgrading. Also for the efficiency detection was led monitoring of illumination and the demands of the electricity of luminance systems.

The efficiency calculation of implanted LED techniques was led as to economical factors, so and as to the analysis of the qualitative behaviors of the light medium of the rooms of university.

As a result finding in arranging of operational testing of the system of illumination designers came to the conclusion about the necessity of the revision of actuated normative base applied in development, to estimation of efficiency, and the assemblage of novel luminance systems on basis of the LED illuminants.

Key words: *energy efficiency, led lighting devices, the safety factor.*