

*Міністерство освіти і науки України
Північно-східний науковий центр НАН і МОН України
Philips electronics
Мордовський державний університет ім. Н.П. Огарьова
ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут»
Інститут медицини праці АМН України
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут
приладобудування»
ННЦ «Інститут метрології»
Інститут фізики напівпровідників НАН України ім. В.Є.Лашкарьова
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харківська національна академія міського господарства*

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СВІЛОТЕХНІКИ»

Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції

22-23 квітня 2009 р.

Харків – 2009

УДК 628.971

Сучасні проблеми світлотехніки: матеріали III міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 134 с.

Розглядається широке коло питань, пов'язаних з розвитком сучасних світлотехнічних технологій. Особливу увагу приділено створенню і впровадженню світлодіодних джерел світла. Також значна частина доповідей присвячена світловим вимірюванням. Відмічається розширення діапазону світлотехнічних застосувань, серед яких збільшуючий об'єм досліджень пов'язаний з впливом світла на людину, а також бурхливий розвиток архітектурно-художнього освітлення.

Редакційна колегія: В.Т. Семенов, М.С. Золотов,
Л.А. Назаренко, С.С. Овчинников, В.М. Поліщук.

© Харківська національна академія
міського господарства, 2009

ЗМІСТ

<i>Горбань А.П., Костильов В.П., Черненко В.В., Андрос С.П., Назаренко Л.А.</i> Сучасні проблеми імітації сонячного випромінювання для випробовувань фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії.	9
<i>Гінзбург М. Д.</i> Термінологічні проблеми маркування енергоощадних та надійних джерел світла.	12
<i>Шендеровський В.А., Рокіцький О.М.</i> Іван Пулюй (1845-1918). Світлотехнічні дослідження.	14
<i>Добровольський Ю.Г., Шабашкевич Б.Г.</i> Прилади НВФ „ТЕНЗОР” для метрологічних досліджень параметрів світлового середовища.	16
<i>Овчинников С.С., Полищук В.Н.</i> О подготовке кадров высшей квалификации в светотехнике. Состояние и перспективы.	16
 СЕКЦІЯ 1 ДЖЕРЕЛА СВІТЛА.	
<i>Карась В.И., Карась И.В., Загребельный И.А., Марков П.И., Назаренко Л.А., Подобинский В.О.</i> О пробое в коаксиальном волноводе атомарного газа низкого давления микроволновым излучением со стохастически прыгающей фазой.	18
<i>Алисов А.Ф., Артамошкин А.М., Голота В.И., Карась В.И., Карась И.В., Маньковский С.Н., Мирный В.И., Назаренко Л.А., Потапенко И.Ф., Таран Г.В.</i> Зависимость пороговой мощности пробоя от давления газа в различных режимах работы генератора СВЧ – излучения со скачками фазы.	19
<i>Мачехин Ю.П., Назаренко Л.А., Чурюмов Г.И., Васянович А.В., Одаренко Е.Н., Фролова Т.И., Старчевский Ю.Л., Экезли А.И., Иванцов В.П., Галстян С.Г.</i> Разработка безэлектродной серной лампы с СВЧ – накачкой.	20
<i>Галстян С.Г., Коротеев М.О., Старчевский Ю.Л., Мачехин Ю.П.</i> Тепловой режим для работы безэлектродной СВЧ - разрядной серной лампы.	21
<i>Мачехин Ю.П., Фролова Т.И., Грищенко Ю.А.</i> Исследование спектра излучения безэлектродной серной лампы.	23
<i>Мачехин Ю.П., Фролова Т.И., Грищенко Ю.А.</i> Исследование спектра излучения безэлектродной серной лампы.	25

<i>Горюнов В.А., Мордюк В.С., Молин В.Н., Тихонова Н.П.</i> <i>Зинченко Е.Ю. Теоретическое построение спектра люминесценции на</i> <i>основе дислокационно - зонной модели.</i>	26
<i>Цюпак Ю.А.</i> <i>Расчет максимальной внутренней эффективности светодиодов.</i>	31
<i>Кожушко Г.М., Иванов В.М., Басова Ю.О., Шпак С.В., Проценко В.М.</i> <i>Дослідження споживних властивостей компактных люмінесцентних</i> <i>ламп різних торговельних марок, присутніх на ринку України.</i>	34
<i>Литвиненко А.С., Полищук О.Ю., Гуракова Л.Д., Баландаева Л.Г.</i> <i>Источники света для световых приборов.</i>	37
<i>Колотюк А.П., Шевченко В.А. Моделювання світлових приладів на</i> <i>основі світлодіодів.</i>	37
<i>Романова Т.И., Носанов Н.И., Тимченко В.И. Светильник влагозащищенный</i> <i>со светоизлучающими диодами.</i>	39
<i>Носанов Н.И., Тимченко В.И., Романова Т.И. Лампа на основі над'яскравих</i> <i>світлодіодів комбінована.</i>	41
<i>Носанов Н.И., Тимченко В.И., Романова Т.И. Исследование перспектив</i> <i>применения светодиодных ламп в жилищно-коммунальном хозяйстве</i> <i>г. Донецка.</i>	43
<i>Рой Ю.В., Полищук В.М. Вдосконалення систем живлення розрядних ламп</i> <i>високого тиску.</i>	43
<i>Кожушко Г.М., Гусаченко Л.В., Кислиця С.Г. Ультрафіолетові джерела</i> <i>випромінювання на ринку України: сучасний стан та оцінка перспективи</i> <i>щодо розширення сфер їх використання.</i>	46
<i>Шепілко Є.В. Електронні пускорегулюючі апарати та прості способи</i> <i>подавлення електромагнітних завад, що вони створюють.</i>	48
<i>Шпачук В.П., Жуков В.Ф. Расчет механической части конструкции</i> <i>светильников.</i>	49
<i>Цюпак Ю.А. Полноохватная твердотельная оптическая система прожектора</i> <i>кругового излучения.</i>	52
<i>Ракутько С.А. Прикладная теория энергосбережения и оценка энергоемкости</i> <i>облучения растений.</i>	53

<i>Овчинников С.С., Таряник М.М., Серобаба А.А. Исследование пороговых характеристик зрения в осветительных установках с различными типами ламп.</i>	<i>55</i>
--	-----------

<i>Рой Ю.В., Рой В.Ф. Забезпечення вибухобезпечності освітлювальних установок.</i>	<i>56</i>
--	-----------

<i>Приказчик С.П. Светодиодные системы освещения.</i>	<i>59</i>
---	-----------

<i>Васильева Ю.О., Ляшенко Е.Н. Особенности искусственного освещения при подводной фотосъемке.</i>	<i>60</i>
--	-----------

СЕКЦИЯ 2

<i>ДІАГНОСТИКА І ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ.</i>	<i>62</i>
--	------------------

<i>Назаренко Л.А., Гур'єв М.В., Андрос С.П., Полевой В.І. Державний первинний еталон спектральних коефіцієнтів спрямованого пропускання, дзеркального та дифузного відбиття в діапазоні довжин хвиль від 0,2 мкм до 25 мкм.</i>	<i>63</i>
---	-----------

<i>Татьянко Д.Н. Фотодетекторы для прецизионного измерения мощности излучения светодиодов.</i>	<i>65</i>
--	-----------

<i>Степура В.І. Періодичний контроль сили світла бічних вогнів ШЗПС.</i>	<i>68</i>
--	-----------

<i>Декуша Л.В., Воробьев Л.И., Шаповалов В.И., Гайдучек А.В. Комплекс приборов для определения коэффициента затенения светопрозрачных конструкций.</i>	<i>69</i>
--	-----------

<i>Осадца Я.М., Рінецький Р.Й. Матричні перетворювачі світла з цифровим представленням сигналу.</i>	<i>69</i>
---	-----------

<i>Андрійчук В.А., Костик Л.М. Розрахунок інтегральних характеристик світлового поля, створеного опромінювачем з несиметричним світловим розподілом.</i>	<i>71</i>
--	-----------

<i>Литвиненко А.С., Тимофеев Е.П. Использование трап - детекторов для высокоточных измерений.</i>	<i>73</i>
---	-----------

<i>Шин О.Г., Андрійчук В.А. Особливості фотометрії світлодіодів.</i>	<i>73</i>
--	-----------

<i>Степура В.І. Обробка зображень ССА отриманих під час обльоту.</i>	<i>75</i>
--	-----------

<i>Кошик О.Б.</i> Аналіз методів моделювання кривих світлорозподілу світлодіодних джерел світла.	77
<i>Гуракова Л.Д., Миренский И.Г.</i> Перспективы применения светодиодов в жилищно-коммунальном хозяйстве городов.	78
<i>Кокодий Н. Г., Мунтян К.И., Тимофеев Е.П.</i> Исследование систематической погрешности электрической калибровки калориметрического первичного измерительного преобразователя.	80
<i>Тимофеев Е.П.</i> Разработка и исследование аппаратуры для светотехнических измерений.	82
<i>Квач Ю.М.</i> Моделювання відбитого світла від криволінійних поверхонь. ...	85
<i>Яремич Т.І.</i> Лабораторний комплекс для вивчення дисципліни „Світлотехнічні установки та системи”.	86
<i>Герасименко Ю.Т., Козут П.П., Степура В.И., Шевченко В.А.</i> Способы оценки качества сформированных водяных знаков в процессе изготовления ценных бумаг.	87
<i>Оганесян А.С.</i> Проблемы светотехнического измерения угловых отклонений рулевых поверхностей самолета и методы их решения.	89
<i>Полищук О.Ю., Петченко Г.А.</i> Опыт использования переносного распределительного фотометра на базе теодолита для аттестационных испытаний светильников внутреннего и наружного освещения.	91
<i>Балабан В.М., Грищенко Л.В., Расчектаева А.І., Тимофеев Є.П.</i> Підсумки модернізації державного первинного еталона одиниці потужності слабких імпульсних світлових потоків випромінювання.	92
<i>Назаренко Л.А., Гоц Н.Є.</i> Приймачі інфрачервоного випромінювання: розвиток та перспективи.	94
<i>Зубков Д.П.</i> Рекомендации МКО 127: 2007 «Измерения светодиодов».	96
<i>Лутай О.В., Приказчик С.П., Овчинников С.С., Полищук В.Н.</i> Исследование КСС методом цифровой фотографии фокального пятна.	98
<i>Таряник М.М.</i> Уточнение параметров амплитудно-частотной характеристики зрительного анализатора.	99

<i>Сіробаба О.О.</i> Комплексний підхід до оцінки ефективності заміни ламп розжарювання на КЛЛ із вбудованим ЕПРА.	100
---	-----

СЕКЦІЯ 3

ОСВІТЛЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ	102
--------------------------------------	-----

<i>Салтыков В.А.</i> Совершенствование наружного освещения городов.	103
--	-----

<i>Назаренко Л.А., Литвиненко А.С., Борщев В.Н., Листратенко А.М., Костышин Я.Я., Старченко А.П., Житный В.Н.</i> Перспективы использования светодиодных источников света в коммунальном хозяйстве городов.	105
--	-----

<i>Абрамова Л.В., Железникова О.Е.</i> Психофизиологическая оценка условий освещения светоизлучающими диодами.	105
---	-----

<i>Гвозденко Л.А., Тихонова Н.С., Чередниченко И.Н., Беседа А.Ю., Иоффе К.И.</i> Влияние энергосберегающих систем освещения на формирование физиологических реакций человека.	108
--	-----

<i>Зеленков И.А., Тимошенко И.Н.</i> Использование модели динамического освещения при проектировании подсветки архитектурных объектов.	111
---	-----

<i>Горюнов В.А., Мордюк В.С., Свешиников В.К., Амелькина С. А., Молин В.Н., Тихонова Н.П., Буряк В.В., Зинченко Е.Ю., Иванов О.Ю.</i> Компьютерное моделирование физических процессов в исследованиях и учебных занятиях по светотехнике и смежным дисциплинам.	112
--	-----

<i>Данилкович А.Г., Калашник О.В., Жигоцький О.Г.</i> Вплив ультрафіолетового опромінювання на показники фізико-механічних властивостей шкірної тканини хутрового кроля.	117
---	-----

<i>Липовецький В.Р., Липовецький М.</i> Нормалізація рівня освітленості – основа керованих світлотехнічних систем.	117
---	-----

<i>Зеленков І.А., Вакула Н.О.</i> Методика створення концепції комфортного світлового середовища міста.	119
--	-----

<i>Иоффе К.И.</i> О целесообразности создания новой системы эффективных «циркадных» величин.	121
---	-----

<i>Сапрыка А.В.</i> Повышение надежности осветительных комплексов на базе качества электроэнергии.	122
---	-----

<i>Лесная О.И.</i> Проблемы светового дизайна и возможности их решения.	125
--	-----

<i>Крижановская Н.Я., Вотинов М.А.</i> Анализ архитектурно - художественного формирования цветоцветовой среды пл. Свободы в г. Харькове.	126
<i>Мисюк Ю.П.</i> Світловий дизайн міського середовища.	129
<i>Воротилова Е.С.</i> Современные проблемы архитектурного и художественного освещения.	130
<i>Лутай О.В., Овчинников С.С.</i> Методика оценки цветовых сдвигов в интерьерах.	130
<i>Серіков Я.О., Оробінська К.Є.</i> Методика проектування системи штучного освітлення виробничого приміщення розподільного пристрою тягової підстанції.	131

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ІМІТАЦІЇ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ
СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Горбань А.П., Костильов В.П., Черненко В.В.

*Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є.Лашкарєва НАН України,
Центр випробувань ФП та БФ, м. Київ, пр. Науки, 45, e-mail: kost@isp.kiev.ua*

Андрос С.П., Назаренко Л.А.

ІНЦ „Інститут метрології”

ул. Мироносицька, 42, Харків-61002, Україна, тел.: (+38057) 704-97-50

Останнім часом спостерігається значне посилення інтересу дослідників і розробників до проблем прямого перетворення енергії Сонця в електричну енергію, насамперед за допомогою фотоелектричних перетворювачів (ФП). Ця обставина обумовлена нагальною потребою пошуку альтернативних, екологічно чистих, поновлюваних джерел енергії, здатних замінити традиційні джерела енергії, а також широким використанням фотоелектричних сонячних батарей (СБ) для енергозабезпечення космічних літальних апаратів. В більшості промислово розвинених країн світу в останні три роки відбувається інтенсивне (~40%) щорічне нарощування фотоенергетичних потужностей.

Потреба в розвитку сонячної енергетики є особливо актуальною для України у зв'язку з несприятливими екологічними умовами, відсутністю достатніх запасів нафти та газу і, в той же час, сприятливими для використання сонячних фотоелектричних установок кліматичними умовами, а також наявністю потужних напівпровідникових металургійних заводів та підприємств електронної і радіоелектронної галузей. З іншого боку, Україна, як космічна держава, має потребу самостійно розробляти і створювати фотоелектричні установки для космічних апаратів.

Зазначені обставини роблять винятково актуальною задачу метрологічного забезпечення робіт при проведенні фототехнічних випробувань ФП сонячної енергії, модулів и батарей космічного і наземного застосування, які розробляються в Україні та закуповуються за кордоном, в тому числі й з ціллю їх сертифікації.

Слід зазначити, що метрологічна атестація ФП сонячної енергії являє собою складну комплексну проблему, для розв'язку якої необхідно забезпечити:

1. Розроблення метрологічних вимог і стандартизацію умов атестації (калібрування) і випробувань сонячних елементів (ФЕП), модулів і батарей космічного і наземного використання з урахуванням міжнародних і європейських стандартів, у тому числі з метою підвищення конкурентноздатності української продукції на міжнародних ринках.
2. Розроблення і створення комплексу засобів метрологічного забезпечення вимірів з високою точністю параметрів ФП сонячної енергії щодо сонячного випромінювання в умовах АМ 0 і АМ 1,5.

3. Розроблення методів вимірів параметрів ФП і СБ і апаратних засобів для їхньої реалізації.

Перший з названих напрямків пов'язаний з розробленням стандартів, методик та іншої нормативної документації на проведення випробувань. Перший з названих напрямків пов'язаний з розробленням стандартів, методик та іншої нормативної документації на проведення випробувань. На теперішній час в Україні діє тільки два стандарти, на відміну від економічно розвинених західних країн, де чинними в галузі фотоелектричних вимірів є більше 18 стандартів міжнародної електротехнічної комісії (IEC), крім того, існує ще декілька десятків стандартів ASTM, IEEE, UC.

Другий названий напрямок пов'язаний, насамперед, з розробленням спеціалізованих світлотехнічних пристроїв (джерел світла) - високоякісних імітаторів сонячного випромінювання, що найбільш точно відтворюють його стандартні параметри: густину, однорідність і стабільність потоку, спектральний і кутовий розподіл енергії Сонця в космічних (AM0) і наземних (AM1,5) умовах.

Джерелом випромінювання більшості імітаторів позаатмосферного (AM0) Сонця є ксенонова лампа високого тиску з короткою дугою (неперервні імітатори), або з довгою дугою (імпульсні імітатори). Спектр ксенонової лампи коригується інтерференційними світлофільтрами. Імітування наземного (AM1,5) Сонця є ще більш складною задачею. Складність полягає в тому, що інтенсивність та спектр сонячного випромінювання на поверхні Землі має складний характер, що залежить від великої кількості факторів: висоти Сонця над горизонтом, висоти місцевості над рівнем моря, а також стану атмосфери. Висота Сонця над горизонтом визначає оптичну довжину шляху променів в атмосфері і характеризується атмосферною масою, яка дорівнює $m = 1$ при нормальному падінні ($\alpha = 90^\circ$, умови AM1), $m = 1,5$ ($\alpha = 49^\circ$, умови AM1,5), $m = 2$ ($\alpha = 30^\circ$, умови AM2). Проходячи крізь атмосферу, сонячне випромінювання селективно поглинається водяною парою, озоном, вуглекислим газом, киснем та ін., а також розсіюється на аерозолях та молекулах газів (релеєвське розсіяння). Внаслідок цього інтенсивність та спектр сонячних натурних умов суттєво відрізняється від стандартних наземних умов, за які прийнято деякі середні умови AM1,5.

Спектральний склад випромінювання імітаторів наземного Сонця ще в більшій мірі відрізняється від стандартного спектру AM 1,5. Крім того, такі прилади є дуже складними та дорогими навіть для випробувань окремих ФП. Задовольнити вказані вимоги у випадку фотоенергетичних випробувань модулів і батарей ФП, особливо забезпечити прийнятну однорідність потоку на площі, що відповідає габаритним розмірам модуля або СБ, надзвичайно складно. Тому на практиці широке розповсюдження мають імітатори Сонця на основі вольфрамових ламп розжарення. Такі імітатори стабільні, прості, зручні в використанні, мають невисоку вартість. Проте спектральний склад їхнього випромінювання істотно відрізняється від стандартних спектрів AM0 і AM1,5,

що може приводити до значних похибок у визначенні фотоенергетичних параметрів ФП і БФ.

В ІФН ім. В.Є. Лашкарьова НАН України розроблена автоматизована установка вимірювання фотоенергетичних параметрів ФП і СБ з імітатором неперервної дії на основі галогенових вольфрамових ламп розжарення. Задовільні метрологічні характеристики на цих імітаторах вдалося отримати за допомогою використання спеціально розроблених еталонних ФП і методики. Це дало можливість врахувати і зменшити похибки вимірювань, пов'язані з недостатньою спектральною корекцією світла для стандартних умов освітлення АМ0 або АМ1,5

Тому задача розроблення і метрологічної атестації еталонних ФП, виготовлених на основі різних матеріалів (Si, GaAs, багатоперехідні ФП і інш.) є дуже актуальною.

Слід зазначити, що зараз все більш широкого застосування набувають імпульсні системи вимірювання фотоенергетичних параметрів ФП і СБ наземного призначення, які визначені міжнародними стандартами ІЕС-904-9 і ІЕС-1215 в якості основних при проведенні випробувань.

Порівняно з імітаторами неперервної дії на основі ксенонових дугових ламп і галогенових ламп розжарення, імітатори на основі імпульсних ксенонових ламп-спалахів мають ряд суттєвих переваг. Основні з них наступні: спектр випромінювання таких ламп найбільш близько відповідає сонячному, за їх допомогою простіше отримати рівень енергетичної освітленості, що відповідає стандартним умовам АМ0 (1360 Вт/м^2) і АМ1,5 (1000 Вт/м^2) і забезпечити рівень однорідності просторового і часового розподілу енергетичної освітленості $\pm 2\%$, який відповідає вимогам міжнародного стандарту ІЕС-904-9 для імітаторів класу А, практично відсутнє нагрівання об'єкта випробувань (ФП або СБ) і самого імітатора, оскільки час спалаху триває декілька мілісекунд.

Разом з тим, імпульсні системи потребують розробки швидкодіючих систем реєстрації вихідних параметрів ФП і СБ, а також швидкодіючих спектрометрів для реєстрації спектрів випромінювання імпульсних ламп.

В ІФН ім. В.Є.Лашкарьова НАН України, розроблена автоматизована система вимірювання фотоенергетичних параметрів СБ з імітатором на основі імпульсної ксенонової лампи-спалаху, яка відповідає вимогам наведених вище стандартів. Система призначена для перевірки працездатності і визначення фотоенергетичних параметрів СБ встановленою потужністю до 320 Вт на різних етапах їх виготовлення і штатної експлуатації. В даний час в завершальній стадії знаходиться розроблення програми метрологічної атестації на неї.

Щодо третього названого напрямку можна сказати, що цілий ряд наукових, технічних та технологічних проблем, пов'язаних з ним, в Україні практично не вирішений. Зокрема, в Україні на теперішній час існує лише дві лабораторії – в Інституті фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України (ІФН) та в Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є.

Жуковського “ХАІ” (м. Харків), де були створені і на належному рівні атестовані метрологічні бази, які дозволяють кваліфіковано вимірювати ефективність ФП і зібраних на їх основі СБ в стандартних умовах.

В ІФН створений в 2002 р. єдиний в Україні атестований Державним комітетом України з питань технічного регулювання та споживчої політики Центр випробувань фотоперетворювачів та батарей фотоелектричних. Основою Центру є комплекс сертифікації ФП, фотоелектричних модулів і СБ, в склад якого входять автоматизовані вимірювальні установки: установка для визначення відносної спектральної характеристики фотоперетворювачів (УВВСХ), установка фототехнічних випробувань ФП (УФВ), установка для електричних і фототехнічних випробувань СБ (УЕФВ) і згадувана вище імпульсна система вимірювання фотоенергетичних параметрів СБ.

Всі зазначені установки і еталонні перетворювачі атестовані та повіряються в ННЦ «Інститут метрології».

УДК 628.94

ТЕРМІНОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МАРКУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТА НАДІЙНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Гінзбург М.Д., д.т.н., проф., акад. УНГА

*Харківський територіальний центр НВЦ «Техдіагаз»,
м. Харків, вул. Конєва, 16, МСП, 61004, тел. (057) 730-57-80,
E-mail: ginzburg@itransgaz.com*

Надано та обґрунтовано пропозиції щодо термінології розроблюваного технічного регламенту.

Середньостатистичний мешканець нашої держави і сьогодні споживає енергії в 2-3 рази більше, ніж у розвинутих європейських країнах, а штучне освітлення становить понад 15 % у глобальному споживанні енергії. Зважаючи на це впровадження енергоощадних та надійних джерел світла замість традиційних енерговитратних ламп розжарювання є для України вельми актуальним завданням.

Для того щоб запровадити європейську практику енергозаощаджування в Україні та підвищити конкурентоспроможність вітчизняних ламп на внутрішньому та зовнішньому ринках, розпочали розробляти технічний регламент щодо маркування споживання електроенергії побутовими електричними лампами, який ґрунтується на директиві Євросоюзу 98/11/ЕС від 27.01.1998. Для впровадження технічного регламенту вже є п'ять гармонізованих національних стандартів ДСТУ ІЕС 60064-2001; ДСТУ ІЕС 60081-2001; ДСТУ ІЕС 60901:2001; ДСТУ 4270:2003; ДСТУ 4170:2003, що визначають методи вимірювання параметрів для конкретних категорій ламп.

Але порівнюючи тексти цих стандартів, можна побачити термінологічні розбіжності, які не сприяють їхньому ефективному спільному використанню,

особливо щодо засадничої величини в марковані, яку англійською подано як *life*. У ДСТУ ІЕС 60064-2001 та ДСТУ ІЕС 60810:2004 цю величину подано як **тривалість світіння**, у ДСТУ ІЕС 60064-2001 – як **тривалість свічення**, у ДСТУ 4170:2003– як **тривалість горіння**. У ДСТУ 4270:2003 та в ДСТУ ІЕС 60810:2004 як синонім вжито термін **строк служби**. Зазначені стандарти, а також маркування конкретних виробників містять також інші термінологічні розбіжності.

Мета цієї доповіді – привернути увагу фахівців до цих розбіжностей і надати пропозиції щодо їхнього подолання у розроблюваному технічному регламенті.

1. Доведено, що вживані в колишньому СРСР стосовно ламп розжарювання російські терміни *срок службы* та *продолжительность горения* не відповідають позначеним ними поняттям і суперечать не тільки сучасній українській, а й навіть прийнятій на той час в колишньому СРСР загальнотехнічній термінології.

1). Згідно з ГОСТ 27.002-89 в галузі надійності техніки чітко розрізняють:

- ✓ (технічний) **ресурс** (англ. *useful life, life*) — сумарний наробіток об'єкта від початку його експлуатування чи поновлення після ремонту до переходу в граничний стан;
- ✓ **строк служби** (англ. *useful lifetime, lifetime*) — календарна тривалість експлуатування об'єкта від початку його експлуатування чи поновлення після ремонту до переходу в граничний стан.

Отже, строк служби лампи перевищує її ресурс на сумарний проміжок часу протягом періоду експлуатування, коли лампу вимкнено (вона не світить). Через це для користувача суттєвим є саме ресурс лампи, тобто сумарна тривалість її світіння. Зважаючи на це вжитий термін **строк служби** та похідні від нього треба замінити на **ресурс**.

2). Процес **горіння** дійсно відбувався в перших створених людством джерелах світла (свічці; олійній, гасовій, газовій, карбідній лампах тощо). Світіння електричних джерел ґрунтуються на інших фізичних процесах, пов'язаних з протіканням електричного струму через тіло розжарювання або через газ між двома електродами. Жоден з цих процесів не можна називати горінням.

3). Оптика вивчає явища, пов'язані зі світлом, і тому переважна більшість назв фізичних величин в оптиці походять від терміна **світло**, наприклад, **сила світла**, **освітлення**, **світловий потік**, **світлова енергія**, **світність**, **освітленість** тощо. Але в оптиці немає жодної фізичної величини, назва якої була б пов'язана з горінням. Тому правильно казати, що лампа – це **джерело світла**, а не **джерело горіння**.

2. У згармонізованих стандартах як відповідник англійського *rated* використано багатозначний український прикметник **номінальний**. Точніше його перекласти як **задекларований**. Тоді українським відповідником англійського терміна *average rated life* є **задекларований середній ресурс**.

3. Конкретизуючи поняття **ресурс** стосовно лампи, треба зважати на її призначеність **світити**. Від цього дієслова за нормами української мови можна

утворити два тотожні за сенсом віддієслівні іменники: **світіння** та **свічення**. Для однозначної відповідності терміна поняттю треба обрати один з них. У технічному регламенті, на нашу думку, треба надати перевагу першому, як поширенішому і милозвучнішому. Тому як синонім терміна **ресурс** можна рекомендувати термін **тривалість світіння**.

4. У директиві 98/11/ЕС є два різні англійські терміни: **energy labelling of household lamps** (у назві) та **label** (у тексті). Перший позначає процес – **маркування**, другий – результат, тобто **маркування**. Ужиті в директиві 98/11/ЕС терміни **individual packaging** та **packaging** позначають предмет (засіб, у який запаковано) – результат процесу **пакування**, тому ці терміни треба українською перекладати термінами **індивідуальне пакування** та **пакування**.

5. Англійський термін **UV-radiance** треба перекладати як **УФ-проміння**, а не **УФ-випромінення**, розрізняючи таким чином наслідок – електромагнітні хвилі, які випромінюють лампи, від незавершеного процесу (**випромінювання**) та завершеного процесу (**випромінення**).

6. Українськими відповідниками англійських технічних термінів **energy saving** та **energy efficiency** є **енергоощадність** та **енергоефективність**.

7. Широковживаний термін **енергозбереження** є **хибним**, оскільки для **збереження** енергії не треба докладати жодних зусиль – у природі діє фундаментальний закон **збереження** та перетворення енергії (*англ.* energy conservation law), згідно з яким за будь-яких фізичних взаємодій енергія не створюється і не зникає, а лише перетворюється з однієї форми в іншу.

8. Сучасні лампи правильно називати **енергоощадними**, а не **енергозберігаючими** або **енергоощадливими**, бо в будь-якій традиційній енерговитратній лампі розжарювання діє закон збереження енергії, а **енергоощадливим** може бути окремий виробник, господар, працівник або трудовий колектив.

Висновки.

Ефективно розробити та впровадити в Україні технічний регламент щодо маркування споживання електроенергії побутовими електричними лампами можливо лише за умов уживання правильної української термінології та внесення відповідних змін у гармонізовані національні стандарти, потрібні для підтвердження відповідності його вимогам.

ІВАН ПУЛЮЙ (1845-1918). СВІЛОТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Шендеровський В.А., д.т.н., проф., Рокіцький О.М.

Інститут фізики НАН України

т. 8 (044) 5250777, факс: 8 (044) 5255574, E-mail: schender@iop.kiev.ua

Систематичну діяльність на цій ниві І. Пулюй розпочав з дослідження деяких процесів у електричних лампах розжарювання з метою їх вдосконалення. І не дивно, адже ідея масового електричного освітлення була на цей час надзвичайно популярною і актуальною. Цій тематиці присвячені дві

його статті, опубліковані в 1883 та 1885 роках у Віденському журналі “Zeitschrift für Elektrotechnik”.

Маючи за плечима сильну наукову школу експериментальної фізики проф. А. Кундта та майже десять років науково-дослідницької роботи у фізичних лабораторіях проф. В. Лянга, І. Пуллой підходить до розв’язання існуючої проблеми насамперед як фізик. Це видно вже з першої із згаданих публікацій під назвою “Про електричні розряди в лампах розжарювання із застосуванням струмів високої напруги”[1], яка фактично стала продовженням багаторічної попередньої праці по вивченню електричних розрядів у розріджених газах. У ній автор описує спостережуване жеврійне світіння між платиновими електродами, що утримують вугляну підковоподібну нитку розжарювання, з’ясовує його природу, досліджує вплив на тривалість роботи лампи.

Робота містить багато надзвичайно цікавих наукових спостережень, припущень і тверджень, що були важливими на той час для пізнання суті електричних явищ у вакуумі. Про вагомість цих тверджень можна судити з того, що в цьому ж 1883 році І. Пуллой видав монографію “Промениста електродна матерія і так званий четвертий агрегатний стан”[2], яка була зібранням усіх його попередніх публікацій на згадану тему. Зважаючи на велику зацікавленість цими працями в наукових колах, Лондонське фізичне товариство у 1889 році перевидає її в англomовному перекладі окремим томом серії “Physikal Memoirs”, котра присвячена найважливішим фізичним дослідженням світового рівня. Ці праці стали фундаментальними у дослідженні природи і властивостей катодних променів, а, отже, знаковими для епохальних відкриттів Х-променів та електрона.

Як бачимо, зацікавленість І. Пуллой проблемами світлотехніки була тісно пов’язана з його попередніми науковими дослідженнями. Саме це, а також поєднання неординарних експериментальних здібностей з вмінням проаналізувати фізичну суть спостережуваних явищ дозволило йому в короткому часі суттєво покращити робочі параметри освітлювальних ламп розжарювання конструкції Едісона.

Вищезгаданими працями Пуллой привернув до себе увагу відомих промисловців, і вже наприкінці 1883 року його запрошують на посаду консультанта всесвітньо відомої фабрики зброї в австрійському місті Штайр, де згодом він організовує і очолює виробництво освітлювальних ламп розжарювання власної конструкції, що в скорому часі послужило запрошенню вченого на посаду професора кафедри експериментальної і технічної фізики в Німецькій політехніці у Празі.

З тих пір і до останніх років його життя пов’язане з електротехнікою.

Література

1. Ueber elektrische Entladungen in den Glühlampen bei Anwendung hochgespannter Ströme// Zeitschrift für Elektrotechnik.- 1883.- S. 30-33 [270-273].
2. Strahlende Elektroden-Materie end der sogenannte vierte Aggregatzustand.- Wien: Karl Gerolds Sohn, 1883.- S. 86 [180-247].

***ПРИЛАДИ НВФ «ТЕНЗОР» ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА***

Добровольський Ю.Г., к.т.н., Шабашкевич Б.Г.

*ТОВ Науково-виробнича фірма «Тензор»,
58013, м. Чернівці, вул. Червоноармійська, 226,
т.(0372) 57-50-52, E-mail: td_tenzor@mail.ru*

Розроблено комплекс засобів вимірювальної техніки для вимірювання параметрів світлового середовища, які за своїми метрологічними характеристиками відповідають вимогам діючої нормативної документації, а також комплекс метрологічного обладнання для атестації та періодичної перевірки розроблених приладів.

***О ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В
СВЕТОТЕХНИКЕ. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ***

Овчинников С.С., д.т.н., проф., Полищук В.Н., к.т.н., доц.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12, тел 707-33-38*

О работе специализированных советов по защите диссертаций по специальности 05.09.07 – светотехника и источники света.

В докладе проведен анализ подготовки кадров высшей квалификации по материалам специализированного ученого совета Д 64.086.02 по специальности светотехника и источники света в Харьковской национальной академии городского хозяйства за последние 10 лет.

Центрами подготовки докторантов и аспирантов, по названной специальности, являются: кафедра светотехники и источников света Харьковской национальной академии городского хозяйства, при которой работает специализированный совет по защите докторских диссертаций, кафедра светотехники Тернопольского государственного технического университета им. И. Пулюя, где создан совет по защите кандидатских диссертаций и Национальный авиационный университет (г. Киев). Отмечается, что за последние 10 лет защищено 3 докторских диссертации по специальности 05.09.07 - светотехника и источники света.

Проведен анализ защищенных докторских и кандидатских диссертаций. Особенностью этих работ является расширение области исследования, которая ныне охватывает тематики от облучательных установок до особенностей физиологии зрительных восприятий и психофизиологического воздействия

излучения. Работы, в основном, имеют практическую направленность и носят экспериментальный характер. Накопленный материал и опыт позволяет приступить к глубокому теоретическому анализу, обобщению и продвинуться в область фундаментальных исследований в светотехнике.

Предлагается к обсуждению вопрос о направлениях дальнейших диссертационных исследований.

СЕКЦІЯ 1
ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

**О ПРОБОЕ В КОАКСИАЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ АТОМАРНОГО ГАЗА
НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ СО
СТОХАСТИЧЕСКИ ПРЫГАЮЩЕЙ ФАЗОЙ**

**Карась В.И., д.ф.-м.н., проф., Карась И.В., к.ф.-м.н., Загребельный И.А.,
Марков П.И., к.ф.-м.н., Подобинский В.О., к.ф.-м.н.**

*Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
Национальная академия наук Украины, ул. Академическая, 1, Харьков,
61108, Украина, +380577001146, karas@kipt.kharkov.ua*

Назаренко Л.А., д.т.н., проф.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков,
ул. Революции, 12, 61002, Украина, +380577073115,
Lnazarenko@ksame.kharkov.ua*

В теоретико-экспериментальных исследованиях ранее было показано, что в отличие от регулярного сигнала для микроволнового излучения со стохастическими скачками фазы минимальная пробойная мощность слабо зависит от давления рабочего газа при его уменьшении от оптимального значения. Для проведения дальнейших численных сравнений с экспериментальными исследованиями по пробое смеси газов микроволновым излучением со стохастическими скачками фазы проведены теоретические исследования дисперсионных свойств созданного коаксиального волновода и бесстолкновительного набора энергии электронами в микроволновом излучении со стохастическими скачками фазы и ионизации газа.

**ЗАВИСИМОСТЬ ПОРОГОВОЙ МОЩНОСТИ ПРОБОЯ ОТ ДАВЛЕНИЯ
ГАЗА В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА
СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ СО СКАЧКАМИ ФАЗЫ**

**Алисов А.Ф., Артамошкин А.М., к.ф.-м.н., Голота В.И., к.ф.-м.н.,
Карась В.И., д.ф.-м.н., проф., Карась И.В., к.ф.-м.н., Маньковский С.Н.,
Мирный В.И., к.ф.-м.н., Таран Г.В., к.т.н.**

*Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
Национальная академия наук Украины, ул. Академическая, 1, Харьков,
61108, Украина, +380577001146, karas@kipt.kharkov.ua*

Назаренко Л.А., д.т.н. проф.

Харьковская национальная академия городского хозяйства,

Потапенко И.Ф., д.ф.-м.н.

*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, пл. Миусская, 4,
125047, Москва, Российская Федерация, +74952507821, irina@KELDYSH.ru*

В докладе приведены результаты экспериментальных исследований пробоя в разреженном газе импульсным микроволновым излучением со стохастическими скачками фазы (МВИССФ) в различных режимах работы пучково-плазменного генератора. Ранее было показано, что в МВИССФ эффективно осуществляется ускорение заряженных частиц и нагрев плазмы. Напомним, что при этом происходит обмен энергией между МВИССФ и заряженными частицами, несмотря на отсутствие парных соударений или синхронизма в движении частиц и распространении электромагнитных полей. Роль частоты парных соударений при этом играют случайные скачки фаз МВИССФ, а приобретаемая частицей средняя за период энергия пропорциональна частоте скачков фазы. В работах установлено, что аномальное поведение: коэффициента проникновения таких электромагнитных волн, условий пробоя ими газа, поддержания СВЧ-газового разряда и бесстолкновительного нагрева электронов связаны с прыжками фазы.

РАЗРАБОТКА БЕЗЭЛЕКТРОДНОЙ СЕРНОЙ ЛАМПЫ С СВЧ-НАКАЧКОЙ

**Мачехин Ю.П., д.т.н., проф., Чурюмов Г.И., д.ф.-м.н.,
Васянович А.В., к.ф.-м.н., Одаренко Е.Н., к.ф.-м.н., Фролова Т.И., к.ф.-м.н.,
Старчевский Ю.Л., к.ф.-м.н., Экезли А.И., Иванцов В.П., Галстян С.Г.**

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Физических основ электронной техники
тел. 7021057

Назаренко Л.А., д.т.н., проф.
Харьковская национальная академия городского хозяйства

Рассматриваются наиболее важные этапы реализации проекта по разработке безэлектродных серных ламп с СВЧ-накачкой. Приведены задачи, которые предполагается решить во время выполнения проекта. Подобные источники света могут быть использованы для освещения городов, улиц, стадионов, залов, морских и аэропортов, цехов промышленных предприятий, других крупных объектов и транспортных средств.

Проблема экономии энергоресурсов в Украине стоит наиболее остро, поэтому существуют предпосылки для разработки, производства и внедрения современных источников освещения с улучшенными характеристиками. Источники света на основе безэлектродных серных ламп обладают повышенной светоотдачей, квазисолнечным спектром, высокой яркостью, долговечностью, являются экологически чистыми и поэтому обладают существенными преимуществами по сравнению с распространёнными лампами накаливания и люминесцентными лампами. Аналогичные исследования активно проводятся в России, США и других странах [1, 2]. В Украине подобные работы выполняются впервые.

Данная работа направлена на поэтапную разработку источников света на основе безэлектродной серной лампы с последующим внедрением в производство.

На первом этапе будет завершена разработка структурной схемы источника света, которая является сложным устройством, состоящим из следующих частей: электрического блока питания, генератора СВЧ-колебаний, СВЧ-тракта и стеклянной кварцевой колбы. На этом этапе также определяются технические требования к отдельным узлам устройства для обеспечения согласованной работы.

Второй этап предполагает разработку и изготовление отдельных блоков и узлов источника света и их экспериментальное исследование. Расчет конструктивных особенностей оптического излучателя. Разработку и улучшение технологии изготовления оптических элементов. На этом этапе планируется создание высоковольтного блока питания (до 6 кВ) для магнетронного генератора и исследование его характеристик. Магнетроны являются наиболее подходящими генераторами СВЧ-излучения с мощностью

порядка 1 кВт, с высоким КПД, более 65%, и могут работать как в непрерывном, так и в импульсном режимах.

Для выбора наиболее эффективного режима работы СВЧ-генератора предполагается создание СВЧ-тракта, позволяющего регулировать частоту и мощность СВЧ-накачки, поступающей в лампу.

Для обеспечения разряда в лампе требуются электрические поля порядка $10^5 - 10^6 \text{ В/см}$ [3], поэтому для снижения мощности накачки иногда используются резонаторы, увеличивающие поле в Q раз, где Q – добротность резонатора, которую можно определить экспериментально. В резонаторе также предусматриваются элементы крепления кварцевой колбы и возможность вывода оптического излучения, которое генерируется в результате газового разряда. Классический способ вывода света предполагает изготовление некоторых стенок резонатора из металлической сетки.

При изготовлении стеклянной колбы с газовым наполнением необходимо обеспечить необходимое давление и состав газовой смеси. В настоящее время накоплена обширная теоретическая и экспериментальная информация о явлениях электрического пробоя в СВЧ-полях, поэтому можно прогнозировать порядок величины электрического поля при известных параметрах холодной газовой смеси [3]. Предварительные эксперименты [4] показали, что световые характеристики ламп существенно зависят от давления газа внутри колбы, поэтому планируется изготовление колб с различным давлением и определение наиболее эффективных параметров газовой смеси.

На третьем этапе предполагается разработка методов и способов исследования оптических характеристик разработанных излучателей света. Необходимо отметить возможность изменения спектрального состава излучения путём изменения мощности СВЧ-накачки, поэтому будет подобрана соответствующая аппаратура для измерения спектра в диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного. Совместно с кафедрой светотехники и источников света Харьковской национальной академии городского хозяйства будут рассмотрены вопросы измерения энергетических характеристик излучения, таких как мощность и световой поток. Особый интерес представляет задача определения цветовой температуры и цветового восприятия безэлектродных СВЧ-разрядных ламп. Необходимо определить, какой режим работы ламп представляется наиболее благоприятным для человека.

Четвёртый заключительный этап работ заключается в создании опытного образца безэлектродной серной лампы с СВЧ-накачкой с учётом информации, полученной на предыдущих этапах. Исследование эксплуатационных характеристик источника света позволит выработать правила эксплуатации. Данные источники света планируется в первую очередь использовать в качестве уличного освещения, поэтому будут рассмотрены способы замены светильников фонарных столбов и исследование диаграммы направленности новых источников света.

Организовать выпуск опытной партии можно на Полтавском «заводе газоразрядных ламп», ООО «Львовском электроламповом заводе «Искра», а в дальнейшем и на других предприятиях Украины.

Реализация данного проекта позволяет решить проблему уличного освещения, разработать мощные, экономичные и конкурентоспособные источники света для освещения крупных объектов, создать дополнительные рабочие места и получить новую научную информацию, которая может быть использована для дальнейшего совершенствования источников света.

Литература

1. Гутцайт Э.М. Безэлектродные источники света, использующие электромагнитную энергию высоких и сверхвысоких частот // Радиотехника и электроника. – 2003. – Т. 48, № 1, С. 5–38.
2. Шлифер Э.Д. Безэлектродные СВЧ-разрядные источники света. Перспективы просматриваются // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2002. – № 3. – С. 52 – 55.
3. Мак-Дональд А. Сверхвысокочастотный пробой в газах. – М.: Мир, 1969. – 205 с.
4. Мачехин Ю.П., Г.И. Чурюмов, Е.Н. Одаренко, Т.И. Фролова, Ю.Л. Старчевский, А.И. Экзекли Безэлектродная серная лампа с СВЧ-накачкой // Светотехника и электроэнергетика. – 2008. – № 3 (15), С. 9–14.

УДК 621.385.12: 621.385.64: 621.385.8

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ДЛЯ РАБОТЫ БЕЗЭЛЕКТРОДНОЙ СВЧ-РАЗРЯДНОЙ СЕРНОЙ ЛАМПЫ

**Галстян С.Г., студ., Коротеев М.О., студ.,
Старчевский Ю.Л., к.ф.-м.н., доц., Мачехин Ю.П., д.т.н., проф.**
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Физических основ электронной техники
тел. 7021057

Исследованы физические процессы, приводящие к разрушению стеклянной колбы безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы в процессе эксплуатации. Построена математическая модель температурного поля на поверхности стеклянной колбы. Данные исследования направлены на определения условий, при которых можно увеличить долговечность работы лампы.

Проблема экономии энергоресурсов в Украине стоит наиболее остро, поэтому существуют предпосылки для разработки, производства и внедрения современных источников освещения с улучшенными характеристиками [1-3]. Источники света на основе безэлектродных серных ламп обладают повышенной светоотдачей, квазисолнечным спектром, высокой яркостью, долговечностью, являются экологически чистыми и поэтому обладают существенными преимуществами по сравнению с распространёнными лампами накаливания и люминесцентными лампами [4, 5].

Важной проблемой при работе безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы является то, что со временем оболочка (стеклянная колба, в которой находится неон с серой) разрушается. Возможные причины разрушения

закljučаются в большом перепаде температур и неравномерном нагреве. Также может оказать влияние на герметичность оболочки однородность стекла при его изготовлении и вакуумировании, когда происходит пережигание газоведущих трубок и образование пузырей. Высокая температура внутри стеклянной оболочки приводит к существенному изменению давления, а при многократном включении – к циклическим нагрузкам и тепловым ударам.

Цель данной работы состоит в исследовании теплового режима работы безэлектродной СВЧ-разрядной лампы.

Для определения наиболее приемлемого температурного режима работы безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы необходимо определить критическую мощность поглощения излучения серой в данной лампе. Это связано с тем, что разрушение стекла, из которого выполнена стеклянная колба, происходит при достижении на его поверхности температуры порядка 1000°С. Соответственно необходимо определить, при какой мощности поглощения излучения серой достигается такая температура на поверхности колбы. Исследование этого процесса возможно при помощи трёхмерного компьютерного моделирования, которое позволяет получить нестационарное температурное поле объекта.

Температурное поле объекта описывается нестационарным уравнением теплопроводности:

$$\Delta T(x, y, z, t) + \frac{q_v}{\lambda} = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial T(x, y, z, t)}{\partial t} \quad (1)$$

Уравнение (1) решается конечно-разностным итерационным численным методом. Математическая модель реализуется в среде Microsoft Visual Studio C++ под Windows, что обеспечивает максимально эффективное использование вычислительных ресурсов компьютера.

В результате работы определяется температурное поле на поверхности стеклянной колбы при заданных начальных и граничных условиях, и рассчитывается, при какой максимальной мощности поглощения серой, достигается на поверхности стеклянной колбы температура 1000°С. (рис.1 а,б). Предполагается, что в начальный момент времени температура распределена равномерно во всём объёме тела и составляет 300К. В результате расчётов установлено, что частицы серы не должны поглощать более 0,254 Вт/м3.

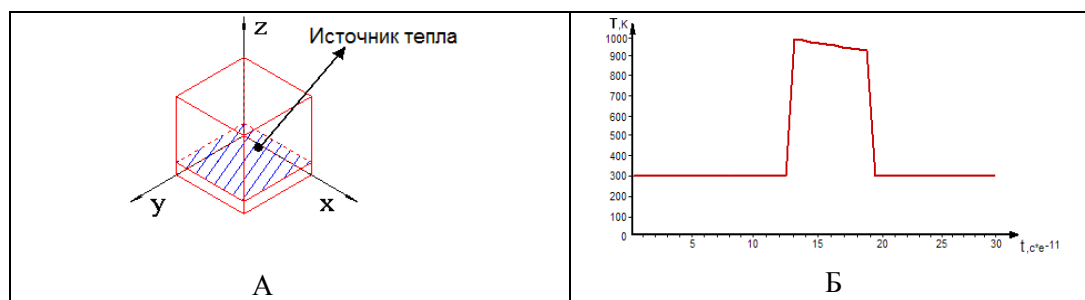


Рис.1. а) расположение источника тепла; б) распределение температур в исследуемом сечении

При выполнении данной работы исследованы физические процессы, приводящие к разрушению стеклянной колбы безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы в процессе эксплуатации.

Построена математическая модель температурного поля на поверхности стеклянной колбы.

Определена максимальная удельная мощность поглощения серой, для достижения на поверхности стеклянной колбы, из которой изготавливается оболочка безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы, температура 1000°C.

Полученные результаты позволяют определить мощность источника СВЧ-накачки, при котором разрушение стеклянной колбы вследствие действия локального перегрева будет исключено.

Литература

1. Гутцайт Э.М. Безэлектродные источники света, использующие электромагнитную энергию высоких и сверхвысоких частот // Радиотехника и электроника. – 2003. – Т. 48, № 1, С. 5–38.
2. Шлифер Э.Д. Безэлектродные СВЧ-разрядные источники света. Перспективы просматриваются // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2002. – № 3. – С. 52 – 55.
3. Галстян С.Г., Старчевский Ю.Л. Источник света на основе безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы // 12 Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке» – Харьков (Украина). – 2008. С. 319.
4. Галстян С.Г., Старчевский Ю.Л. Источник света на основе безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы // XXIX Міжнародна науково-практична конференція «Застосування лазерів у медицині та біології» – Харьков (Украина). – 2008. С.55
5. Мачехин Ю.П., Г.И. Чурюмов, Е.Н. Одаренко, Т.И. Фролова, Ю.Л. Старчевский, А.И. Экзекли Безэлектродная серная лампа с СВЧ-накачкой // Светотехника и электроэнергетика. – 2008. –№ 3 (15), С. 9–14.

УДК 621.385.12: 621.385.64: 621.385.8

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ БЕЗЭЛЕКТРОДНОЙ СЕРНОЙ ЛАМПЫ

Мачехин Ю.П., д.т.н., Фролова Т.И., к.ф.-м.н., Грищенко Ю.А., асп.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ФОЭТ, тел.(057) 702-14-84
E-mail: yuri_m49@mail.ru*

В настоящем докладе исследуются спектральные характеристики безэлектродной СВЧ-разрядной серной лампы, анализируются ее параметры цвета и цветности. Рассматривается возможность эффективного управления спектром излучения лампы путем изменения ее химических свойств.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ СПЕКТРА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ НА ОСНОВЕ ДИСЛОКАЦИОННО-ЗОННОЙ МОДЕЛИ

**Горюнов В.А., д.ф.-м.н., Мордюк В.С., д.т.н., Молин В.Н., к.ф.-м.н.,
Тихонова Н.П. к.ф.-м.н., Зинченко Е.Ю. асп.**

Мордовский госуниверситет, Саранск, Большевицкая, 68 а.

тел.: 47-79-57, E-mail: morvla@mail.ru

Развивается новое научно-прикладное направление с целью дальнейшего повышения световой отдачи люминесцентных ламп с учетом влияния структурных несовершенств люминофоров на интенсивность их люминесценции.

Введение. С учетом теории дислокаций [1] представления о процессах люминесценции требуют дальнейшего развития [2-4] с учетом влияния изменения ширины запрещенной зоны люминофоров на интенсивность свечения.

1. Физическая модель. В основе физической модели влияния дислокаций на спектр люминесценции лежит взаимодействие энергии квантов ультрафиолетового излучения с энергетикой переходов оптических электронов активаторных центров свечения, локализуемых в ширине запрещенной полосы в области напряжений вокруг дислокаций. В области дислокации изменяется ширина запрещенной полосы [4] - увеличивается со стороны напряжений растяжения и уменьшается вплоть до перекрытия валентной зоны с зоной проводимости со стороны сжатия (рис.1, А). Соответственно изменяются энергетические расстояния между стабильным (-) и возбужденным (~) уровнями оптических электронов активаторов, величины излучаемых квантов света и вероятности актов возбуждения и излучения в области дислокации (рис.1,Б), где кружочками моделируются атомы активаторов в зонах напряжений вокруг дислокации и вдали от нее соответственно. Правая часть (рис. 1 В) моделирует, как такие изменения влияют на характер спектральной полосы люминесценции.

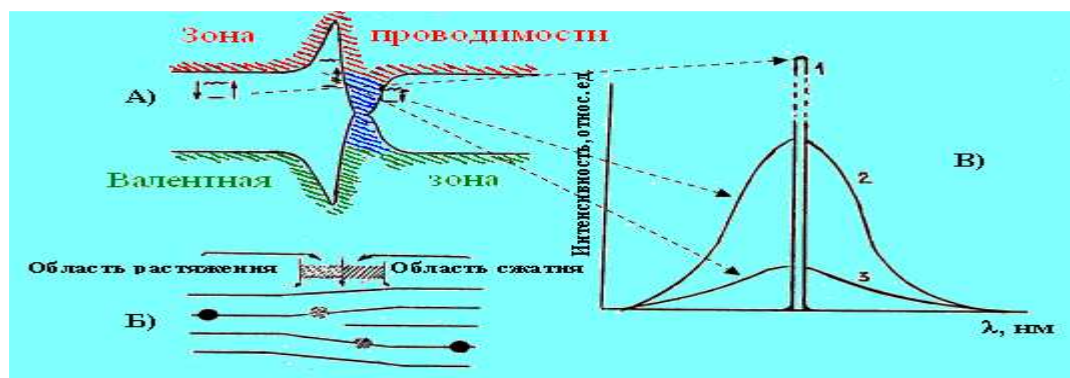


Рис.1. Взаимосвязь дислокационно-зонной структуры люминофора (А,Б) и характера изменения спектральной полосы люминесценции (В)

С увеличением ширины полосы в области напряжений растяжения увеличиваются величины излучаемых квантов, но одновременно уменьшаются вероятности актов рекомбинации, поскольку при постоянной энергии кванта ультрафиолета ему все труднее «доставать» удаляющийся верхний возбужденный уровень. Ситуация не является безнадёжной: отдельные налетающие кванты УФ-кванты «встречаются» с такими тепловыми колебаниями атомов активатора, энергии электронов которых окажется достаточной для необходимой «добавки» недостающей для возбуждения энергии. В областях сжатия решетки величины квантов будут постепенно уменьшаться с уменьшением расстояния до ядра дислокации вплоть до взаимного перекрытия валентной зоны с зоной проводимости, с соответствующим увеличением вероятности безизлучательных переходов. С этих позиций объясняется замеченное еще в 19-м веке полное исчезновение свечения предельно деформированных размолот порошков кристаллофосфоров [5], поскольку активаторы, располагающиеся в проводящих ядрах дислокации полностью исключаются из числа активных центров свечения.

Местам решетки вдали от дефекта соответствует максимальная интенсивность люминесценции и при малой плотности дислокаций спектр люминесценции не должен быть расширенным, а состоять из сравнительно узких линий (кривая 1, рис. 1 В), что в работе [6] продемонстрировано с помощью виртуального эксперимента. Чем больше плотность дислокаций, тем большим уширением будет характеризоваться спектр люминесценции, с постепенным уменьшением интенсивности свечения в максимуме (кривые 2,3 рис. 1 В).

Еще при С.И. Вавилове вопрос о взаимодействии возбужденных квантов с тепловыми фононами обсуждался и считался допустимым. М.И Фок в статье «Научное наследие С.И. Вавилова» [7] отмечает: «С.И. Вавилов считал, что ... чем меньше энергия возбужденного кванта, тем большую энергию молекула должна получить от тепла..» и немного ниже он же пишет: «Это значит, что добавка тепловой энергии к каждому поглощенному кванту, вообще говоря, возможна». На рис. 2. представлено распределение колебаний атомов твердого тела по амплитудам при различных температурах

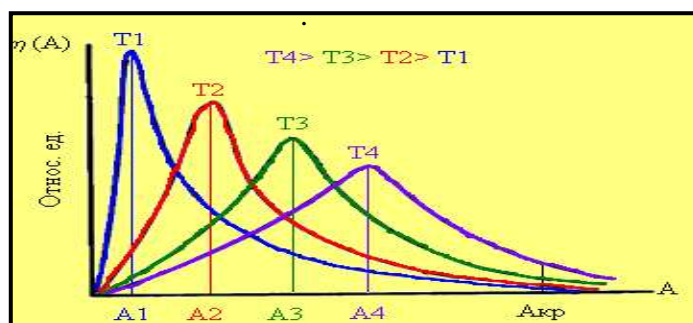


Рис. 2.

Из него следует, что даже при очень низких температурах существуют такие колебания, амплитуда которых превосходит некоторую критическую величину

А_{кр}. Пропорциональная квадрату этой амплитуды энергия как раз и может в определенных условиях служить по С.И Вавилову необходимой «добавкой» к поглощенному кванту.

2. Математическое обеспечение модели. Иллюстрируемая рисунком 1 физическая модель может подвергаться строгому математическому расчету как для оценки изменения ширины запрещенной полосы люминофора, так и величин излучаемых квантов света на различных расстояниях расположения активаторов от дефекта. Расчетная формула для оценки изменения ширины полосы δE_g в зависимости от расстояния до дефекта r в работе [8] представлена в виде:

$$\delta E_g = E_0 \pm E_1(b/r) \cos \varphi = E_0 \pm \frac{h^2}{3ma^2}(b/r) \cos \varphi; \quad (1)$$

где E_0 - ширина запрещенной полосы в совершенной части решетки на большом расстоянии r от дефекта, $E_1 = \frac{h^2}{3ma^2}$ - энергия взаимодействия электрона с колебаниями решетки, b - вектор Бюргерса дислокации, φ - величина угла между расстоянием r и направлением в точку расположения атома активатора около дефекта, h - постоянная Планка, m - масса электрона, a - параметр кристаллической решетки люминофора.

Знаки \pm относятся к частям решетки с напряжениями растяжения и сжатия с удалением от дислокации. Применительно к нашему случаю следует употреблять не параметр решетки, а амплитуду тепловых колебаний, которая при температуре возбуждения люминесценции составляет тысячные доли от параметра решетки. Ввиду расчетов для очень больших расстояний величина r на оси откладывается в логарифмическом масштабе. Для самых удаленных расстояний от дефекта, для которых r стремится к бесконечности, величина $E_1(b/r)$ стремится к нулю и мы получаем значение E_0 для постоянной ширины запрещенной полосы и постоянных значений излучаемых квантов света по обе стороны от края полуплоскости. При уменьшении величины r прибавка $E_1(b/r)$ становится все более значимой, со стороны напряжений растяжения величина ширины полосы δE_g увеличивается, а с обратной стороны уменьшается вплоть до пересечения валентной зоны с зоной проводимости. Таким образом, расчетные оценки полностью оправдывают иллюстрируемую рисунком 1 электронно-зонную модель, картину спектра люминесценции.

Расчет величин квантов возбуждающей энергии $h\nu_{y\phi}$ и излучаемых квантов люминесценции $h\nu$ проводится с использованием известных формул (3),(4),(5):

$$h\nu_{y\phi} = hc/\lambda_{y\phi} \quad (3);$$

$$h\nu_0 = hc/\lambda_0 \quad (4);$$

$$h\nu_i = hc/\lambda_i; \quad (5);$$

где c - скорость света, $\lambda_{y\phi}$, λ_0 , λ_i - длины волн ультрафиолета и волн излучения в максимуме и в i - х частях спектра слева и справа от максимума, $h\nu_0$, $h\nu_i$ - величины квантов люминесценции в максимуме и в расширенных i - х частях спектра. При изменении величины ширины запрещенной полосы δE_g в n раз пропорционально изменяется и величины излучаемых люминофорами квантов света.

Уменьшение интенсивности люминесценции реально измеряемой части полосы люминесценции правее максимума логично объясняется уменьшением величины излучаемых квантов. В области напряжений растяжений решетки при увеличивающихся вследствие этого величинах квантов люминесценции левый склон спектральной полосы тоже уменьшается с удалением от максимума. Это объясняется тем, что интенсивность люминесценции пропорциональна произведению величин квантов на вероятность осуществления акта возбуждения электрона, а эта вероятность уменьшается быстрее по сравнению с увеличивающимися квантами люминесценции. Для расчетных оценок вводятся аналитические выражения для интенсивности люминесценции в максимуме J_0 и обеих частях кристаллической решетки люминофора с напряжениями растяжения J_i и сжатия J_j . Индексы i, j относятся к левому и правому склонам спектральных полос для каждой составляющей.

$$J_0 = h\nu_0 \exp[-\lambda_0/\lambda_0]; J_i = h\nu_i \exp[-\lambda_0/\lambda_i]; J_j = h\nu_j \exp[-\lambda_0/\lambda_j]; \quad (6)$$

3. Теоретическое построение спектральной полосы люминесценции.

Создана автоматизированная система на основе программного комплекса для разработки быстрых приложений Borland Delphi 7.0. Строится полоса люминесценции для галофосфатного люминофора, активированного сурьмой и марганцем с максимумами при 480 и 580 нм. С учетом выражений для величин квантов $h\nu_0, h\nu_{i,j}$, вероятностей $p_i = \exp[-h\nu_i/h\nu_0] = \exp[-\lambda_0/\lambda_i]$, $p_j = 1 - \exp[-\lambda_0/\lambda_j]$, интенсивностей J_0, J_i, J_j строились спектры излучения для каждого активатора с последующим их наложением (рис. 3).

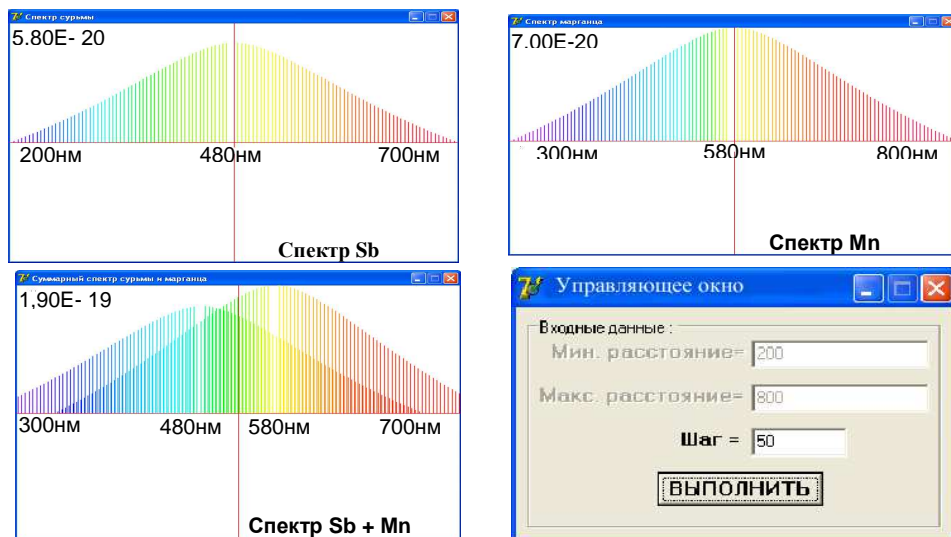


Рис. 3. Автоматизированный компьютерный расчет спектра люминесценции.

Для сравнения на рис. 4 представлена реально измеренная спектральная полоса того же люминофора.

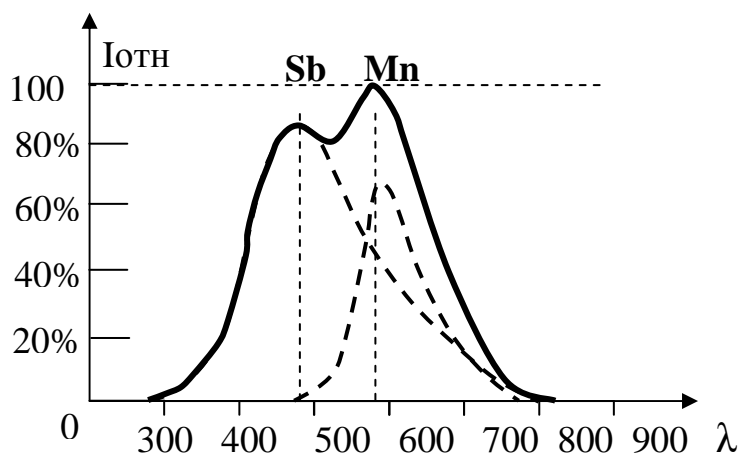


Рис. 4. Экспериментально измеренный спектр люминесценции.

Можно видеть, что результаты автоматизированного компьютерного построения удовлетворительно совпадают с результатами натуральных спектральных измерений.

Дальнейшие исследования будут посвящены построению спектральных полос интенсивности люминесценции при изменении (уменьшении или увеличении) плотности дислокаций, как в случае равномерного их распределения, так и при наличии упругих дислокационных скоплений перед посторонними фазовыми включениями в структуре люминофорных частиц.

Литература

1. Ж. Фридель «Дислокации». Москва, 1967.
2. М.В. Фок «Введение в кинетику фотолюминесценции кристаллофосфоров». Изд. «Наука», Москва, 1964.
3. В.В. Антонов-Романовский «Кинетика фотолюминесценции кристаллофосфоров». Изд. «Наука», Москва, 1966.
4. В.Л. Бонч-Бруевич, В.Б. Гласко «К теории электронных состояний, связанных с дислокациями». Журнал «Физика твердого тела», Москва, 1961.
5. Н. Риль «Люминесценция», Москва- Ленинград, Гостехиздат, 1946.
6. В.С. Мордюк, Е.Ю. Зинченко и др. «Расчетные оценки световой отдачи люминесцентных ламп». Сб. тр. «Наука и инновации в Республике Мордовия». Саранск.2005.
7. М.В. Фок «Научное наследие С.И.Вавилова». Светотехника, 1991, № 3, С.11 – 14.
8. А.П. Ансельм, «Введение в теорию полупроводников», Москва, 1972.

РАСЧЁТ МАКСИМАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДОВ

Цюпак Ю.А., к.ф.-м.н., доц.

*Мордовский госуниверситет им. Н.П. Огарёва,
г. Саранск, ул. Большевистская, 68 а*

Основные энергетические потери светодиода можно свести к потерям по напряжению и к потерям по току. Потери по напряжению происходят на пути к гетеропереходу, в омическом сопротивлении этого пути. Внешне это проявляется в отличии энергии излучаемых квантов ($h\nu$) от ширины энергетической зоны излучающего полупроводника (ΔE), т.е. в повышенном напряжении питания светодиода.

Гораздо больший интерес представляет анализ эффективности инжекционной электролюминесценции по току. Потери энергии по току могут вызываться различными видами безизлучательных переходов: энергетической «лесенкой» примесных уровней в полупроводнике гетероперехода или смещение области рекомбинации в один из металлических электродов, но это более характерно для рекомбинации при $p - n$ переходе, чем в гетеропереходной структуре.

В любом случае, часть носителей заряда рекомбинирует безизлучательно. Очевидно, пределом токовой эффективности является стопроцентная (по току) рекомбинация. А мерой практической эффективности «чипа», светодиода или прибора может служить отношение практической эффективности к предельной.

Представляет интерес расчёт предельной токовой рекомбинации инжекционной электролюминесценции. Её можно определить как равенство пар прорекомбинировавших носителей зарядов и квантов излученного при этом света.

Рассчитаем внутренний выход света в светодиоде в виде отношения светового потока к проходящему электрическому току при условии равенства потребляемой и излучаемой мощности, причём световой поток выразим в квантах/сек, а электрический ток – в виде электронов/сек.

Мощность светового потока Φ равна

$$P_{\lambda} = \frac{1}{683} \Phi_{\lambda} \frac{1}{\nu_{\lambda}}$$

где Φ_{λ} – световой поток;

ν_{λ} – спектральный коэффициент чувствительности зрения;

683 – энергетический эквивалент: $1 \text{ Вт} \left[\frac{\text{лм}}{\text{Вт}} \right]$.

Энергия одного кванта световой энергии равна (для определённой λ) за 1 сек:

$$\omega_{\lambda} = 1,986/10^{16}\lambda \text{ [Дж]} (\lambda \text{ в нм}).$$

Отсюда мощность светового потока через поток квантов равна

$$P_{\lambda_{\text{КВ}}} = \frac{1}{683} \Phi_{\lambda} \frac{1}{v_{\lambda}} \frac{10^{16} \lambda}{1,986} \left[\frac{\text{КВ}}{\text{ЛМ}} \right]$$

Потребляемая электрическая мощность равна:

$$P_{\text{э}} = U \cdot I.$$

Эта же мощность через поток электронов равна:

$$P_{\text{эл}} = \frac{U \cdot I}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot U} = \frac{I}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

где $1,6 \cdot 10^{-19}$ – заряд электрона, в Кулонах.

В таком случае «токовая» эффективность излучательной рекомбинации по световому потоку при квантовом выходе, равном 1, равна:

$$\frac{\Phi_{\lambda} \cdot 10^{16} \lambda \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{683 \cdot v_{\lambda} \cdot 1,986 \cdot I} = \frac{1,18 \cdot \lambda [\text{нм}]}{v_{\lambda} \cdot I / \Phi_{\lambda} \left[\frac{\text{мА}}{\text{ЛМ}} \right]} = 1$$

Откуда

$$\frac{I}{\Phi_{\lambda}} = \frac{1,18 \cdot \lambda [\text{нм}]}{v_{\lambda}} \left[\frac{\text{мА}}{\text{ЛМ}} \right] \text{ или } \frac{\Phi_{\lambda}}{I} = \frac{v_{\lambda}}{1,18 \cdot \lambda [\text{нм}]} \left[\frac{\text{ЛМ}}{\text{мА}} \right]$$

При этом для зелёного света с $\lambda = 555 \text{ нм}$:

$$\frac{I}{\Phi_{555}} = 0,66 \text{ мА} / \text{ЛМ} \text{ или } \frac{\Phi_{555}}{I} = 1,51 \text{ ЛМ} / \text{мА}$$

Для белого света при светоотдаче 200 лм/Вт:

$$\frac{I}{\Phi} \text{к} = 1,85 \text{ мА} / \text{ЛМ} \text{ или } \frac{\Phi}{I \text{к}} = 0,54 \text{ ЛМ} / \text{мА}$$

где $\text{к} = \frac{200}{683}$

Так как светодиоды, в частности светосигнальные, работают в ночное время, параметры их эффективности необходимо учитывать, принимая в расчётах ночную спектральную кривую чувствительности зрения ($v_{\lambda \text{н}}$) с $\lambda_{\text{max}} =$

507 нм и её светоэнергетическим эквивалентом $\kappa = 1700$ лм/Вт. В результате, при тех же подходах можно получить следующие формулы.

Для максимума ночной чувствительности глаза ($\lambda_{\max} = 507$ нм; $v_{\lambda\text{н}} = 1$) при единичном квантовом выходе. При этом ночной световой эквивалент ночного зрения равен 1700 лм/Вт при $\lambda_{\max} = 507$ нм. Учитывая и «ночные» значения $v_{\lambda\text{н}}$, получаем:

$$\frac{I}{\Phi_{\lambda\text{н}}} = \frac{0,472\lambda(\text{нм})}{v_{\lambda\text{н}}}$$

и в частности, для $\lambda_{\max} = 507$ нм; $v_{\lambda\text{н}} = 1$:

$$\frac{I}{\Phi_{507}} = 0,24 \text{ мА} / \text{лм} ; \frac{\Phi_{507}}{I} = 4,17 \text{ лм} / \text{мА}$$

Как и следовало ожидать, эффективность ночной световой сигнализации по электрическому току значительно возрастает по сравнению с дневной.

Представляется интересным сравнить предельные параметры эффективности различных по цветности и составу светодиодов в разных условиях наблюдения. Результаты этих расчётов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Предельные значения параметров эффективности светодиодов

Структура		InGaN/AlGaIn/GaN			AlGaP/GaP		Дневной зелёный	Ночной голубой	Белый свет
Длина волны (нм)		451	472	514	573	639	555	507	
Энергия кванта (eV)		2,74	2,6	2,4	2,2	1,95	2,23	2,45	
Дневное зрение	V_{λ}	0,048	0,1	0,6	0,93	0,17	1	0,55	0,29 _б
	$\frac{\Phi_{\lambda}}{I} \left[\frac{\text{лм}}{\text{мА}} \right]$	0,09	0,18	0,999	1,37	0,226	1,51	0,92	0,54
	$\frac{I}{\Phi_{\lambda}} \left[\frac{\text{мА}}{\text{лм}} \right]$	11	5,55	1,001	0,73	4,43	0,66	1,08	1,85
Ночное зрение	$V_{\lambda\text{н}}$	0,455	0,72	0,96	0,18	0,0015	0,4	1	0,28
	$\frac{\Phi_{\lambda\text{н}}}{I} \left[\frac{\text{лм}}{\text{мА}} \right]$	2,14	3,25	4	0,67	0,005	0,6	4,17	1,35
	$\frac{I}{\Phi_{\lambda\text{н}}} \left[\frac{\text{мА}}{\text{лм}} \right]$	0,47	0,31	0,25	1,5	200	150	0,24	0,74

Необходимо ещё раз подчеркнуть, что полученные значения относятся к внутренним условиям в гетеропереходах полупроводниковых структур. Внешний выход излучения по оптическим условиям даже при световыводящей роли прозрачного корпуса светодиода значительно отличается от внутреннего в меньшую сторону. Тем не менее, можно сравнивать светодиоды по относительному коэффициенту светового выхода по потребляемому току.

$$M_I = \left(\frac{I}{\Phi} \right)_{\text{пред}} / \left(\frac{I}{\Phi} \right)_{\text{практ}} \quad \text{и} \quad M_I = \left(\frac{\Phi}{I} \right)_{\text{практ}} / \left(\frac{\Phi}{I} \right)_{\text{пред}}$$

Динамика последних лет показывает, что эффективность светодиодов неуклонно приближается к предельной.

Приведённые расчёты показывают, что поскольку свет представляет собой зрительное ощущение глаза, зависящее от длины волны и уровня освещённости, то для ночной сигнализации с $\lambda = 507$ нм световой прибор может быть в несколько раз эффективнее, чем для дневной сигнализации с $\lambda = 555$ нм.

УДК 621.326:64

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП РІЗНИХ ТОРГІВЕЛЬНИХ МАРОК, ПРИСУТНІХ НА РИНКУ УКРАЇНИ

Кожушко Г.М., д.т.н., Басова Ю.О., Проценко В.М.

Полтавський університет споживчої кооперації України,

м. Полтава, вул. Ковалю, 3, тел. (05322) 2-17-75, E-mail: tnt@uccu.org.ua

Іванов В.М., Шпак С.В

ДП «Полтавастандартметрологія»

Дослідження споживних властивостей компактних люмінесцентних ламп різних виробників. Зроблені рекомендації щодо сприяння споживачам в виборі якісної продукції та створення бар'єрів для обмеження її доступу на ринку України.

Сьогодні в більшості індустріальних країн світу заміна ламп розжарювання (ЛР) на компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) розглядають як магістральний шлях зниження споживання електроенергії (ЕЕ) в житловому секторі [1]. Світлова віддача (η) сучасних КЛЛ в 4-5 разів перевищує цей параметр для ЛР, а тривалість горіння – в 8-15 разів. Незважаючи на те, що в більшості країн для освітлення житла використовуються переважно ЛР, в багатьох країнах вже готують заходи щодо повного або дуже суттєвого їх витіснення з внутрішнього ринку. В Україні за останні роки також склалась тенденція до широкого використання КЛЛ. За даними, наведеними в журналі «Бізнес» (№7 від 18.02.08 р.) в Україні за останні три роки реалізація енергоекономічних ламп збільшувалась на 70-100 % щорічно. У 2007 році було реалізовано близько 22 млн. штук КЛЛ, з яких 17 млн. штук складав імпорту, переважно з Китаю.

Зараз коли світлотехнічний ринок насичений лампами великої кількості торговельних марок (за якими не завжди можна розгледіти виробника)

актуальною проблемою стає сприяння споживачам в отриманні достовірної інформації про споживні властивості та якість КЛЛ.

Якість КЛЛ викликає занепокоєння у споживачів в багатьох країнах світу [2]. Недоліки КЛЛ для прямої заміни ЛР аналізувались в [3], де відзначалось, що головні споживні переваги КЛЛ – світлова віддача та тривалість горіння не завжди можуть компенсувати їх недоліки в порівнянні з ЛР. Крім того, значна частина ринку (до 30%) наповнена лампами, які не в повній мірі відповідають вимогам нормативних документів і задекларованим на упаковці та в каталогах характеристикам.

Метою даної роботи є дослідження споживних властивостей та параметрів безпеки КЛЛ різних торговельних марок, які присутні на ринку України для інформування та сприяння споживачам в виборі ефективної та якісної продукції.

Досліджували лампи торговельних марок «Космос», «Elektrum», , «Maxus», «Delux», «Visson» та вітчизняного виробника «Люммакс» на відповідність вимогам безпеки та задекларованих світлотехнічних та електротехнічних параметрів. Для випробування були закуплені через торговельну мережу по 5 ламп кожної торговельної марки потужністю 20 Вт (колірна температура $T_k=2700K$). Випробування проводили з використанням стандартних методик в акредитованому в НААУ науково-дослідному центрі випробування електричних ламп та технологічного обладнання ДП «Полтавастандартметрологія».

Вимірювали наступні параметри призначення та безпеки КЛЛ: початковий світловий потік, колірну температуру, координати колірності, загальний індекс кольоропередачі (R_a), потужність, струм, величину емісії вищих гармонік, рівень радіозавад, механічну міцність, вогнестійкість та іскростійкість, величину опору ізоляції та електричної міцності після випробування на вологість.

Для порівняння ресурсних параметрів КЛЛ в режимі частих вмикань були проведені випробування всіх партій з циклом роботи: 10 сек. – час горіння, 50 сек. – час релаксації.

В доповіді приведені результати дослідження, їх аналіз та висновки.

Зокрема підкреслюється, що всі досліджені партії підтвердили відповідність таким параметрам безпеки як механічна міцність, електрична міцність ізоляції цоколів, нормованого рівня радіозавад (крім лампи торговельної марки «Maxus»), вогнестійкість та іскростійкість.

Відповідність задекларованим значенням і електротехнічні параметри всіх партій ламп. Що стосується світлотехнічних параметрів – основних споживних властивостей ламп – то для більшості торговельних марок початковий світловий потік нижчий, ніж декларується в каталогах. В таблиці 1 приведені середні значення задекларованих та фактичних значень світлового потоку після 100 год горіння ламп (точність вимірювання світлового потоку $\pm 5\%$). Враховується той факт, що в Україні номінальна напруга мережі живлення 220 В. Можна зробити висновок, що тільки продукція торговельних марок

«Люммакс» та «Visson» відповідає рівню задекларованих в каталогах світлових потоків.

Слід також відзначити, що найвищу світлову віддачу мають лампи «Люммакс» - 65,7 лм/Вт, а найменшу –«Maxus» - 61 лм/Вт. В роботі зроблені висновки та рекомендації для споживачів КЛЛ. Зокрема рекомендовано проводити добровільну сертифікацію продукції, так як при добровільній сертифікації, крім показників безпеки, які перевіряються при обов'язковій сертифікації, в програму випробувань можна включити більше число показників, які відображають споживні та експлуатаційні властивості продукції. Це сприятиме інформуванню споживачів про якість та технічний рівень КЛЛ і створюватиме бар'єри для ввозу неякісної продукції на митну територію України.

Таблиця 1 - Електричні і світлові параметри КЛЛ

Торговельна марка	Задекларована напруга живлення (U)	Фактична потужність при U = 220 В	Фактична потужність при U = 230В	Задекларований світловий потік, Ф, лм	Фактичний світловий потік (Φ ₁) при U = 220 В	Фактичний світловий потік (Φ ₂) при U = 230 В	Φ ₁ /Φ
Космос	220-240	16	17	1200	1008	1054	88
electrum	220-240	15	16	1000	925	965	93
Люммакс	220	18	-	1200	1183	-	99
maxus	220-240	17	18	1250	961	1011	77
Delux	220-230	18	19	1240	1150	1200	93
visson	220	0,7004	-	1100	1080	-	98

Література

1. Айзенберг Ю.Б. Энергозбережение – одна из важнейших проблем современной светотехники // Светотехника. – 2000. - №6. - С. 6-10
2. 1. Лебо Б., Цисис Г. Стратегия действий по повышению качества компактных люминесцентных ламп с целью вытеснения ламп накаливания // Светотехника. – 2007. - №4. – С.64-69
3. Кожушко Г.М., Басова Ю.О. Проблемы перехода на освітлення житлових приміщень енергоекономічними джерелами світла: вартість, якість, безпека // Світлолюкс. – 2008. - № 5-6. – С. 74-77; С. 7

УДК 628.9.041

ИСТОЧНИК СВЕТА ДЛЯ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ

*Литвиненко А.С., к.т.н., доц., Полищук О.Ю., асп.,
Гуракова Л.Д., к.т.н., доц., Баландаева Л.Г., инж.,
Харьковская национальная академия городского хозяйства,
тел.: (+38 057) 707 32 42, e-mail: Lnazarenko@ksame.kharkov.ua*

Предложена оригинальная конструкция источника света на основе светодиодов, рассмотрены перспективы его использования при конструировании световых приборов.

УДК 628. 973 (045)

МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ НА ОСНОВІ СВІТЛОДІОДІВ

*Колотюк А.П., Шевченко В.А.
Національний авіаційний університет. Інститут електроніки і систем
управління
03058, м. Київ – 58, пр. Космонавта Комарова, 1 корп. 5, ауд. 5-314,
Тел. (044)4067589 3-mail@ukr.net*

Сучасні світлові прилади стають все більш високотехнологічними за рахунок використання економічних електронних систем електроживлення та систем управління, використання ефективних джерел світла та матеріалів з оптимальними характеристиками світлотехнічної арматури. Виробники світлотехнічного обладнання пропонують широкий вибір своєї продукції, що забезпечує потреби освітлення та створення світлового середовища. Створюються світлові прилади не лише за утилітарним чи спеціалізованим призначенням, а й за індивідуальним, концептуальним. За умови високих вимог до якості освітлення та енергозбереження більшість країн у світі відмовляються від виробництва та використання світлових приладів на основі таких джерел світла як лампи розжарювання та малоефективних систем електроживлення, існують навіть державні законодавчі програми по забороні виробництва та використання такого обладнання. В Україні також прийнято рішення про створення та виконання цільової програми розробки високоефективних джерел світла та світлових приладів на їх основі.

У зв'язку з цим, особлива увага приділяється створенню світлотехнічного обладнання на основі світловипромінюючих діодів (СВД). Сучасний розвиток технологій виготовлення СВД та швидкий прогрес відповідних СВД-технологій

дозволяють прогнозувати все більш широке використання світлодіодів та світлових приладів на їх основі в різних галузях світлотехніки.

Оскільки окремих світлодіод характеризується порівняно малим світловим потоком, світлодіодний світильник може складатися з кількох або з кількох десятків таких діодів. Тому виникає потреба в попередньому моделюванні світлодіодних світильників для визначення кількості світлодіодів, їх взаємного розташування та необхідності додаткових оптичних елементів.

Зазвичай, виробники СВД надають інформацію про свої вироби, в тому числі, характеристики світлорозподілу – криві сили світла (КСС) в перерізах фотометричного тіла. Проте, значення сили світла I приводяться в відносних одиницях, через це моделювання світлодіодних світильників треба починати з експериментального дослідження КСС. Конструкція світлодіодів дозволяє використання спеціально розроблених додаткових оптичних пристроїв (лінз, відбивачів) для формування потоку випромінювання. Знання характеристик оптичних пристроїв недостатньо для визначення світлотехнічних характеристик модуля "світловипромінюючий діод – оптичний пристрій" без додаткових експериментальних досліджень. В фотометричній лабораторії кафедри електротехніки і світлотехніки НАУ були виконані дослідження світлотехнічних характеристик світлодіодів типу Luxeon фірми Lumileds, в тому числі з різними оптичними пристроями для даних типів світлодіодів. Основними елементами дослідної установки є поворотний стенд КЯ 4.13200002 та вимірювальний прилад - фотометр-радіометр ФР-2.

Отримані експериментальні результати дозволяють виконати, в першому наближенні, моделювання світильників на основі світловипромінюючих діодів. Були розроблені спеціальні програми, які дозволяють отримати значення сили світла світлодіодних світильників та розрахувати горизонтальну освітленість, створювану такими світильниками. Програми також дозволяють отримати дані для створення фотометричних файлів світильників в IES-форматі.

Виконана робота довела можливість достатньо простими методами виконувати моделювання світлодіодних світильників. Основною проблемою при цьому є отримання значень сили світла окремого світлодіодного джерела (з оптикою та без оптики) в аналітичному вигляді, що передбачає пошук найкращої апроксимації експериментальних результатів.

СВЕТИЛЬНИК ВЛАГОЗАЩИЩЕННЫЙ СО СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИМИ ДИОДАМИ

Романова Т.И., асс., Носанов Н.И., к.т.н., проф.,

Тимченко В.И., к.ф.-м.н., доц.

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
г. Макеевка, Украина*

Разработанный светильник со светодиодами (СД) обеспечивает равномерное рассеивание светового потока с телесным углом от 0 до 2π стерадиан, а также эффективное и равномерное теплоотведение от каждого СД за счет применения панели размещения СД, выполненной из алмазной керамики, которая одновременно является теплоотводом, соединенным с теплопроводным алюминиевым корпусом светильника.

В настоящее время все больше начали применять светодиоды в осветительной технике. Известно несколько типов светильников и ламп, которые выполнены на основе светодиодов (СД), например LED MR16 [1], СД – лампы серии Р–19 [2], взрывобезопасный головной аккумуляторный светильник [3] и др.

Эти светильники выполнены на небольшое количество СД и имеют радиаторы (теплоотводы), которые необходимы для охлаждения СД во время прохождения через них электрического тока. Существующие радиаторы не эффективны для отведения тепла при большом количестве СД, что ограничивает применение таких светильников как осветительных приборов общего назначения.

Кроме того, существующие светильники имеют небольшой телесный угол^{*} рассеивания светового потока от $0,22\pi$ до $0,5\pi$ стерадиан (ср.), что также влияет на расширение области их применения.

В ДонНАСА разработан светильник, который не имеет вышеуказанных недостатков, созданы действующие модели светильников и получены патенты Украины на полезную модель [4, 5].

Светильник (рис.1) состоит из: корпуса 1, выполненного из алюминия; светодиодов 2; панели размещения и крепления светодиодов 3, выполненной из алмазной керамики в форме сферической поверхности; зеркальной поверхности панели 4; гибких электродов СД 5; условного точечного источника света 6.

Панель 3, выполненная из алмазной керамики, одновременно является и теплоотводом, связанным болтовым соединением с алюминиевым корпусом светильника, чем обеспечивается эффективное и равномерное отведение тепла от каждого светодиода. Применение алмазной керамики обусловлено тем, что ее теплопроводность в 2–3 раза больше чем у меди, а электрическое

^{*} Телесный угол – это приведенный телесный угол к условному точечному источнику света 6 светящейся поверхности радиусом R , образованной светодиодами (рис.)

сопротивление – 10^{18} Ом, что позволяет увеличить эффективность теплоотвода СД.

На сферической панели 3, расположены СД с различными углами наклона α к горизонтальной плоскости светильника от 0 до 180° , чем обеспечивается равномерное рассеивание светового потока с телесным углом от 0 до 2π стерадиан.

Применение алмазной керамики для теплоотвода позволяет увеличить эффективность защиты СД от тепловой перегрузки.

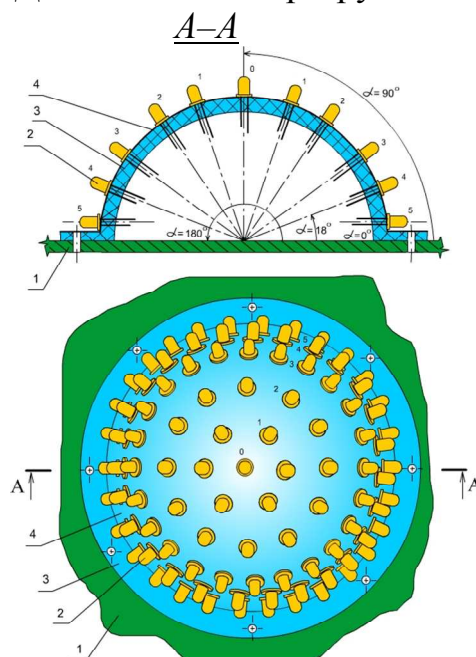


Рис.1 Светильник влагозащищенный со светодиодами (общий вид и разрез по А–А)

Большой телесный угол (2π ср.) рассеивания светового потока светильника позволяет рекомендовать применение этого светильника в различных областях народного хозяйства, в том числе в жилых и общественных зданиях: на лестничных клетках, в лифтах, в световых указателях зданий и улиц. Светильники из СД экономичнее ламп накаливания примерно в 7–10 раз, а срок службы СД больше в 50–100 раз. Кроме того, они виброустойчивы, не боятся механических ударов, экологически чистые и т.д.

Литература

1. Каталог фирмы DELUX.LED MR16, 230 V, 1,8 W, 50/60Hz, Whit Made in P.R.C., 2003.
2. Каталог фирмы LIGITEK. Power light systems. LED LAMPS with DIRECTED vicht. Светодиодные лампы серии P–19, 220–240 V, 50/60 Hz, 2,0 W, 2005.
3. Патент №2288 на корисну модель, Україна, F21L4/00, Бюл. №1, 2004 р.
4. Носанов М.І., Тимченко В.І. та ін. Вологозахищений світильник на основі над'яскравих світлодіодних джерел світла. Патент України на корисну модель №20179. Бюл. №1, 2007 р.
5. Носанов М.І., Тимченко В.І. Вологозахищений світильник із світловипромінюючими діодами. Патент України на корисну модель №20536. Бюл. №1, 2007 р.

ЛАМПА НА ОСНОВІ НАД'ЯСКРАВИХ СВІТЛОДІОДІВ КОМБІНОВАНА

**Носанов Н.І., к.т.н., проф., Тимченко В.І., к.ф.-м.н., доц.,
Романова Т.І., асс.**

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка, Україна

Розроблена лампа на основі над'яскравих світлодіодів (СД) комбінована складається з n^{0i} кількості модулів, на поверхні яких рівномірно розташовуються СД. Модулі між собою з'єднуються паралельно, утворюючи цим окремі незалежні джерела світла. Таким чином, за допомогою модулів можна скласти лампу практично на будь-яку потужність і цим самим підвищити надійність та життєдіяльність тієї чи іншої установки, обладнання та обслуговуючого персоналу.

Світлодіод у перспективі – один із головних джерел світла ХХІ століття. При розробці ламп на їх основі і при впровадженні їх у народному господарстві очікується велика економія електроенергії та підвищення екологічної безпеки.

Призначення. Лампа на основі над'яскравих світлодіодів комбінована призначена для загального освітлення об'єктів, де не потребується велика освітленість, наприклад, об'єкти ЖКГ: сходові клітки житлових будинків, ліфти, вказівники будинків та вулиць, пожежні гідранти, загороджувальні вогні, світлофори, чергове та аварійне освітлення, декоративне ландшафтне та інтер'єрне підсвітлення, настільні світильники та ін.

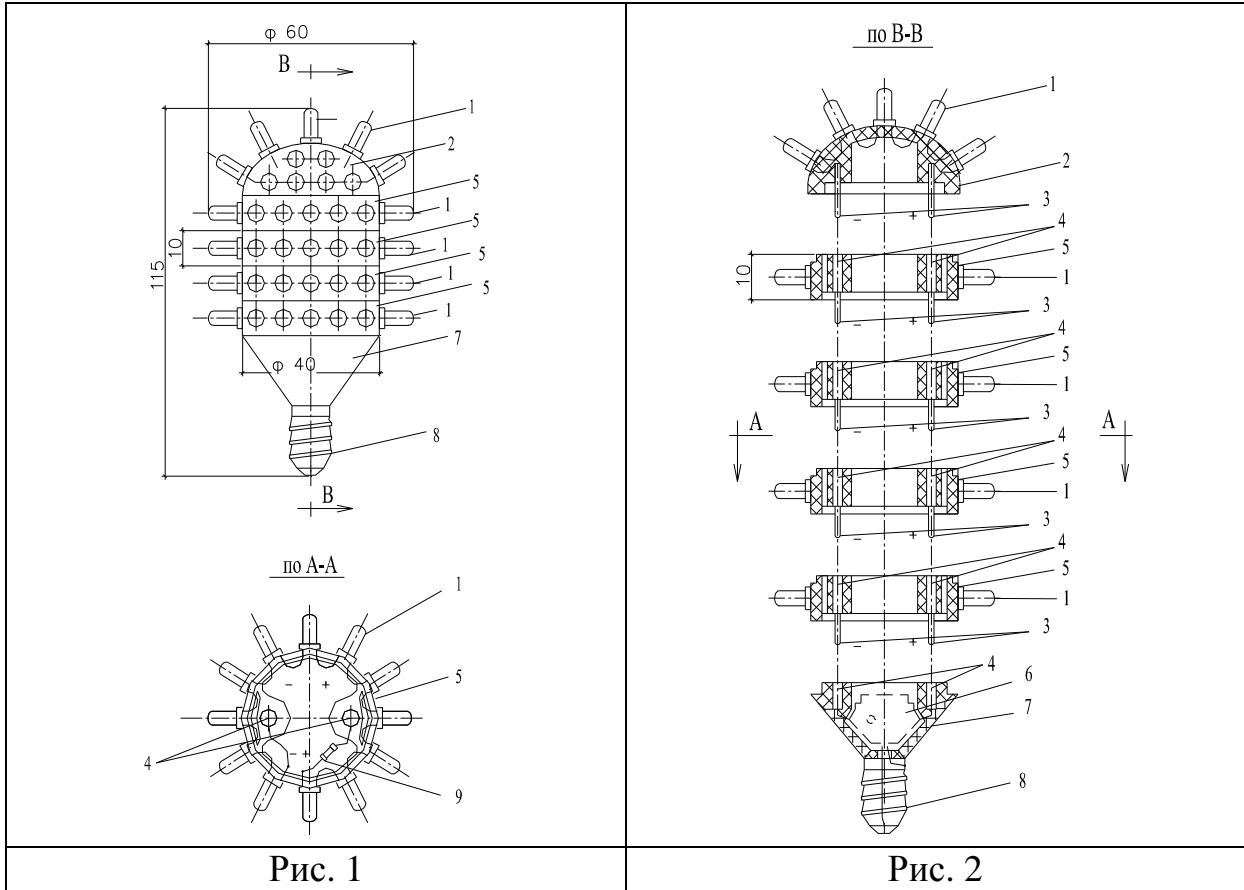
Відомо ряд розроблених ламп на основі світлодіодів (СД), наприклад, LED MR16 [1], СД лампи серії P-19 [2], нові розробки [3] та інші. Ці лампи мають ряд недоліків. Одним із них є те, що ці лампи розраховані на одну потужність (як лампи розжарювання побутового призначення) і не мають можливості її регулювання (варіювання), що важливо в процесі експлуатації при необхідності зміни потужності в ту або іншу сторону в одній освітлюваній точці. Крім того, знижується експлуатаційна можливість та надійність, знижується життєдіяльність освітлюваної установки та обслуговуючого персоналу.

На кафедрі електротехніки та автоматики була розроблена лампа [4], яка позбавлена цих недоліків. Її конструкція та схема керування дозволяє варіювати потужностями в будь-яких межах. Ця лампа виготовляється з взаємозамінних однотипних модулів (це окремі незалежні джерела світла), на поверхні яких рівномірно розташовані світлодіоди, модулі з'єднуються між собою паралельно за допомогою штекерів і живляться від електронного блоку, який з'єднаний з різьбовим металевим цоколем.

На рис. 1 зображений загальний вид лампи, а на мал. 2 – перетин по В–В. Лампа містить: 1 – світлодіоди; 2 – модуль верхній; 3 – штекер (позитивного та негативного полюсів); 4 – штекерне гніздо (з позитивним та негативним полюсами); 5 – модуль проміжний; 6 – електронний блок живлення; 7 – модуль

нижній; 8 –металевий різьбовий цоколь (E27 або E14); 9 – резистор. Позиції 2, 5 і 7 складають корпус лампи.

Лампа [4] призначена для мереж змінної напруги 220 В, частотою 50 Гц. СД білі $\varnothing 5$ мм живляться випрямленим стабілізованим постійним струмом від електронного блоку живлення. Вони можуть стійко працювати без перенавантаження при відхиленні напруги в діапазоні 160–260 В.



Габарити ламп можуть бути різноманітними і залежать від їхньої потужності і, відповідно, від кількості СД і модулів. Наприклад, СД лампа комбінована потужністю приблизно у 6,5 Вт відповідає лампі розжарювання 65 Вт і габарити їх приблизно однакові.

СД лампи більш економічні, ніж лампи розжарювання, люмінесцентні лінійні і компактні люмінесцентні лампи, термін служби СД складає 50–100 тис. годин безупинної роботи. Крім того, СД лампи підлягають ремонту, який можна виконувати в місцевих умовах, що також збільшує термін їх дії.

Надійність світлодіодних ламп збільшується за рахунок кількості модулів та швидкої заміни непрацюючих модулів, у яких СД, що згоріли, будуть індикаторами, які сигналізують про вихід із ладу того чи іншого модуля. Наприклад, при виході із ладу одного модуля, лампа буде працювати зі зниженим світловим потоком (приблизно 80–90% від номінального), величина якого дозволяє безаварійно закінчити початі роботи або забезпечити роботу евакуаційного чи аварійного освітлення. Заміна модулів та ламп може виконуватись навіть неспеціалістами своєчасно та швидко, як лампи розжарювання замінюються у побуті домогосподарками. Треба тільки дотримуватися техніки безпеки при заміні. Великі переваги світлодіодних ламп

комбінованих дозволяє їх рекомендувати для застосування в кожній галузі народного господарства.

Література

1. Каталог фирмы DELUX.LED MR16, 230 V, 1,8 W, 50/60Hz, Whit Made in P.R.C., 2003.
2. Каталог фирмы LIGITEK. Power light systems. LED LAMPS with DIRECTED vicht. Светодиодные лампы серии P-19, 220-240 V, 50/60 Hz, 2,0 W, 2005.
3. Носанов М.І., Тимченко В.І. та ін. Лампа на основі над'яскравих світлодіодів. Патент України на корисну модель №23388. Бюл. №7, 2007.
4. Носанов М.І., Тимченко В.І. та ін. Лампа на основі над'яскравих світлодіодів комбінована. Патент України на корисну модель №24232. Бюл. №9, 2007.

УДК 621.31.311:728:725

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ Г. ДОНЕЦКА

Носанов Н.И., к.т.н., проф., Тимченко В.И., к.ф.-м.н., доц., Романова Т.И., асс.
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка,
Украина

В работе рассмотрены исследования перспектив применения светодиодных ламп (СДЛ). Даются рекомендации по применению СДЛ в жилищно-коммунальном хозяйстве городов, как самых надежных, экономичных и энергосберегающих источников искусственного освещения.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ РОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ

Рой Ю.В., Поліщук В.М., к.т.н., доц.
Харківська національна академія міського господарства

Одним з найбільш дієвих засобів підвищення енергоефективності та розширення функціональних можливостей освітлювальних установок (ОУ) є використання енергоекономічних джерел світла - розрядних ламп високого тиску в сукупності з електронними пускорегулюючими апаратами (ЕПРА). Тому увагу розробників світлотехнічних виробів приваблює можливість використання малопотужних (35 – 100Вт) розрядних ламп високого тиску (РЛВТ), що мають високі світлотехнічні показники і досить широку сферу застосування – від систем загального освітлення, до спеціальних ОУ. Світлова віддача таких ламп, зокрема, типа ДНаТ, сягає 150 лм/Вт, дуже висока стабільність світлового потоку в процесі експлуатації, підвищена габаритна яскравість розрядної колби, висхідні при повільній зміні струму вольт-амперні

характеристики, - дають підстави вважати, що такі лампи є одними з перспективних джерел світла (ДС), використання яких дозволить, зокрема, більш ефективно використовувати електроенергію для освітлення. Але для широкого впровадження таких ДС необхідно вирішити ряд технічних проблем, пов'язаних з особливостями режиму їх роботи, і специфікою їх електродинамічних характеристик, обумовлених дуже малою інерційністю розряду, що на порядок менша, ніж у люмінесцентних ламп. Незважаючи на значну кількість опублікованих на даний час робіт, присвячених вирішенню проблем, експлуатації малопотужних РЛВТ, та значний прогрес в цьому напрямку, залишається ряд питань, що потребують пошуку відповідних технічних рішень.

Однією з таких проблем малопотужних РЛВТ, є високий коефіцієнт імпульсу таких ламп, що вимагає спеціального технічного рішення щодо параметрів пускорегулюючих апаратів (ПРА). Стандартні ПРА для РЛВТ, що використовуються в комплекті з лампами середньої та високої потужності, містять малопотужний генератор запалювальних імпульсів амплітудою 1,5-4,5 кВ, який, при погасанні лампи (наприклад, внаслідок зниження напруги живлення) тривалий час (понад 5 хвилин) не здатний завдяки насиченню магнітопроводу імпульсного трансформатора перезапалити лампу, доки не відбудеться повна деіонізація розрядного проміжку. Негативним моментом, який супроводжує процес запалення лампи є те, що при цьому суттєво (в декілька разів) зростає струм в колі живлення лампи, що призводить до посиленого розпилення емісійного покриття електродів і значного (~до 20%) зменшення строку служби лампи. Одночасно це супроводжується значним перевантаженням всієї схеми в цілому, що потребує збільшення запасу електричної міцності усіх її елементів. Причиною виникнення такого аномального режиму лампи є наявність несиметрії емісійних характеристик електродів, пов'язаних з недосконалістю технології, що призводить до виникнення несиметричного розряду завдяки перегріву одного з електродів, коли в лампі одночасно існують дуговий та тліючий розряди. Відомо, що при різких зниженнях напруги (~5 В/с) навіть у невеликих межах, напруга згасання лампи зростає до $0,9U_{ном}$, що потребує застосування відповідних технічних рішень запобіганню такому явищу.

Важливою вимогою до комплекту РЛ-ЕПРА, згідно до стандарту МЕК, є визначення діапазону по потужності та напрузі на лампі, в межах якого забезпечується нормований світловий потік, що забезпечує також гарантований строк служби лампи. Відхилення режиму роботи лампи від номінального призводить до зменшення строку служби завдяки підвищенню ерозії електродів, особливо при зниженні їх температури.

Досить ефективним кроком вирішення ряду з перелічених проблем є розробка гібридного ПРА [1], використання якого дало змогу вирішити дві важливі проблеми: забезпечити надійне запалення та стабільну роботу РЛВТ малої потужності, та повністю усунути можливість виникнення аномальних режимів лампи. Важливим досягненням даної розробки явилось те, що в одному апараті об'єднано три функціональних елемента: запалюючий пристрій,

баласт та компенсуючий конденсатор, завдяки чому знизилась маса та габарити пристрою. В даному пристрої використаний єдиний магнітопровід для ланцюга генератора запалювальних імпульсів, і ланцюга стабілізації струму лампи, що дозволило генерувати імпульси підвищеної потужності двічі за період напруги живлення, і гарантувати надійне запалення та перезапалення лампи.

Найбільш небезпечним є явище зростання напруги на лампі в процесі роботи, що обумовлене зміною її електричних параметрів в процесі експлуатації в декілька разів, обумовлених розпиленням емісійного покриття електродів і підвищення температури приелектродної зони внаслідок запилення країв розрядної колби матеріалом розпиленого електроду. Строк служби РЛ залежить безпосередньо від швидкості росту напруги на лампі і визначається інтенсивністю фізико-хімічних процесів, що відбуваються в колбі лампи, в тому числі, і під дією зовнішніх факторів. При коливаннях мережевої напруги більш ніж 5% вольт-потужна характеристика комплекту РЛ-ЕПРА виходить за межі ділянки допустимих значень параметрів, що свідчить про значне перевищення допустимого рівня потужності лампи в процесі роботи, в той час, як згідно вимогам МЕК, перевищення потужності не повинно перевищувати 16%.

Для підвищення надійності і довговічності комплекту РЛ-ЕПРА необхідно збільшувати діапазон зміни напруги на лампі та зменшувати швидкість її зростання в процесі роботи. Таке збільшення діапазону може бути отримано зменшенням відношення амплітуди піка перезапалення до діючої напруги на лампі. В свою чергу, зменшення швидкості зростання напруги на лампі може бути досягнуто за рахунок обмеження потужності лампи. Ці проблеми можна ефективно вирішити застосуванням ЕПРА на основі ВЧ-інвертора струму напівмостового типу на силових МОП-транзисторах, що працюють на підвищеній частоті $\sim 40\text{кГц}$. Для обмеження потужності лампи найбільш ефективним, на наш погляд, є метод регулювання частоти інвертора, що дозволяє одночасно запобігати роботі комплекту РЛ-ЕПРА на резонансних частотах. Управління частотою інвертора повинно здійснюватись спеціалізованою інтегральною мікросхемою високовольтного драйвера, що забезпечить надійний запуск та стабільну роботу ЕПРА в широкому діапазоні частот, температур, низький рівень динамічних втрат у транзисторах, та ряд інших функцій.

Важливою проблемою масового впровадження таких систем є, насамперед, економічні чинники, пов'язані з відносно великою (приблизно вдвічі) більшою вартістю таких пристроїв, але із зростанням ціни енергоресурсів, та розвитком технологій виробництва мікроелектронних компонентів, ця різниця поступово буде нівелюватись, тому роботи в цьому напрямку, безумовно, є досить перспективними.

Література

1. В.М. Поліщук, В.Ф. Рой. Проблеми електронних ПРА для розрядних ламп високого тиску. Світлотехніка та електроенергетика. 2008, №4(16), С. 18-23.

**УЛЬТРАФІОЛЕТОВІ ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РИНКУ
УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВИ ЩОДО
РОЗШИРЕННЯ СФЕР ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

Кожушко Г.М., д.т.н., проф., Гусаченко Л.В.

*Полтавський університет споживчої кооперації України,
м. Полтава, вул. Ковалю, 3, (05322) 2-17-75, e-mail:tnt@uccu.org.ua*

Кислиця С.Г., к.т.н.

Полтавський технічний університет ім. Ю. Кондратюка.

Проведений аналіз номенклатури, технічного рівня та сфер використання джерел ультрафіолетового випромінювання присутніх на ринку України. Зроблені оцінки щодо перспектив розвитку технологій з використанням ультрафіолетового випромінювання та шляхів підвищення ефективності ультрафіолетових ламп.

Ультрафіолетове випромінювання сьогодні знаходять досить широке використання в різних сферах діяльності людей – в медицині, в фармацевтичній, харчовій, текстильній, деревообробній, хімічній, поліграфічній промисловостях, агропромисловому комплексі, в системах водопідготовки та водовідведення, в криміналістиці, для створення світлових ефектів, оформлення вітрин та ін.

Ультрафіолетове бактерицидне випромінювання є дійовим санітарно-протиепідеміологічним засобом, направленим на придушення життєдіяльності мікроорганізмів в повітряному, водному середовищі та на поверхні предметів. УФ – дезінфекція має переваги перед іншими технологіями: висока ефективність проти широкого спектру патогенних мікроорганізмів; відсутність необхідності в додаткових хімічних речовинах (безреагентний процес); мінімум утворення побічних продуктів, включаючи токсичні; при обробці води та інших продуктів - відсутність впливу на смак і запах. В даний час ультрафіолетове випромінювання і озон розглядаються як альтернативні засоби інактивації присутніх у воді цист (здатні замінити системи дезінфекції, заснованих на застосуванні хлору, оскільки ці мікроорганізми стійкі до дії хлору). Відомо багато й інших ефективних технологій з використанням УФ радіації, але Україна, в порівнянні з індустріальними країнами світу, має дуже обмежене їх використання. Тому проблеми розширення сфер застосування ультрафіолетового випромінювання, розробка нових технологій з його використанням та вдосконалення джерел УФ випромінювання є досить актуальними.

Метою даної роботи є аналіз перспективних напрямків використання УФ – радіації в Україні, оцінка технічного рівня та створення бази даних джерел ультрафіолетового випромінювання присутніх на ринку України, а також розробка визначення шляхів вдосконалення джерел УФ - випромінювання.

Промисловістю різних країн випускається широкий асортимент ультрафіолетових ламп для установок фотофізичної, фотобіологічної та

фотохімічної дії. Найбільш поширеного використання в Україні набули бактерицидні розрядні лампи низького тиску (РЛНТ) в кварцовому або увіоловому склі у яких більше 60% випромінювання припадає на лінію $\lambda = 253,4$ нм. Їх ефективність досягає 30-35% від споживаної електроенергії. Електрична потужність цих ламп знаходиться в межах 4-300 Вт.

Як бактерицидні лампи також використовуються і ртутні лампи високого тиску (РЛВТ). Ефективність цих ламп значно нижче ніж у РЛНТ – 8-12%, але вони мають значно більший діапазон потужностей – 100-12000 Вт і менші розміри. Застарілий парк опромінювальних установок медичних закладів потребує на заміну бактерицидні лампи типу ДРТ переважно потужністю 240, 400 та 1000 Вт.

Набувають більш широкого використання в Україні і інші лампи фотобіологічної дії - еритемні, загарної дії та для фототерапії.

Еритемні УФ-лампи використовуються для компенсації «УФ - недостатності» природного випромінювання і, зокрема інтенсифікації процесу фотохімічного синтезу вітаміну ДЗ в шкірі людини. Крім медичних установ вони використовуються в спеціальних «фотаріях» (для шахтарів та інших працівників, які працюють в умовах без природного світла), а також для опромінювання молодняка тварин. Лампи загарної дії широко застосовуються в соляріях, косметичних салонах, медичних закладах. Значний попит мають і УФ-лампи з довгохвильовим спектром випромінювання (область А), які сьогодні використовуються в поліграфії та інших галузях.

В доповіді приводяться номенклатура та основні параметри ультрафіолетових ламп (в тому числі спектри випромінювання), які присутні на ринку України.

На основі проведеного аналізу тенденцій розвитку технологій з застосуванням УФ – радіації та останніх результатів досліджень по створенню нових джерел випромінювання зроблені висновки та оціночні прогнози.

Зокрема, слід очікувати значного росту використання ультрафіолетових ламп бактерицидної дії для установок водопідготовки та водовідведення (як альтернатива хімічним технологіям дезінфекції питної води та водовідведення) в комунальній сфері, харчовій промисловості, агропромисловому комплексі, навчальних, дитячих, медичних закладах, санаторіях та ін.

Найбільш ефективними для промислових установок знезараження води є і будуть залишатись на найближчу перспективу ртутні розрядні лампи низького тиску. Для малопотужних установок індивідуального користування перспективними є екологічно безпечні безртутні ексімерні лампи ультрафіолетового випромінювання.

Найбільш широкою сферою споживання ультрафіолетових ламп будуть залишатися установки для дезінфекції повітря (медичного, побутового та іншого призначення). Суттєве розширення потреб в бактерицидних лампах можливе при впровадженні обов'язкових санітарних та протиепідеміологічних заходів в місцях знаходження значної кількості людей (навчальних закладах, вокзалах, кінотеатрах, магазинах та ін.) шляхом встановлення установок бактерицидного знезараження повітря.

Із нових напрямків застосування УФ-випромінювання досить перспективним можуть стати технології по знешкодженню техногенних токсикантів (діоксинів, гербіцидів та ін.) шляхом їх розкладу на токсичні сполуки під дією ультрафіолету та озону.

Головними напрямками підвищення ефективності ртутних розрядних ламп низького тиску (область УФ-випромінювання «С») є НВЧ-живлення ламп та використання амальгам замість рідкої ртуті. Для джерел УФ-випромінювання малої потужності більш перспективними є ексимерні безртутні лампи та УФ-світлодіоди. Найбільш ефективними серед потужних джерел випромінювання (область «А» і «В») є металогалогенні лампи високого тиску.

В роботі також пропонуються заходи щодо попередження ввозу на митну територію України ультрафіолетових ламп різної якості.

УДК 621.3.032

ЕЛЕКТРОННІ ПУСКОРЕГУЛЮЮЧІ АПАРАТИ ТА ПРОСТІ СПОСОБИ ПОДАВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЗАВАД, ЩО ВОНИ СТВОРЮЮТЬ

Шепілко Є.В., к.ф.-м.н., доц.

Харківська національна академія міського господарства

Розрядні лампи, на відмінність від ламп розжарення, при роботі створюють електромагнітні завади, що випромінюються самим джерелом світла, так і розповсюджуються мережами живлення.

Для подавлення електромагнітних завад, що створюють розрядні лампи, при використанні електромагнітних пускорегулюючих пристроїв застосовують ємкісні фільтри для захисту мереж живлення та технологічні рішення при конструюванні металевих елементів, плафонів світлових приладів та установок.

В наш час використання електронних пускорегулюючих пристроїв для засвічення розрядних ламп значно зросло. В той же час до електромагнітних завад, що створюють розрядні джерела світла додалися електромагнітні завади, що створюють електронні пускорегулюючі пристрої, подібно до електромагнітних завад, що створюють електронні обчислювальні машини, і які також випромінюються (на частотах від 30 до 300 МГц), так і розповсюджуються мережами живлення (на частотах від 0,45 до 30 МГц).

Головним джерелом електромагнітного випромінювання, окрім джерела світла, є струмові викиди, що виникають при зміні станів інтегральних мікросхем, що монтуються на друкованих платах електронних пускорегулюючих пристроїв. Друкований провідник довжиною, наприклад, 10см є поганим випромінювачем. В той же час провідники, що ведуть до землі, або з'єднуються з логічною землею достатні для випромінювання синфазного шуму. Навіть екрановані кабелі випромінюють у тому випадку, коли екран підключений до логічної землі з шумами.

Можна виділити три способи боротьби з вказаними електромагнітними завадами. По перше необхідно створювати оптимальні розгалуження друкованих плат з метою зменшення реактивного опору шини живлення до величини нижче 10 ом на частоті 100 МГц. Для досягнення цього необхідно застосовувати шунтування, багатошарові друковані плати та перемикання шин. По друге необхідно якісно екранувати кабелі з'єднань, при цьому важливе значення має заземлення екрану, оскільки неправильне заземлення кабелів нівелює дію екрана, наприклад. приєднання до логічної землі. По третє важливим є вибір заземлення. У більшості друкованих плат земля не є якісною, тому екрануючі провідники не слід підключати до неї. Замість екранування краще застосовувати з'єднувальні елементи з фільтрами, які самі по собі забезпечують подавлення електромагнітних завад на 30 дБ і більше. Окрім цього слід застосовувати шунтуючі ємкості при умові підключення їх до якісної землі, а також мережні фільтри, що, як правило, складаються з трьох конденсаторів і індуктивності з двома обмотками. Такі фільтри необхідні для імпульсних джерел живлення, що застосовуються в електронних пускорегулюючих пристроях.

УДК 539.627

РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КОНСТРУКЦИИ СВЕТИЛЬНИКОВ

Шпачук В.П., д.т.н., проф., Жуков В.Ф., к.т.н., доц.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Хорошее освещение является необходимым требованием нормальной работы городского транспорта, спортивных сооружений, функционирования предприятий, открытых складов, рабочих площадок и города в целом. Качественное наружное освещение – это снижение числа дорожно-транспортных происшествий и травматизма, благоприятное эстетическое впечатление от вечернего города, посещения зрелищных мероприятий и нормальной трудовой деятельности на производстве. Важную роль при этом выполняют конструкции, обеспечивающие правильное фиксированное положение светильников в пространстве. В докладе приводится методика расчета троса крепления подвесных уличных светильников.

Рассматривается трос АВ, к которому закреплены, например, светильники P_1 и P_2 (рис.1,а). Предполагается, что трос АВ – это абсолютно гибкая нить пролета ℓ , нагруженная равномерно распределенной нагрузкой q_1 и q_2 , которая может быть различной на определенных участках троса (например, собственный вес троса, вес токоподводящего провода, гололедная и ветровая нагрузки) и сосредоточенными силами P_1 и P_2 (вес светильников или ветровая нагрузка на них).

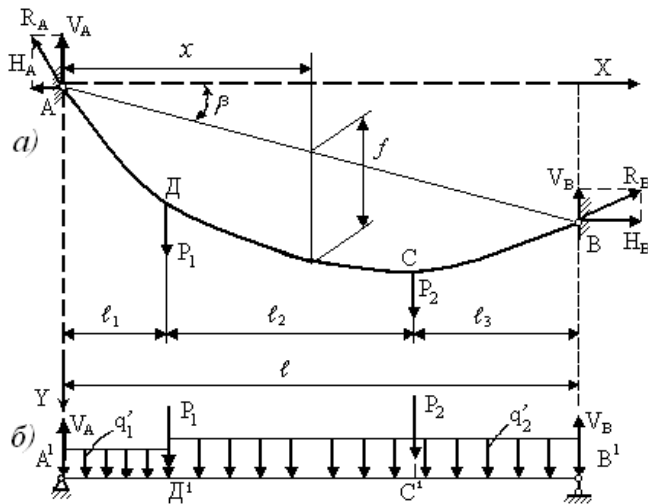


Рис.1

статически эквивалентной равномерно распределенной нагрузкой $q_i = q_i / \cos \beta$ и сосредоточенными силами P_i (рис.1,б), где $i = 1, 2, \dots$. Определяются вертикальные опорные реакции V_A, V_B такой балки, строятся эпюры поперечных сил $Q(x)$ и изгибающих моментов $M(x)$.

Стрела провеса нити f (рис.1,а) от прямой, соединяющей точки закрепления, в любом сечении находится из выражения:

$$f = M(x) / H, \quad (1)$$

где H – горизонтальная составляющая реакций закрепления нити, которая при отсутствии внешней горизонтальной нагрузки вдоль нити одинакова во всех сечениях (то есть $H_A = H_B = H$) и которая при указанных ограничениях мало отличается от полного натяжения нити. Обычно эту составляющую называют натяжением нити.

Натяжение H_k при изменении температуры окружающей среды и нагрузок на нить в любом k^{om} режиме находится в зависимости от натяжения H_0 исходного режима по формуле: $H_k = n_k \cdot H_0$ (2)

где n_k – положительный действительный корень уравнения $H_k = n_k H_0$, (3)

Здесь $C = E F [(\int Q_0^2 dx) \cos^5 \beta / (2 \ell H_0^3) + \alpha_t (t_k - t_0) \cos \beta / H_0] - 1$, (4)

$$D = E F (\int Q_k^2 dx) \cos^5 \beta / (2 \ell H_0^3), \quad (5)$$

E, F, α_t – модуль упругости, площадь поперечного сечения и температурный коэффициент линейного удлинения материала нити, Q_0, Q_k, t_0, t_k – поперечная сила в произвольном сечении и температура окружающей среды в исходном (индекс «0») и k^{om} режиме.

Интеграл $\int Q^2 dx$ для любого режима для эпюры поперечных сил при равномерно распределенной нагрузке может быть определен по формуле (рис.2):

$$\int Q^2 dx = \ell_1 (Q_{A1}^2 + Q_{A1} Q_{D1} + Q_{D1}^2) / 3 + \ell_2 (Q_{D2}^2 + Q_{D2} Q_{C2} + Q_{C2}^2) / 3 + \ell_3 (Q_{C3}^2 + Q_{C3} Q_{B3} + Q_{B3}^2) / 3 + \dots \quad (6)$$

Соотношения (2) – (5) учитывают влияние изменения нагрузки и температуры в процессе эксплуатации на натяжение нити при заданном пролете ℓ .

Принимается, что длина нити мало отличается от длины пролета ℓ (отличие не более 10%)[1]. В этом случае с достаточной точностью можно считать, что нагрузка распределена не по кривой АДСВ, а по длине прямой АВ, которая соединяет точки подвеса нити.

Для решения в соответствии с работой [2] рассмотрим балку A^1B^1 , длиной ℓ , которая закреплена шарнирно и нагружена

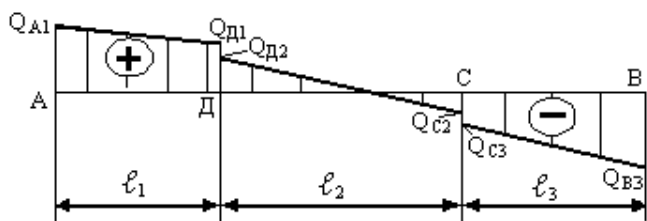


Рис.2

При расчетах рассматриваются согласно «Строительным нормам и правилам» (СНиП) различные режимы сочетания нагрузок и временных воздействий на конструкцию: собственный вес

конструкции, собственный вес конструкции и вес гололеда. При этом рассматриваются режимы без ветра и с соответствующей ветровой нагрузкой. Для каждого режима строятся эпюры поперечных сил $Q(x)$, изгибающих моментов $M(x)$ и вычисляется значение интеграла $\int Q^2 dx$.

Выбирается исходный режим – это режим, для которого изгибающий момент имеет наибольшее значение. Для исходного режима из условия прочности (СНиП) находится натяжение нити H_0 и вычисляется в соответствующем сечении из формулы (1) стрела провеса f_0 , которая сравнивается с заданной. Находится также натяжение нити в точках закрепления с учетом вертикальных реакций и проверяется выполнение условия прочности в этих сечениях. Далее рассматриваются все остальные режимы нагружения с учетом изменения температуры, для которых также вычисляются: натяжение нити H_k (формулы (2)–(5)), стрела провисания нити (формула (1)), натяжение нити в точках закрепления и проверяется выполнение условия прочности.

По тем же формулам (1)–(5) рассчитываются данные для монтажа конструкции.

Предложенная методика расчета троса крепления подвесных уличных светильников используется при проектировании уличного освещения населенных пунктов, а также промышленных площадок и спортивных сооружений.

Литература

1. Опір матеріалів. / За ред.. Г.С.Писаренко. К, 2004.
2. Качурин В.К. Статический расчет вантовых систем. Ленингр., 1969.

ПОЛНООХВАТНАЯ ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРОЖЕКТОРА КРУГОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цюпак Ю.А., к.ф.-м.н., доц.

Мордовский госуниверситет им. Н.П. Огарёва,
г. Саранск, ул. Большевистская, 68 а

Чтобы получить семейство прожекторов с узконаправленным излучением, мы образовали его оптическую систему как тело вращения контура твердотельной оптической системы [1] вокруг её оптической оси.

Чтобы получить оптическую систему прожектора кругового излучения, необходимое тело вращения можно получить вращением профиля твердотельной оптической системы вокруг оси, касательной к вершине основного отражателя (см. рис. 1). Такая оптическая система концентрирует излучение источника в горизонтальной (фокальной) плоскости, не изменяя его в горизонтальной плоскости.

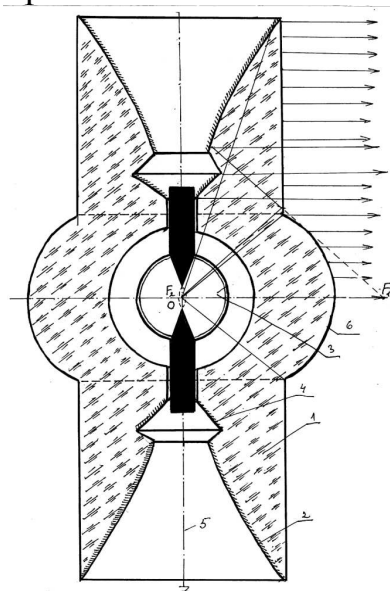


Рис. 1

- 1 – прозрачное тело;
- 2 – отражающая поверхность (параболоид вращения с фокальной линией по F_1);
- 3 – источник света (газоразрядный);
- 4 – вспомогательный параболический отражатель (с фокусом F_2);
- 5 – ось симметрии (вращения) OZ ;
- 6 – цилиндрическая линза.

Такие прожекторы работают в системах навигации на воздушном, морском и речном транспорте. Их КСС описываются двумя характеристиками (см. рис. 2)

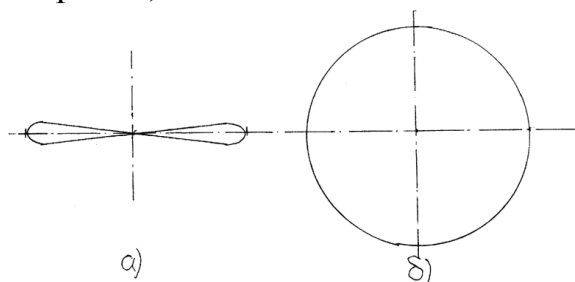


Рис. 2. КСС прожектора кругового излучения:

- а – в вертикальной плоскости;
- б – в горизонтальной плоскости.

Если же ось указанного вращения провести под небольшим углом к касательной ($\sim 5^\circ$), то такие прожекторы в системе с различными светофильтрами могли бы работать как приводные огни взлётно-посадочных

полос, излучая пучки света разных цветов – в зависимости от угла подхода самолёта к посадочной полосе.

Литература

1. Ю.А. Цюпак. Новые возможности конструирования световых приборов на основе светодиодов. Ж. «Світлотехніка та електроенергетика», № 1(9). 03.2007. Харьков. Стр. 10–14.

УДК 631.371:621.311.004.18

ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Ракутько С.А., к.т.н.

*Дальневосточный государственный аграрный университет,
675016, г. Благовещенск, ул. Конная, 92
+79145550312, sergej1964@yandex.ru*

Рассмотрены принципы прикладной теории энергосбережения в технологических процессах облучения. Предложены методы оценки энергоемкости облучения растений по интегральной облученности и спектральным характеристикам.

Современное состояние агропромышленного комплекса характеризуется высокой энергоемкостью производимой продукции. Для решения этой проблемы необходима разработка общей теории энергосбережения и обоснование конкретных энергосберегающих мероприятий (ЭСМ). Одним из наиболее энергоемких процессов в сельском хозяйстве является процесс облучения растений.

Целью настоящей работы является практическое применение принципов прикладной теории энергосбережения для энергетического анализа в сельскохозяйственных энерготехнологических процессах (ЭТП) на примере тепличных облучательных установок (ОбУ). В основу работы положен метод конечных отношений (МКО), разработанный проф. В.Н.Карповым.

Под ЭТП понимается процесс, основанный на преобразовании энергии, подаваемой на вход процесса (Q), в энергию, содержащуюся в конечном продукте (P). В реальном ЭТП так же имеют место потери энергии (ΔQ). Протекает процесс при определенных значениях некоторых координат ξ и ζ .

Уравнение энергетического баланса для ЭТП

$$Q = P + \Delta Q|_{\xi, \zeta}. \quad (1)$$

Энергоемкость ЭТП

$$\varepsilon_{\xi, \zeta} = \frac{Q}{P_{\xi, \zeta}}. \quad (2)$$

Индекс « ξ, ζ » является показателем того, что ЭТП рассматривается при текущем значении некоторых координат ξ и ζ . Очевидно, что уравнения (1) и (2) можно записать как для всего ЭТП, так и для отдельных его этапов.

Целью ЭСМ является такое проведение этапов ЭТП, при котором потери будут наименьшими. В качестве характеристики эффективности ЭСМ на i -м этапе целесообразно принять коэффициент, равный отношению энергоемкости этапа в базовом варианте его проведения ε_i к энергоемкости этапа при внедрении ЭСМ ε'_i

$$k_i^{\text{ЭСМ}} = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon'_i}. \quad (3)$$

Численная оценка оптимизации проведения этапов ЭТП в координатах $\xi - \zeta$ может быть произведена при наличии соответствующих функциональных зависимостей. Для источников света (ИС) этими координатами являются время наработки и напряжение питания.

Применяемые в тепличных ОБУ ИС являются преобразователями подводимой электрической мощности в поток фотосинтетически активной радиации (ФАР) с заданным характером спектрального распределения по зонам ФАР. Энергоемкость данного этапа преобразования энергии определяется как энергоемкостью процесса по интегральному потоку, так и энергоемкостью по обеспечению спектрального состава излучения. Результаты проведенных нами экспериментов показали, что как на интегральную величину потока ИС, так и на их спектральных характеристики большое влияние оказывают эксплуатационные факторы (в первую очередь время наработки и величина питающего напряжения).

Как правило, применяемые ИС имеют спектральный состав излучения (задаваемый долей энергии в отдельных спектральных диапазонах k_i), отличный от оптимального (характеризуемого значениями $k_{\text{ин}}$). Использование таких ИС ведет к дополнительным потерям, природа которых связана с необходимостью обеспечить требуемую дозу облучения в «дефицитном» спектральном диапазоне, завысив ее в других диапазонах на некоторую величину k_3 , которую можно назвать коэффициентом завышения

$$k_3 = \text{MAX} \left\{ \frac{k_{\text{ин}}}{k_i} \right\}. \quad (4)$$

Можно показать, что численное значение энергоемкости равно коэффициенту завышения, т.е.

$$\varepsilon = k_3. \quad (5)$$

Анализ проведенных нами теоретических и экспериментальных исследований позволяет сделать следующие выводы.

1. Прикладная теория энергосбережения является основой энергетического анализа этапов ЭТП и оценки эффективности применяемых ЭСМ. Практическое применение принципов оценки эффективности ЭСМ на примере тепличных ОБУ показало адекватность предлагаемой теории.

2. Снижение энергоемкости облучения растений по интегральному потоку обеспечивается техническим мероприятием – стабилизацией питающего напряжения и организационным мероприятием – соблюдением режимов обслуживания ОБУ.

3. Снижение энергоемкости облучения растений по спектральному составу обеспечивается аналогичными организационно - техническими ЭСМ, критерием эффективности которых является обеспечение требуемого коэффициента спектральных отклонений. Эффективность отдельных ЭСМ независимо от их природы характеризуется значениями соответствующих коэффициентов эффективности.

Таким образом, изложенные в рамках прикладной теории энергосбережения подходы к оценке энергосберегающих мероприятий в ЭТП АПК на основе их энергетического анализа позволяют производить обоснованный выбор наиболее эффективного способа проведения технологического процесса и добиться максимального энергосбережения.

УДК 628.327

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРЕНИЯ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЛАМП

Овчинников С.С., д.т.н., проф., Таряник М.М., Серобаба А.А., асп.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Определены пороговые значения изменения освещенности, создаваемой источниками различного типа, а также исследовано влияние колебаний освещенности на функции зрения при сверхпороговых и допороговых колебаниях.

В осветительных сетях требования к пульсациям напряжения сети достаточно высокие и имеющие место колебания и отклонения напряжения сети не должны вызывать изменения уровня освещенности выше порогового значения. Тем не менее, даже допороговые колебания освещенности могут приводить к нежелательным психофизиологическим эффектам, таким как снижение зрительной работоспособности, повышение пороговых характеристик, обнаружение и различение и т.д.

В ряде случаев, особенно при питании осветительных сетей от общего с технологическими линиями трансформатора, колебания и отклонения напряжения в осветительных сетях могут выходить за допустимые пределы. В жилых помещениях различные электробытовые приборы подключаются к общей с осветительными приборами сети. В настоящее время имеется множество бытовых электроприборов значительной мощности, в результате чего колебания и отклонения напряжения могут выходить за предельно-допустимые значения.

Цель работы - определить пороговые значения изменения освещенности, создаваемой источниками различного типа, и исследовать влияние колебаний освещенности на функции зрения при сверх- и допороговых колебаниях. Поставленная задача в свете вышеизложенного актуальна, особенно если учесть, что решение проблемы энергосбережения требует широкого внедрения различного типа новых энергосберегающих источников света, для которых еще не накоплен достаточный опыт длительной эксплуатации.

Были проведены исследования пороговых значений колебания освещенности, создаваемой люминесцентными лампами, трубчатыми, спиральными (так называемыми энергосберегающими) и компактными лампами с различной цветовой температурой, а также лампами накаливания, как наиболее массовыми в настоящее время источниками света в бытовом освещении. Кроме того, для ламп накаливания функции зрения достаточно хорошо исследованы.

В докладе приведены результаты исследований для ламп различного типа. Приведены значения порогов обнаружения колебаний для ламп различного типа при вероятности обнаружения 50 и 75% на повышение и понижение напряжения.

Литература

1. Овчинников С.С., Таряник М.М. Влияние характеристик зрительного анализатора и параметров источников света на амплитудно-частотную характеристику восприятия колебаний освещенности // Світлотехніка та електроенергетика. – 2008. – №3. – С. 30-34.
2. Мешков В.В., Матвеев А.Б. Основы светотехники, Ч.2 - М.: Энергоатомиздат, 2005. – 361 с.
- 3.Руководство по проектированию динамического освещения в производственных помещениях - М.: Стройиздат, 1980.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИБУХОБЕЗПЕЧНОСТІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Рой Ю.В., Рой В.Ф., д.ф.-м.н., проф.

Харківська національна академія міського господарства

Проблема забезпечення вибухо- і пожаробезпечності освітлювальних установок (ОУ), що експлуатуються в технологічному середовищі, пов'язаному з використанням небезпечних відносно спалаху речовин, є досить актуальною, у зв'язку з широкою сферою використання таких систем. Це, насамперед, підприємства хімічної, газової, текстильної, вугільної, та багато інших галузей промисловості. Такі зони допускається освітлювати лише приладами, які не можуть бути джерелом запалення вибухонебезпечного середовища. В поточній час Європейським комітетом по стандартизації розроблені спеціальні правила і норми експлуатації електроустановок в вибухонебезпечних зонах, це, зокрема, стандарт АТЕХ 94/9/ЕС (Обладнання і захисні системи для використання в потенційно вибухонебезпечній атмосфері), спрямовані на створення

вибухо захищеного обладнання. Згідно цього стандарту, електричні апарати для вибухонебезпечних зон класифіковані по групах, категоріям і температурним класам, що в більшості пунктів відповідають вимогам останній редакції УкрПУЕ.

Найбільш важливим параметром, що характеризує вибухонебезпечне середовище є температура запалення, яка є найнижчою величиною, що може запалити вибухонебезпечну атмосферу. Тому найбільша температура поверхні усіх елементів ОУ повинна бути нижчою, ніж температура спалаху небезпечного газового середовища.

Найвищий ступень захисту світлових приладів регламентується Європейським стандартом EN50019 (підвищена надійність «е») і полягає в незастосуванні джерел, що можуть привести до спалаху, тобто виключенні можливості виникнення високої температури, іскр, електричних дуг.

Найбільш реальним світловим приладом (СП), що при певних умовах може задовольнити таким вимогам, є освітлювач з ЛЛ з рівнем захисту «е».

Раніше було експериментально доведено [1], що запалююча спроможність іскр, які виникають при комутації електричних кіл ОУ, що містять реактивні елементів, - тим більша, чим більші напруги, струм та індуктивність, що в сукупності визначають енергію іскрового розряду, який може бути джерелом запалення вибухонебезпечного середовища. Крім того, важливим параметром запалення є також тривалість дугової стадії розряду, оскільки саме вона характеризується проходженням високого струму та температурою, в основному, обумовлює спроможність запалення небезпечного середовища.

Тому енергія W дугової стадії розряду може бути представлена: $W = \int_0^t U \cdot i \cdot dt$,

де U – діюча напруга, i – струм розряду, t – тривалість дугової стадії. Оскільки напруга і струм значною мірою визначаються робочими параметрами джерела світла, що використовується в СП, то єдиним відносно незалежним параметром, яким можна регулювати величину енергії дугового розряду, є саме тривалість дугової стадії. Таке регулювання можливо здійснювати за рахунок збільшення частоти живлючої напруги, оскільки кожен перехід напруги через «нуль» супроводжується погасанням дугового розряду і зменшенням тривалості горіння дуги. Таким чином, тривалість горіння дугової стадії розряду є одним з основних чинників, що визначають вплив частоти живлючої напруги на величину електричної енергії, яка накопичується в реактивних елементах електричних кіл ОУ. Так, оцінка величини струму запалення метано-повітряної суміші на частоті живлючої мережі 20 кГц дає величину запалюючого струму $I_{\text{зап}} = 1,6\text{А}$, що майже на порядок більше, ніж на промисловій частоті [1].

Це пояснюється тим, що тривалість чверті періоду напруги живлення підвищеною частотою на порядок менша, ніж при живленні струмом 50 Гц і дуга гасне кожен раз при проходженні напруги через «0», що супроводжується деіонізацією розрядного проміжку, і, відповідно, зменшенням енергії розряду. Оскільки швидкість зростання напруги в момент переходу струму через «0» пропорційна частоті живлення: $dU/dT = 2\pi \cdot f \cdot E_m$, де E_m – напруга джерела

живлення, f – частота, то імовірність появи дуги в момент $i = 0$ визначається величиною dU/dT і відношенням термінів іонізації та деіонізації носіїв в плазмі газового розряду.

При збільшенні частоти живлення швидкість зростання напруги збільшується і при деякому значенні f стане більше за швидкість збільшення електричної міцності розрядного проміжку. В цьому випадку тривалість дугової стадії розряду перебільшить величину напівперіода напруги живлення, що приведе до зменшення величини запалюючої спроможності струму. Подальше збільшення частоти призводить до моменту, коли тривалість дугової стадії розряду буде визначатися лише швидкістю розмикання електричної мережі і запалююча спроможність її буде відповідати запалюючій спроможності дугового розряду на постійному струмові.

При збільшенні індуктивності електричної мережі зростає тривалість дугової стадії розряду, завдяки збільшенню накопичуваної в реактивності енергії, що призводить до збільшення запалювальної спроможності дугового розряду.

При збільшенні частоти f величина струму запалення збільшується до тих пір, поки співвідношення між постійною часу електричного кола $\tau = L/R$ та періодом ВЧ напруги не досягне величини, при якій енергія, що накопичується в індуктивності контуру, в момент розриву електричного ланцюга зможе компенсувати переходи струму через нуль. При цьому кожній частоті напруги живлення відповідає характерна для даної мережі величина індуктивності L , перевищення якої призводить до поновлення спроможності до запалення на рівні постійного струму. Для кожного значення індуктивності електричної мережі L існує частота, яка відповідає максимальному запалювальному струму, величина якої зростає із зменшенням L і може значно перебільшити запалювальну спроможність на постійному струмові. Проведені розрахунки свідчать, що для реалізації режиму вибухобезпечної роботи ОУ з ЛЛ найбільш придатним є діапазон частот напруги живлення 20-40 кГц, оскільки подальше підвищення частоти призводить до зниження іскробезпечності електричних кіл СП.

Розроблена нами ВЧ блок живлення ЛЛ ламп складається з мережевого випрямляча, імпульсного стабілізатора, задаючого генератора, формувача імпульсів, підсилювача потужності та блока захисних трансформаторів. Захисна функція трансформаторів заснована на обмежувальній дії їх індуктивності розсіювання, в результаті якої струм КЗ на виході пристрою не перевищує допустимої по умовам вибухобезпечності величини. Крім того іскробезпечність вихідних кіл продубльована імпульсним стабілізатором, що підтримує напругу живлення на безпечному рівні. Таким чином, розроблена схема живлення СП забезпечує гарантовану безпечну роботу ОУ в робочому та аварійному режимах без порушення необхідного рівня вибухобезпечності.

Література

1. Рой В.Ф., Горяжа А.В. Параметры взрывобезопасности сетей промышленных электроосветительных установок, //Вестник ХПИ, вып. №119, 2000, С.52-54.

СВЕТОДИОДНЫЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Приказчик С.П., асп.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

В докладе приведено описания нескольких проектов освещения зданий. Представлены преимущества использования систем освещения на основе светодиодных источников света.

В настоящее время темп развития полупроводниковых источников света значительно увеличился. Светотехнические параметры отдельных светодиодов, как источников света, улучшились. Благодаря этому область их применения и назначения получила еще большее распределение. Выпускаются как отдельные светодиодные источники света (однокристалльные и многокристалльные) с большим световым потоком, так и множество светодиодных модулей различного назначения. Одним из общих свойств названных источников по-прежнему является направленный поток света. Однако, рассматривая светотехнические параметры светодиодов и модулей на их основе и применив при необходимости вторичную оптику, становится видно, что с помощью полупроводниковых источников света, возможно, создавать как контурную подсветку, так и мощные прожекторы.

В программе DIALux были сделаны проекты освещения фасадов некоторых зданий, таких как, дворец Украина, административное здание, офисный центр и др.

В проектах применялись разные типы светодиодного осветительного оборудования, с использованием различной вторичной оптики и без нее.

Из проектов можно сделать вывод, что светодиодные источники света (фирмы Edison) хорошо подходят для создания световых композиций архитектурного освещения. Но когда необходимо создать более равномерное освещение на большой площади, то параметров этих источников света (в том количестве, которое было использовано в проекте) недостаточно для замены стандартных металлогалогенных ламп, мощностью 400 Вт. Дальнейшие исследования будут направлены на проверку в проектах более мощных светодиодов, с большим световым потоком (многокристалльные).

Системы освещения на основе светодиодных источников света позволяют создавать яркие сочные цвета как статического, так и динамического архитектурного освещения без использования цветных светофильтров и соответственно без потерь светового потока на них. На сегодняшний день существуют такие уровни светоотдачи различных источников света: тепловые источники – 10-30 лм/Вт, металлогалогенные лампы – 50-80 лм/Вт, светодиоды – 45-100 лм/Вт.

При обеспечении необходимого теплоотвода от кристалла светодиода на стадии производства осветительного оборудования систем освещения

требование соблюдать максимальную дистанцию между элементами системы и неметаллическими деталями конструкций, чтобы снизить риск возгорания является не столь критичным. Эта возможность дает дизайнерам больше свободы при разработке проекта освещения.

Светодиодные системы освещения являются низковольтным оборудованием с собственным преобразователем переменного напряжения в постоянное и поэтому не зависят от колебаний напряжения в сети. В отличие от многих стандартных систем освещения и подсветки (например, с разрядными источниками света), они не требуют высокого уровня напряжения при включении. Также системы освещения на основе светодиодов более удобны при монтаже: независимо от поставленной задачи есть возможность подобрать наиболее подходящие по внешнему виду и параметрам. Внешние габариты светодиодного осветительного оборудования позволяют создавать различные световые решения, не нарушая архитектуру здания или интерьера.

Светодиодные осветительные приборы позволяют осветить заданную поверхность, практически не захватывая поверхность вне заданной. Световые приборы на основе полупроводниковых источников света оказывают минимальное влияние на уровень светового загрязнения окружающей среды при правильно выбранной ширине светового пучка благодаря высокой точности воспроизведения заданного распределения силы света. Уровень светового загрязнения значительно влияет на впечатления и ощущения жителей и гостей различных городов. Положительным примером этого являются такие города как Эйндховен и Амстердам.

УДК 628.971

ОСОБЕННОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ПОДВОДНОЙ ФОТОСЪЕМКЕ

Васильева Ю.О., к.т.н., асс., Ляшенко Е.Н., асс.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

В настоящее время искусственное подводное освещение широко применяется при разнообразных подводных работах, исследованиях и подводном спорте [1]. Кроме целей ориентации и обеспечения визуальной видимости оно необходимо для обеспечения работы подводных телевизионных установок и фотокиносъемочной аппаратуры. Аппаратура, используемая для искусственного подводного освещения, имеет ряд особенностей, обусловленных спецификой среды [2]. При ее создании необходимо учитывать воздействие давления воды, ее поглощающие и рассеивающие свойства.

Основным препятствием для получения хороших подводных снимков является рассеянием света. Физический смысл этого явления заключается в том, что каждый элементарный объем воды или взвешенной частицы не только поглощает часть световой энергии, но и отражает ее в разных направлениях.

Свет, отраженный от этих частиц, попадает на соседние частицы и, в свою очередь, отражается от них. Таким образом, возникает многократное рассеяние света в воде. В конечном счете, рассеяние света в воде приводит к образованию «светового тумана» между объективом камеры и объектом съемки. Поглощение и рассеяние света в воде неодинаково для световых волн разной длины, воды действует как светофильтр, в котором световые волны большой длины, т.е. красный свет, поглощается больше, чем коротковолновое излучение (голубой цвет). В то же время процесс рассеяния света происходит в обратном порядке. Так называемое «обратное рассеяние» является одной из главных проблем любого подводного фотографа, использующего средства искусственного освещения. Подробнее эта проблема будет рассмотрена в рамках доклада.

Для успешной работы световые приборы должны быть определенным образом размещены по отношению к освещаемому объекту. Следует отметить, главным фактором для обеспечения цветопередачи является суммарная длина хода луча от осветителя до объектива.

Литература

1. Антонов А.Л. Подводное освещение. - М.: Парт 2003.
2. Шахов С.Ю. Основы освещения. - М.: Рора 2000.

СЕКЦІЯ 2

***ДІАГНОСТИКА І ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ
ОСВІТЛЕННЯ***

ДЕРЖАВНИЙ ПЕРВИННИЙ ЕТАЛОН СПЕКТРАЛЬНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СПРЯМОВАНОГО ПРОПУСКАННЯ, ДЗЕРКАЛЬНОГО ТА ДИФУЗНОГО ВІДБИТТЯ В ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ ВІД 0,2 МКМ ДО 25 МКМ

Назаренко Л.А., д.т.н., проф.

Харківська національна академія міського господарства

61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12, e-mail:

Lnazarenko@ksame.kharkov.ua

Гур'єв М.В., Андрос С.П., Полевой В.І.

Національний науковий центр „Інститут метеорології”

вул. Мירוносицька, 42, Харків-61002, Україна, тел.: (+38057) 704-97-50

Спектрофотометричні вимірювання необхідні в багатьох галузях промисловості, науки, медицині. Особливість спектрофотометрії полягає в тому, що одиниці спектральних коефіцієнтів пропускання матеріалів і відбиття поверхонь визначається відношенням двох потоків випромінювання, один із яких є нормуючим, характеризує фундаментальні властивості речовин і поверхонь.

Тому необхідно виділити певну групу речовин або поверхонь, чії властивості мала б стабільність і були б реперними значеннями фотометричних шкал. Сукупність високоточної спектрофотометричної установки і стабільних мір утворюють еталон, за допомогою якого відтворюється фотометрична шкала, характеризуючи оптичні властивості матеріалів і поверхонь.

Створений в 2007р. в Україні державний первинний еталон одиниць спектральних коефіцієнтів, спрямованого пропускання дзеркального та дифузного відбиття відповідає вимогам розвитку даного виду вимірювань.

До складу еталона входить:

- спектрофотометрична установка для відтворення одиниць коефіцієнтів спрямованого пропускання, дзеркального і дифузного відбиття;
- гоніометрична установка;
- еталонні набори мір коефіцієнтів спрямованого пропускання, дзеркального і дифузного відбиття
- прецезійний спектрофотометр Lambda 950 для передавання названих одиниць;
- система автоматизації, реєстрації та обробка інформації.

До складу спектрофотометричної установки (рис.1) входять: монохроматор МДР – 41 з вхідним дзеркальним конденсором зі світлофільтрами та блоком управління, оптично – механічний блок, комплект джерел випромінювання з блоками живлення деймрієва та галогенна лампи, глобар, фотодіоди фірми Hamamatsu, оптико-акустичний приймач ОАП – 7, піко амперметр KEITHLEY6485, комплект з п'яти інтегруючих сфер.

Для вимірювання коефіцієнтів повного відбиття зразків, які мають дзеркальну складову відбиття, використовується сфера з внутрішнім розміщенням зразків за методом Рвачова – Сахновського. Вимірювання дифузних коефіцієнтів відбиття проводиться за методом Тейлора.

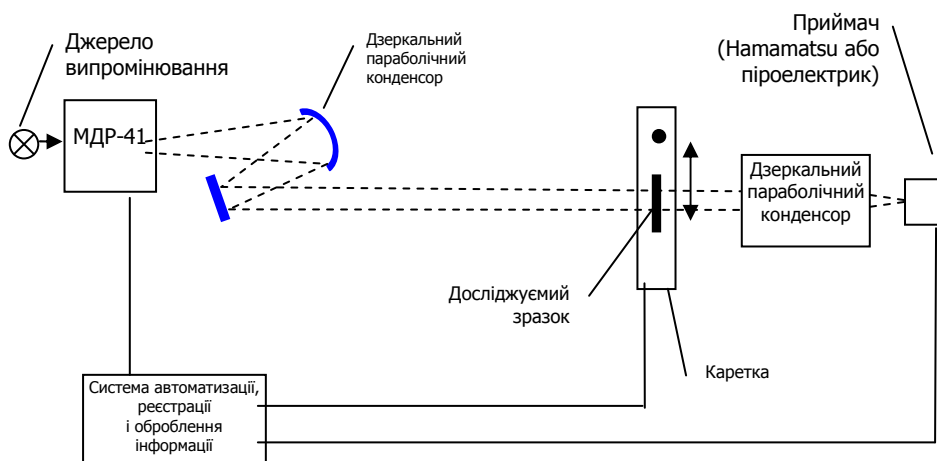


Рис. 1

Гоніометрична установка забезпечує вимірювання індикатрис розсіювання зразків дифузного відбиття (рис 2).

Еталонні набори мір коефіцієнтів спрямованого пропускання, виготовлені із скла різних марок та зі скла з тонкоплівочимо покриттям забезпечують передавання одиниці в найбільш поширеному діапазоні вимірювань;

Різні марки скла СС – 9, ІС – 8, К – 8, ПС – 11 забезпечують широкий спектральний діапазон набору 0,3 – 3,0 мкм, а різні скла товщини забезпечують динамічний діапазон цього набору.

Комплект світлофільтрів КС – 105 призначено для перевірки фотометричних шкал та шкал довжин хвиль спектрофотометрів з малими розмірами плями, випромінювання, що працюють в ультрафіолетовій, видимій та ближній інфрачервоній областях спектра 0,2 – 2,5 мкм.

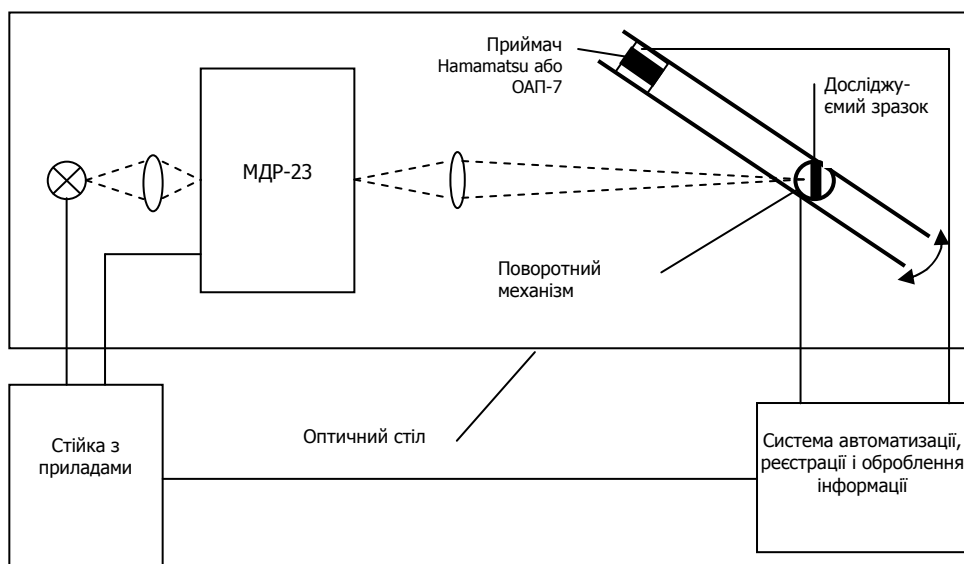


Рис. 2

Еталонний набір дифузного відбиття призначений для передачі розміру одиниці до робочих еталонів у відповідності до повір очної схеми. Для спектрального діапазону 0,2 – 2,5 мкм використовуються міри, які виготовлено із молочного скла. Для спектрального діапазону 2,5-25 мкм використовуються

міри, які виготовлено з металевих пластин з шорсткою поверхнею та покритих алюмінієм високої чистоти.

Діапазон значень спектральних коефіцієнтів спектрального пропускання, в якому відтворюється одиниця, в діапазоні довжин хвиль від 0,2 мкм до 25,0 мкм, становить від 0,01 до 0,95 (безрозмірних одиниць).

Діапазон значень спектральних коефіцієнтів дзеркального відбиття в якому відтворюється одиниці, в діапазоні хвиль від 0,2 мкм до 25,0 мкм становить від 0,03 до 0,98 (безрозмірних одиниць).

Діапазон значень спектральних коефіцієнтів дифузного відбиття, в якому відтворюється одиниця, в діапазоні: довжин хвиль від 0,2 мкм до 25,0 мкм становить від 0,02 до 1,00 (безрозмірних одиниць).

Еталон забезпечує відтворення одиниць:

- спектральних коефіцієнтів спрямованого пропускання з відносним середнім квадратичним відхиленням результату вимірювань, що не перевищує 0,0005 за умови 25 незалежних спостережень. Відносна не вилучена систематична похибка не перевищує 0,001 при довірчій імовірності 0,99;

- спектральних коефіцієнтів дзеркального відбиття з відносним середнім квадратичним відхиленням результату випромінювання, що не перевищує 0,001 за умови, 25 незалежних спостережень. Відносно не вилучена систематична похибка не перевищує 0,01 при довірчій імовірності 0,99;

- спектральних коефіцієнтів дифузного відбиття з відносним середнім квадратичним відхиленням результату вимірювань, що не перевищує 0,0005 за умови 25 незалежних спостережень. Відносна не вилучена систематична похибка не перевищує 0,015 при довірчій імовірності 0,99;

Створення еталона забезпечує відтворення і передавання одиниць з точністю яка відповідає світовому рівню розвитку даного виду вимірювань. За своїми метрологічними характеристиками він знаходиться на рівні еталонів розвинених країн світу (США, Англія Росія).

УДК 681.7.069

ФОТОДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ

Татьянко Д.Н.

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины

261085, г. Харьков, ул. Академика Проскуры, 12, тел.: 38 057 720 33 71

e-mail: tatyanko@ukr.net, tatyanko@ire.kharkov.ua

Введение

Широкое применение светодиодов в науке и технике требует современного метрологического обеспечения данного вида источников оптического излучения. Одним из примеров применения светодиодов являются средства измерительной техники (СИТ) для работы на волоконно-оптических

линиях связи (ВОЛС). Многие ведущие производители СИТ для ВОЛС используют в оптических тестерах и источниках оптического излучения наряду с лазерными источниками и светодиодами. Примерами могут служить прецизионные оптические тестеры моделей FOT-300-12D, FOT-600-12D и FOT-930-12D (компания EXFO, Канада), оптические тестеры моделей FOD1203A/B

(КБ волоконно-оптических приборов, Россия) и другие.

Отличительной особенностью светодиодов от лазерных источников излучения, в частности, от полупроводниковых лазеров, является большая спектральная ширина излучения светодиодов. Например, ширина спектра светодиодов, используемых в оптических тестерах FOT-930-12D равна 135 нм, тогда, как ширина спектра полупроводниковых лазеров составляет единицы нанометров. Большой диапазон спектра излучения поднимает проблему детектирования мощности излучения светодиодов.

Наибольшее распространение среди детекторов оптического излучения получили полупроводниковые фотодиоды. Но недостатком фотодиодов является нелинейность (в общем случае) спектральной чувствительности.

В пределах спектра излучения полупроводникового лазера, составляющего единицы нанометров, спектральная чувствительность фотодиода практически не изменяется. Но в пределах ширины спектра светодиодов изменение чувствительности фотодиода заметно меняется (1-5 дБм). Причем, это изменение носит нелинейный характер. Таким образом, различные составляющие спектра светодиода детектируются с разной чувствительностью. Это затрудняет прецизионные измерения мощности излучения светодиодов. Для решения этой проблемы необходим спектрально “предсказуемый” детектор с хорошей линейностью спектральной характеристики.

Трап детекторы оптического излучения

Спектральная чувствительность фотодиода зависит от длины волны излучения и от коэффициента отражения поверхности фотодиода, который является нелинейной характеристикой. Минимизировав коэффициент отражения, можно добиться максимальной линейности спектральной чувствительности. Для снижения влияния нелинейной составляющей предлагается уменьшать коэффициент отражения датчика оптического излучения за счет использования так называемого трап детектора.

Впервые трап-детектор был предложен и описан Залевским и Дудой в 1983 году. Он состоит из четырех расположенных последовательно фотодиодов. При этом луч, отражаясь от каждого фотодиода, попадает на последующий фотодиод и, отразившись от последнего в цепочке фотодиода, направляется на предыдущий фотодиод, таким образом, возвращаясь в систему фотодиодов.

За счет многократного попадания луча на фотодиоды внутри трап детектора, практически все оптическое излучение поглощается, следовательно, уменьшается общий коэффициент отражения детектора. Уменьшение коэффициента отражения, значительно улучшает линейность спектральной

чувствительности трап детектора по сравнению с отдельными фотодиодами. Благодаря этому упрощается измерение мощности излучения светодиодов. Нет необходимости знать значение чувствительности каждой спектральной составляющей внутри спектра излучения светодиода, а достаточно знать только наклон кривой спектральной чувствительности.

Новая модель трап детектора

Для уменьшения коэффициента отражения фотодетекторов, рассмотренных выше, предлагается новая модель трап детектора, представленная на рис.1, которая обладает большим количеством переотражений оптического луча в структуре детектора.

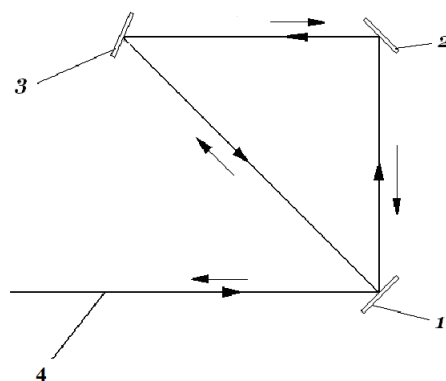


Рис.1 – Новая модель трап детектора на базе трех фотодиодов

В данной конфигурации, построенной на трех фотодиодах, луч 4 падает на фотодиод 1 и далее отражается на фотодиоды 2 и 3. Фотодиод 3 отражает луч не обратно на фотодиод 2, как в известных конфигурациях трап детекторов, а переотражает луч на фотодиод 1. Луч, при этом, падает на фотодиод 1 по нормали и затем возвращается обратно в систему фотодиодов, переотражаясь от фотодиода 1 на фотодиод 3 и далее на фотодиоды 2 и 1.

В известных схемах из трех фотодиодов луч переотражается 5 раз, а в предлагаемой схеме - 7 раз. Таким образом, в классической схеме происходит $2N-1$ переотражение, а в предлагаемой схеме $2N+1$ переотражение, где N – количество фотодиодов в трап-детекторе.

Выводы

Таким образом, использование трап детекторов обеспечивает хорошую линейность спектральной чувствительности датчика в границах спектра излучения светодиода при измерении оптической мощности.

Предложена новая модель трап детектора, преимуществом которой является большее количество переотражений излучения внутри детектора. В результате чего, большая часть мощности излучения поглощается фотодиодами, т.е. минимизируется коэффициент отражения детектора.

Благодаря вышесказанному увеличивается точность и улучшается линейность фотодетектора, что позволяет использовать трап детекторы для прецизионных измерений мощности не только лазерного излучения, но и излучения светодиодов.

ПЕРІОДИЧНИЙ КОНТРОЛЬ СИЛИ СВІТЛА БІЧНИХ ВОГНІВ ШЗПС

Степура В.І., к.т.н., доц.

Національний авіаційний університет. Інститут електроніки і систем управління

03058, м. Київ – 58, пр. Космонавта Комарова, 1 корп. 5, ауд. 5-314,
тел. (044)4067589, e-mail: runway@list.ru

Запропоновано методику періодичного контролю сили світла в основному промені наземних вогнів ЗПС.

Вступ. Досвід експлуатації світлосигнального обладнання аеродромів вказує, що підтримка працездатного стану вогнів системи в повному обсязі вимог стандарту не може бути забезпечений тільки одним оглядом і виконанням регламентних робіт. Нормативні документи цивільної авіації вимагають періодично вимірювати світлотехнічні параметри вогнів - не рідше два рази в рік для заглиблених вогнів і не рідше одного разу в рік для інших вогнів.

Аналіз досліджень і публікацій присвячених розв'язку проблеми періодичного контролю світлотехнічних параметрів аеродромних вогнів під час експлуатації вказує на опис комплексу для контролю світлотехнічних параметрів лише вогнів ЗПС заглибленого типу. Для інших вогнів - контроль рекомендовано здійснювати в умовах спеціалізованої лабораторії.

Результати роботи. Встановлено, що шукане середнє значення сили світла в основному промені вогню буде пропорційною фотоструму фотодетектора за умови, якщо останній має фоточутливу площадку детектора близьку за розмірами зі слідом, який вирізає основний промінь у поперечній до світлооптичної осі вогню площині розташованій на у безпосередній близькості від вогню. При цьому весь світловий потік вогню, обмежений основним променем повинен попадати на фотодетектор. Можливість згаданих вимірювань була підтверджена натурними випробуванням фотодетектора необхідного розміру зібраного на основі фотодіодів ФД-24К. Шукане значення середньої сили світла - I_x можна визначити порівнюючи освітленості фотодетектора від нового вогню E_0 взятого за взірець, з освітленістю створювану досліджуванним вогнем E_x , тобто: $I_x = I_0 \frac{E_x}{E_0}$, де; I_0 - середня сила світла в основному промені вогню, взятого за взірець. Також за результатами теоретичних і практичних досліджень були отримані степеневі функції виду:

$$I_n = 2,666 \quad \text{та} \quad I_n = 2,048$$

Які дозволяють провести корекції отриманих даних вимірювань під час роботи вогнів у режимах сили світла 10 і 30 відсотків від номінального.

Висновки.

Впровадження описаного методу дозволить реалізувати періодичний контроль світлотехнічних параметрів вогнів фахівцями експлуатуючих служб, що призведе до економії коштів на витратні матеріали (не потрібна масова заміна джерел світла) та поліпшить безпеку польотів на аеродромах цивільної авіації.

УДК 536.6+692.82

КОМПЛЕКС ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТЕНЕНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Декуша Л.В., к.т.н., Воробьев Л.И., к.т.н., Шаповалов В.И., Гайдучек А.В.

Институт технической теплофизики НАН Украины

03057, г. Киев, ул. Желябова, 2а, тел. (044) 453-28-42, E-mail: teplomer@ukr.net

Рассмотрено устройство дифференциального радиометра и методика применения таких приборов при определении характеристик передачи энергии солнечного излучения через светопрозрачные конструкции зданий.

УДК 621.383.7

МАТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ СВІТЛА З ЦИФРОВИМ ПРЕДСТАВЛЕННЯМ СИГНАЛУ

Осадца Я.М., асп., Рінецький Р.Й., к.т.н., доц.

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

м. Тернопіль, вул. Микулинецька 46; E-mail: kaf_es@tu.edu.te.ua

Оптико-електронні перетворювачі (ОЕП) зображень можна умовно розділити на три групи: дискретні, лінійні та матричні. Дискретними є пристрої, які працюють від єдиного джерела випромінювання і здатні виконувати функції або спостереження за цим джерелом, або координування джерела. Лінійні фотоперетворювачі, на відміну від дискретних здатні проводити сканування оптичного поля, де знаходиться об'єкт, проте лише відносно однієї координати. Двовимірне зображення лінійним ОЕП отримують шляхом механічного переміщення вздовж другої осі: зсовують зображення перпендикулярно регістру або регістр рухають відносно зображення. Щоб отримати двовимірне зображення без механічного сканування потрібно використати набір з лінійних ОЕП, створивши тим самим двокоординатний фотоперетворювач – двовимірну матрицю фоточутливих елементів.

Метою даної роботи є створення приладів на базі матричних оптоелектронних перетворювачів для дослідження світлового поля з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

В залежності від типу фоточутливих елементів матричні фотоперетворювачі можна розділити на матриці з пристроями із зарядним зв'язком (ПЗЗ-матриці), матричні пристрої на основі комплементарної структури метал-оксид-напівпровідник (КМОН-матриці).

Матричні фоточутливі ПЗЗ (ФПЗЗ) по способу організації формування сигналу розділяють на матриці з перенесенням кадру, стрічково-кадрові матриці та матриці зі стрічковою адресацією.

Матриці з перенесенням кадру містять в собі щільно розміщені вертикальні реєстри перенесення і горизонтальний вихідний реєстр. По вертикалі матриця розділена на секції накопичення і пам'яті. Під час зворотного ходу по кадру інформація переноситься із секції накопичення в секцію пам'яті, а потім поступово виводиться горизонтальним реєстром протягом наступного півкадру. Кольорове зображення отримують шляхом формування на скляній підкладці смужкових фільтрів червоного, зеленого і голубого кольорів.

В стрічково кадрових матрицях відбувається чергування між вертикальними фоточутливими областями та екранованими від світла реєстрами зчитування. Область накопичення є ніби розрізаною на вертикальні стовбці, між якими знаходяться зсувні реєстри. Накопичені у фотокомірках зарядні пакети одночасно переносяться в сусідні елементи реєстрів зчитування. Протягом часу накопичення наступного кадру чи півкадру зарядні пакети виносяться у вихідний пристрій через горизонтальний вихідний реєстр.

В матрицях зі стрічковою адресацією області накопичування і зчитування є суміщеними, а матриці призначені для роботи в малокадровому режимі, коли можна застосовувати фотозатвор або зробити час накопичення набагато більшим за час зчитування. Матриці являють собою комбінацію накопичувачів на основі МОН-транзисторів з горизонтальним вихідним ПЗЗ-реєстром. Зчитування двокоординатного масиву відбувається поступово у вихідний зсувний реєстр та у вихідний пристрій.

Як і в матричних ПЗЗ, світлочутливим пікселем в КМОН-сенсорі може бути збіднена область МОН-ємності, що виникає при подачі на фазний електрод збіднювальної напруги, або ж збіднена область зворотньоозміщеного фотодіода. Світлочутливий елемент другого типу переважає, хоча б з тієї точки зору, що фотодіодна структура має суттєво вищий коефіцієнт збору світлового потоку через відсутність шарів полікремнію, поглинаючого світловий потік. На відміну від технології ПЗЗ, КМОН технологія дозволяє достатньо простими засобами організувати фотоприймач, що містить дуже велике число пікселів – десятки мільйонів, і має дуже велику площу кристала.

Оскільки сучасні матричні перетворювачі світла мають досить різні розміри пікселя (від 2,2 до 9,2 мікрон), що дає змогу отримати розширення ОЕП від 1,31 до 16,6 мегапікселів, точність технології виготовлення знаходиться на рівні десятих мікрон, напруга живлення 3,3 – 5 В, коефіцієнт чутливості в перспективі наближується до 100 % дає можливість ефективно

використовувати матричні фотоперетворювачі в цифровій фото та відеотехніці, телескопах наземного та бортового базування, в медицині та у вимірюваннях різних параметрів світлового поля.

Література

1. Пресс Ф.П. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью. – М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.: ил.
2. А.А. Манцветов, А.К. Цыцулин. Телекамеры на КМОП фотоприемниках [Цит. 2008, 01 грудня] – доступний з <http://www.es-experts.ru>.
3. Егорова С.Д., Колесник В.А. Оптико-электронное цифровое преобразование изображений. – М.: Радио и связь, 1991. – 208 с.: ил.

УДК.621.327;534

РОЗРАХУНОК ІНТЕГРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОВОГО ПОЛЯ, СТВОРЕНОГО ОПРОМІНЮВАЧЕМ З НЕСИМЕТРИЧНИМ СВІТЛОВИМ РОЗПОДІЛОМ

Андрійчук В.А., д.т.н., проф., Костик Л.М.

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя
м. Тернопіль, вул. Микулинецька 46; E-mail: kaf_es@tu.edu.te.ua

Поле оптичного випромінювання характеризується інтегральними характеристиками: освітленістю площини, просторовою освітленістю, сферичною, півсферичною та циліндричною освітленостями. Їх розрахунок для несиметричних точкових джерел випромінювання є важливим при моделюванні умов опромінення рослин з довільним розташуванням листків. Метою роботи була розробка методики розрахунку на ЕОМ інтегральних характеристик світлового поля несиметричного точкового опромінювача, світловий розподіл якого заданий фотометричним тілом, отриманим експериментально.

На рис.1 приведена геометрична схема для розрахунку опромінення площини довільної орієнтації від несиметричного опромінювача з параболоциліндричним відбивачем. Координати одиничних векторів системи приймача випромінювання в системі OXYZ визначатимуться за формулами:

$$\begin{aligned}\vec{g}_{x_1} &= \vec{g}_x \cos \psi_x + \vec{g}_y \sin \psi_x ; \\ \vec{g}_{y_1} &= -\vec{g}_x \cos \psi_z \cdot \sin \psi_x + \vec{g}_y \cos \psi_z \cdot \cos \psi_x + \vec{g}_z \sin \psi_z ; \\ \vec{g}_{z_1} &= \vec{g}_x \sin \psi_z \cdot \sin \psi_x - \vec{g}_y \sin \psi_z \cdot \cos \psi_x + \vec{g}_z \cos \psi_z .\end{aligned}$$

Одиничні вектори джерела випромінювання в системі OXYZ визначали за формулами:

$$\begin{aligned}\vec{i} &= \vec{g}_x \sin \zeta \cos \chi + \vec{g}_y \sin \zeta \sin \chi - \vec{g}_z \cos \zeta \\ \vec{e} &= \vec{g}_x \sin \chi - \vec{g}_y \cos \chi \\ \vec{f} &= \vec{e} \times \vec{i} = \vec{g}_x \cos \zeta \cos \chi + \vec{g}_y \cos \zeta \sin \chi + \vec{g}_z \sin \zeta\end{aligned}$$

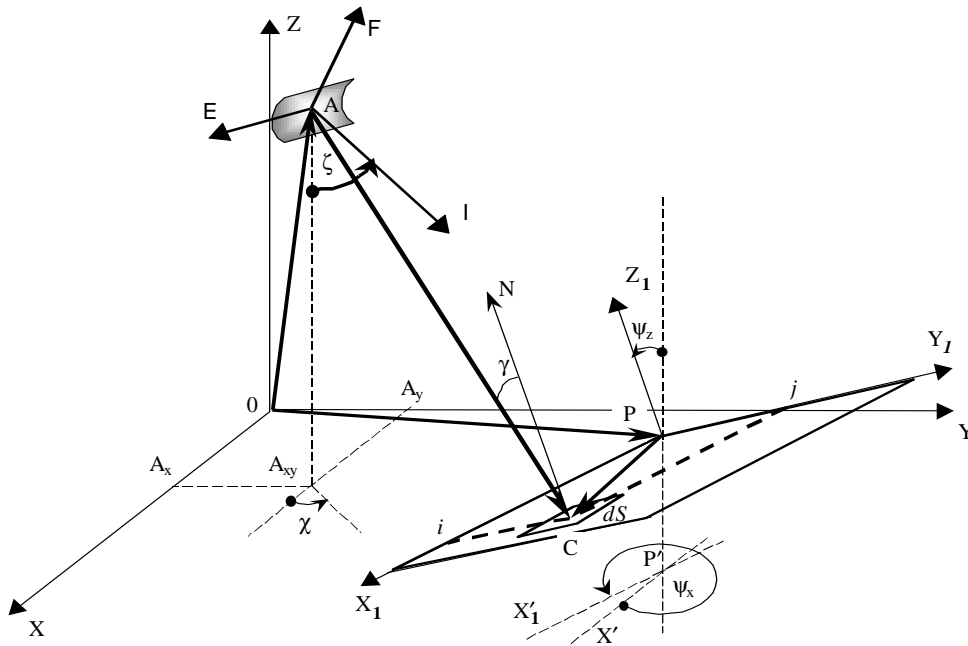


Рисунок 1 – Геометрична схема для розрахунку опромінення довільної площини від опромінювача з несиметричним світловим розподілом: OXYZ – система координат опромінювальної установки; AFEI – система координат випромінювача; $PX_1Y_1Z_1$ – система координат приймача; AI – оптична вісь ОП; χ – кут між віссю OX і проекцією оптичної осі ОП на площину XOY; N – одиничний вектор нормалі до ділянки dS ; ψ_z – кут між осями PZ_1 і OZ; ψ_x – кут між осями OX і PX_1 .

Кутовий розподіл сили випромінювання несиметричного опромінювача $I(\varphi, \alpha)$ отримували експериментально на гоніофотометричній установці. При цьому будь-який напрям сили випромінювання задавався двома кутами: α – кутом повороту опромінювача відносно осі E; φ – кутом повороту відносно осі I. Обидва кути змінювалися в межах $+90^\circ \dots -90^\circ$. Результати експериментальних вимірювань подавалися у вигляді таблиць, де відповідно до значень кутів φ і α записувалися значення сили світла у заданому напрямі.

Значення сили випромінювання $I(\varphi, \alpha)$ в напрямку \overrightarrow{AC} визначали методом інтерполяції експериментально отриманих табличних даних $I(\varphi_i, \alpha_j)$ многочленом Лагранжа першого і другого степеня з врахуванням абсолютної похибки інтерполювання.

Математичний вираз для розрахунку опромінення ділянки dS , яка лежить на вибраній площині PX_1Y_1 і охоплює довільну точку світлового поля C, записували через скалярний добуток векторів $E_c = \frac{I(t, \varphi, \alpha) \cdot (\overrightarrow{AC} \cdot (-\vec{N}))}{|\overrightarrow{AC}|^3}$, де $I(t, \varphi, \alpha)$

– функція сили випромінювання, яка, в загальному випадку, залежить від часу та вибраного напрямку AC. Якщо потік випромінювання опромінювача не змінюється протягом всього періоду опромінення, то модуль вектора сили випромінювання буде залежати лише від вибраного напрямку AC.

Для розрахунку на ЕОМ інтегральних характеристик поля оптичного випромінювання від несиметричного точкового опромінювача складено алгоритми та програмне забезпечення з використанням пакетів прикладних програм.

Запропонована методика дозволяє проводити розрахунок інтегральних характеристик світлового поля в точках, розташованих на будь-якій вибраній поверхні.

За даною методикою з використанням розробленого програмного забезпечення проведено розрахунки інтегральних характеристик поля випромінювання ФАР, створеного параболоциліндричним опромінювачем ЖСП-ВОТ-02 з лампою ДНаТ-400. Результати розрахунку приводилися у вигляді графіків однакових значень відповідного параметра поля для множини точок, розташованих на заданій поверхні.

УДК 621.384.327

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАП-ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Литвиненко А.С., к.т.н., доц.

Харьковская национальная академия городского хозяйства,

Тимофеев Е.П., к.т.н., доц.

Национальный научный центр “Институт метрологии”,

ул. Мироносицкая, 42, Харьков-61002, Украина,

тел.: (+38 057) 704 9750, e-mail: timofeev@metrology.kharkov.ua

Приведены результаты исследования фотодиодов для трап-детекторов. Показана необходимость учета диффузной составляющей отраженного оптического сигнала. Даны конкретные рекомендации по конструкциям трап-детекторов.

УДК 628.979; 621.384

ОСОБЛИВОСТІ ФОТОМЕТРІЇ СВІТЛОДІОДІВ

Шин О.Г., Андрійчук В.А., д.т.н., проф.

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46; E-mail: kaf_es@tu.edu.te.ua

Досягнення сучасної напівпровідникової електроніки створили умови широкого використання світлодіодів в системах візуалізації інформації, світлосигнальних пристроях, приладах для рекламного та інтер'єрного

освітлення. Поява нового типу джерел світла в першу чергу поставила задачу метрологічного забезпечення вимірювання їх фотометричних характеристик.

Вимірювання сили світла. Згідно фотометричного закону віддаленості, силу світла можна розрахувати за освітленістю. Якщо відстань фотометрування буде перевищувати в 10 раз максимальний розмір ДС або приймача, то досягається точність в 1%. Оскільки розміри СД є досить малими (від 5 до 10 мм), то проведення вимірювань на відстані до 10 см від СД з існуючим діаметром апертури ФГ порядку 8 мм будуть відповідати усередненим значенням сили світла, яка буде залежати від геометричних умов вимірювання. Із-за різниці в апертурі ФГ порівняти результати вимірювань, отримані в різних лабораторіях, стало неможливим. Тому для вирішення даної проблеми, МКО ввела нову величину - усереднену силу світла або силу випромінювання і визначила дві стандартні відстані для її вимірювання [3]. Ці відстані становлять: для геометрії "А" – 316 мм, для геометрії "В" – 100 мм. В обох геометріях використовується ФГ з круглою входною діафрагмою, площа якої 100 мм^2 , що відповідає діаметру апертури 11,3 мм. При цьому СД встановлюється так, щоб його геометрична вісь проходила через центр апертури приймача

Вимірювання світлового (енергетичного) потоку. Найбільш поширеним способом вимірювання світлового потоку є вимірювання у фотометричній кулі. При цьому потік вимірюваного ДВ порівнюється з світловим потоком зразкового. У зв'язку з малими розмірами СД можна використовувати кулі малого діаметра до 25 см. Аналіз похибок вимірювань сумарного світлового потоку СД показав, що цей метод забезпечує точність до 3% в залежності від спектрального розподілу, направленості та інших його характеристик.

Важливою проблемою, яку необхідно вирішити при вимірюванні сумарного світлового потоку в інтегральному фотометрі, є вибір еталонного джерела випромінювання. Еталонний випромінювач повинен бути за своїми геометричними, світлотехнічними та спектральними характеристиками близьким до досліджуваного зразка. Тобто, для кожного типу СД повинен бути свій еталонний випромінювач.

Основною задачею, яку потрібно розв'язати при виборі еталона, - це стабілізація температури та струму р-п-переходу, оскільки ці два параметри найбільше впливають на світлотехнічні характеристики СД.

Сумарний світловий потік можна визначити на основі результатів вимірювання просторового розподілу сили світла. Цей метод не вимагає еталонних випромінювачів і є найбільш точним в порівнянні з методом вимірювання в інтегральному фотометрі.

Такі вимірювання були проведені на гоніофотометричній установці, розробленій на кафедрі світлотехніки Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя.

В якості електроприводу установки використаний дискретний електропривід, який виконує позиціонування поворотної головки з точністю $0,1^\circ$.

Керування електроприводом, запис та обробка результатів вимірювань здійснюється за допомогою персонального комп'ютера згідно спеціально розробленої програми.

Спектральні вимірювання. При вимірюванні оптичних характеристик СД важливо знати не тільки силу світла і її просторовий розподіл, але і спектр випромінювання та кольорову характеристику.

Спектральні вимірювання проводились на автоматизованій спектрометричній установці, змонтованій на базі монохроматора УМ-2. Приймачем оптичного сигналу використано кремнієвий фотодіод ФД-288 або фотоелектронний помножувач ФЭУ-85. Для живлення фотоелектронного помножувача використовувався високовольтний блок Б5-24. При живленні світлодіодів постійним струмом перед вхідною щільною монохроматора ставився модулятор, який перетворював постійний світловий потік у змінний. Для підсилення змінного струму фотоприймача використовувався селективний мікровольтметр В6-9. Електропривід лімба монохроматора зібраний на основі крокового двигуна ДШ 0,4А та редуктора з коефіцієнтом редукції 40:1. Роботою установки керує комп'ютер. Він також заносить в масив даних результати вимірювань, проводить їх обробку та аналіз. Дана установка дозволяє отримати на екрані монітора спектральний розподіл потоку випромінювання СД з врахуванням спектральної чутливості ФЕП та дисперсії монохроматора.

Розроблена програма також дозволяє на основі спектральних вимірювань визначити координати кольоровості в різних системах, кольорову температуру, індекс кольоропередачі.

УДК 656.71.057:629.735.(045)

ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ССА ОТРИМАНИХ ПІД ЧАС ОБЛЬОТУ

Стенура В.І., к.т.н., доц.

Національний авіаційний університет. Інститут електроніки і систем управління

03058, м. Київ – 58, пр. Космонавта Комарова, 1 корп. 5, ауд. 5-314,
тел. (044)4067589, e-mail: runway@list.ru

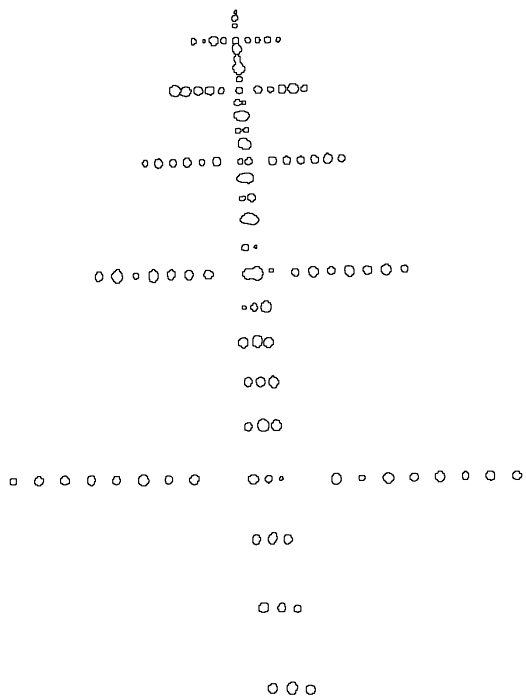
Запропонована методика обробки зображень ССА отриманих під час її обльоту.

Вступ. На сьогоднішній день, оцінка якості світлосигнальних систем повинна здійснюватися за результатами наземних та літних перевірок за участю суб'єктивних спостерігачів з використанням відповідних методик вказаних у нормативних документах цивільної авіації.

Аналіз нині діючих нормативних документів, що встановлюють єдиний порядок сертифікації аеродромів вказує, що акт льотної перевірки має обов'язково містити фотографії світлосигнальної системи на кожний напрямок

посадки. Згадані акти і фотографії, по суті, є єдиним доказом придатності світлосигнальної системи до експлуатації. Нині іноземними фахівцями готується до впровадження методика оцінки світлотехнічних параметрів вогнів світлосигнальної системи, що передбачає застосування спеціально створюваного програмно апаратного комплексу на борту літака-лабораторії. Методика захищена міжнародним патентом WO/2007/012839 і вразі її запровадження потребуватиме значних фінансових вкладень.

Результати роботи. На приймачі, який працює у режимі накопичення площа зображення (або квадрата діаметра) точкового джерела світла



визначається експозицією, а в кінцевому від його силою світла у напрямку спостереження. Оцінити силу світла вогню у напрямку спостереження можна порівнянням площі зображення вогню взятого за взірць з площею зображення досліджуваного вогню (див. рис.).

Відносна сила світла у напрямку спостереження $I_{\text{відн}}$ визначиться як

$$I_{\text{відн}} = \frac{S_x}{S_0} = \frac{d_x^2}{d_0^2}$$

де $I_{\text{відн}}$ – відносна сила світла вогню у напрямку спостереження; S_x , S_0 – площі образень досліджуваного і взірцевого вогню відповідно; d_x , d_0 – поперечні перерізи зображень досліджуваного і взірцевого вогню відповідно.

Висновки.

Запропонований метод обробки зображень світлосигнальної системи аеродрому які отримуються під час обльоту і надаються як частина доказової документації для отримання сертифікату придатності до експлуатації, дозволяє отримати кількісні показники для оцінки працездатності системи вогнів. Впровадження описаного методу не потребує значних капітальних вкладень і дозволить покращити контроль світлотехнічних параметрів вогнів фахівцями експлуатуючих і контролюючих служб, що безумовно поліпшить безпеку польотів на аеродромах цивільної авіації.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ СВІТЛОРОЗПОДІЛУ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Кошик О.Б., асп.

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя,
Україна, м. Тернопіль, вул. Микулинецька 46; E-mail: kaf_es@tu.edu.te.ua*

У світлотехнічному розрахунку важливу роль відіграє функція світлового розподілу джерел світла (ДС), яку можуть задавати у вигляді таблиць, графіків та аналітичних залежностей. При математичному моделюванні світлових параметрів ДС числовими методами необхідно, щоб аналітичні функції були неперервними, що не забезпечується при їх табличному представленні.

Ставилася задача перетворення таблично і графічно представлених експериментальних даних світлорозподілу напівпровідникових джерел світла в аналітичні моделі. Для цього розглядалося наближення (апроксимація) функцій за допомогою наступних методів: методу інтерполяції многочленом Лагранжа, методу сплайн-апроксимації, моделювання світлорозподілу рядом Фур'є.

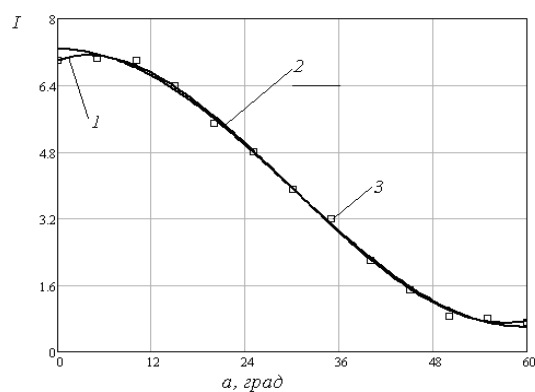
При знаходженні сили світла для кута випромінювання, який не співпадає з табличними даними, доцільно застосувати метод інтерполювання многочленом Лагранжа.

Апарат сплайн-апроксимації дозволяє отримати поліноми, які дають у вузлових точках безперервність не лише функції, що представляється ними, але і її перших і других похідних. Найчастіше застосовують інтерполяцію кубічним сплайном, який збільшує число точок на графіку світлорозподілу.

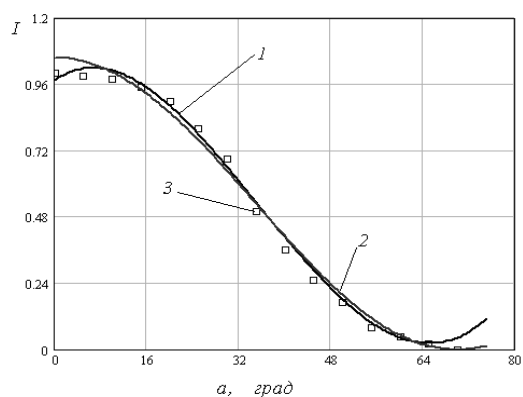
Для круглосиметричного розподілу світлодіодів моделювання рядом Фур'є дозволяє залишати лише складові косинуса в функції. Конкретні межі інтегрування вибираються у відповідності з граничним значенням повного кута випромінювання світлодіода.

В даній роботі була проведена апроксимація таблично представлених світлових параметрів світлодіодів за допомогою вище описаних методів. На рис. 1 приведені результати апроксимації кривих сили світла досліджених світлодіодів типу У-266 Бл (а) та світлодіодів фірми OSRAM типу 05W580EWC (б).

Як видно з наведених залежностей функції $I = f(\alpha)$ точність апроксимації при інтерполяції многочленом Лагранжа складає 99,7% і 80-95% для моделі світлорозподілу світлодіодів рядом Фур'є. Такі математичні моделі можуть використовуватися для аналітичного представлення світлорозподілу напівпровідникових джерел світла. Проте, треба враховувати, що похибки апроксимації знижують точність розрахунків. У відповідності з цим, для опису світлорозподілу світлодіодів доцільно використовувати метод інтерполяції многочленом Лагранжа.



а)



б)

Рисунок 1 - Графіки апроксимації кривих світлорозподілу світлодіодів
(1 – апроксимація даних інтерполяційним многочленом Лагранжа;
2 – апроксимація даних рядом Фур'є; 3 – експериментальні результати)

УДК 628

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ГОРОДОВ

*Гуракова Л.Д., к.т.н., доц., Миренский И.Г., д.т.н., проф.
Харьковская национальная академия городского хозяйства*

В настоящее время актуальным становится создание и использование осветительных технологий, которые обеспечивают высокое качество освещения и в то же время являются энергоэкономичными.

Традиционные источники света (ИС) не полностью удовлетворяют этим требованиям.

До недавнего времени традиционным лампам не было альтернативы, но в настоящее время развивается очень высокими темпами новый класс источников света – светоизлучающие диоды (СД). Прогресс на рынке СД за последние 2 года сравним с прогрессом в компьютерной сфере. Они становятся главным конкурентом ЛЛ, выигрывая у них по ряду факторов.

Широкое использование СД уже получили в индикаторных устройствах, оптоволоконных системах передачи данных; в качестве составных частей дисплеев, в наружной рекламе, всем хорошо известны светофоры на их основе.

Массовый же переход освещения с помощью СД – вопрос, который решается уже сегодня. У современных СД световая отдача достигает 130 лм/Вт. Можно ожидать повышения мощности новых СД и снижения их стоимости. Но самым перспективным является вторжение светодиодных технологий в «традиционное освещение». Объектами подобного освещения могут быть те, в которых действующими нормативными документами установлены сравнительно низкие уровни освещенности, где дорого обходится частое

обслуживание и необходимо жестко экономить электроэнергию и где высокие требования по электро – и пожаробезопасности.

Из объектов жилищно-коммунального хозяйства это:

- лестничные марши, этажные площадки;
- кабины лифтов;
- номерные знаки домов и указатели названия улиц.

По расчетам российских специалистов срок окупаемости светильников на основе СД составляет 8-10 лет по сравнению аналогичными светильниками для этих объектов с ЛН и ЛЛ. При этом существенно снижается количество актов вандализма и повышается надежность осветительной системы, улучшаются экономические условия, исключается загрязнение окружающей среды ртутью. Одной из важнейших сфер применения светильников со СД является наружное освещение городов, где очень остро стоят вопросы обслуживания осветительной установки (ОУ). Замена ртутных и натриевых ламп на СД делает наружное освещение энергоэкономичным, безопасным. Появившиеся в последнее время мощные белые светодиоды имеют перспективу для использования в коммунальном хозяйстве городов.

В Украине также имеется положительный опыт по наружному освещению светодиодными светильниками. Проекты освещения железнодорожных переездов и уличного освещения реализованы на Львовской железной дороге и в г. Киеве, Львове и др. Причем, экономия достигается как за счет снижения энергопотребления, так и за счет возможности применения электрокабелей меньшего сечения.

Перспективным является применение СД на городском электрическом транспорте для освещения вагонов метро, трамваев и троллейбусов. Дорожные знаки, элементы разметки, светодиоды, габаритные огни автомобилей уже нашли широкое применение.

Однако для успешного внедрения СД необходимо государственное регулирование, например, введение технических нормативов разрешенного энергопотребления для обеспечения требуемой освещенности одного квадратного метра. Многие развитые страны приняли законодательные акты, призванные стимулировать внедрение СД. Хочется надеяться, что и Украина сделает решительный шаг в этом направлении.

***ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО
ПЕРВИЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ***

Кокодий Н. Г., д.ф.-м.н.

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина
Площадь Свободы, 4, Харьков, 61077, Украина
тел.: +38 (057) 707-51-57, e-mail: Nikolay.G.Kokody@univer.kharkov.ua

Мунтян К.И., Тимофеев Е. П., к.т.н., доц.

Национальный научный центр "Институт метрологии"
ул. Мироносицкая, 42, Харьков, 61002, Украина
тел.: +38 (057) 704-97-50, e-mail: timofeev@metrology.kharkov.ua

Введение. Контроль энергетических параметров различных источников оптического излучения является одним из самых востребованных видов измерений в области оптической метрологии и светотехники. Основную долю парка средств измерений составляют калориметры, обеспечивающие наивысшую достижимую в настоящее время точность абсолютных измерений. Калориметрические первичные измерительные преобразователи, входящие в состав аппаратуры государственных эталонов, являются его основным узлом, определяющим точность воспроизведения и хранения единицы мощности излучения. Одним из доминирующих источников погрешностей калориметрических преобразователей является погрешность его абсолютной калибровки методом электрического замещения, который позволяет привязать эталон единицы мощности оптического излучения к существующим Государственным эталонам единицы напряжения - Вольты и единицы сопротивления - Ома.

Целью настоящего исследования является изучение путей совершенствования методики калибровки калориметрических первичных измерительных преобразователей, входящих в состав Государственного первичного эталона единиц средней мощности и энергии лазерного излучения средних уровней, модернизация которого предусмотрена Программой развития эталонной базы Украины на 2006 - 2010 гг.

Постановка задачи. Задача исследования состоит в оценке степени неэквивалентности воздействия на приемный элемент калориметра измеряемого оптического излучения и замещающего его теплового воздействия электрического тока. Для получения такой оценки рассмотрены идеализированные теплофизическая, электрическая и математическая модели калориметрического первичного измерительного преобразователя ТПИ-2М.1. Приемный элемент калориметрического преобразователя смоделирован неограниченной пластиной. Установлены процессы, вследствие которых происходит накопление и сброс тепла в приемном элементе. Теплофизические свойства конструкционных материалов калориметрического преобразователя получены аппроксимацией справочных данных [1-3].

Процессы нагрева приемного элемента измеряемым оптическим излучением и калибровочным тепловым потоком, а также процессы его последующего охлаждения описаны в рамках линейной теории теплопроводности четырьмя краевыми задачами с комбинированными граничными условиями.

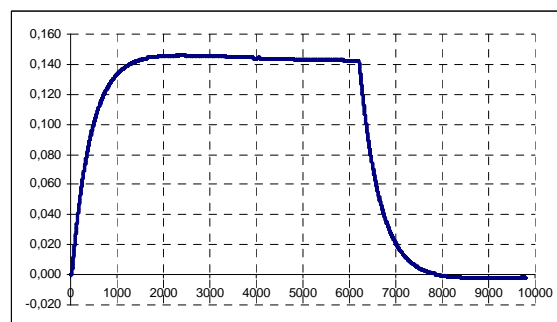
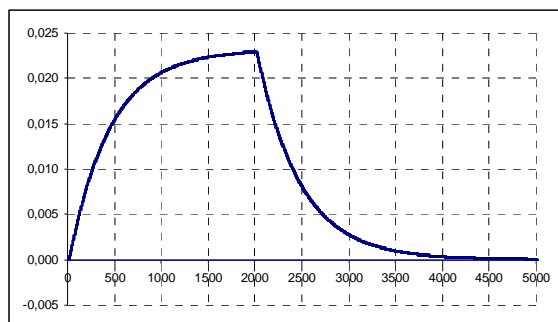
Аналитическое решение. Сформулированные краевые задачи решены методом Фурье. Вычислены пространственные и временные распределения температурного поля приемного элемента, обусловленные измеряемым излучением и калибровочным потоком. Показано, что эти распределения асимметричны и оценена степень асимметрии. Получены выражения для темпов нагрева и остывания приемного элемента в процессе измерения и калибровки. Вычислены максимальные температуры нагрева приемного элемента измеряемым излучением и калибровочным потоком и получена оценка погрешности электрической калибровки калориметра.

Эксперимент. Экспериментальное исследование калориметрического преобразователя ТПИ-2М.1 проводилось на установке, в состав которой входили диодный лазер АТС-С3000-500-АМФ-806-2 ($\lambda = 0,806$ мкм) с охлаждающей головкой АТС-03Н и управляющим устройством LDD-10, мультиметры DM 3559 и DT-830В, источник калибровочного напряжения JPS-3030DD и компьютер.

Методика эксперимента предусматривала подачу оптического излучения постоянной мощности на приемный элемент калориметрического преобразователя и регистрацию выходного электрического сигнала преобразователя от момента подачи излучения на преобразователь до момента его выхода на стационарный тепловой режим. После достижения стационарного теплового режима преобразователя источник излучения выключался и выходной сигнал преобразователя регистрировался вплоть до момента полного остывания приемного элемента. Затем мощность оптического излучения изменялась и измерительный цикл нагрева-охлаждения и регистрация выходного сигнала преобразователя повторялись.

Аналогичный измерительный цикл проводился при подаче на приемный элемент преобразователя калибровочного теплового потока.

Типичные графики изменения выходного сигнала преобразователя в течение цикла измерения приведены на рисунке.



а) измеряемое оптическое излучение б) калибровочный тепловой поток

Изменение выходного сигнала калориметрического преобразователя

Обработка результатов. По экспериментальным графикам определялись постоянные времени процессов нагрева и остывания приемного элемента, времена завершения процессов нагрева и остывания и времена переходов в регулярный тепловой режим. Спад вершины импульса калибровочного теплового потока использовался для расчета температурной поправки согласно методике [4]. Параметры процессов, полученные экспериментально, сравнены с теоретическим расчетом.

Выводы. На основании результатов исследования сделаны следующие выводы:

- калориметрический первичный измерительный преобразователь ТПИ-2М.1 (и другие изопериболические калориметры подобной конструкции) имеет несимметричную конструкцию приемного элемента, вследствие чего теплотери по батарее термпар и токоподводам электрического нагревателя в процессе калибровки относительно больше, чем в процессе измерения оптического излучения;

- при расчете поправки на электрическую калибровку калориметрического преобразователя необходимо учитывать величину калибровочного теплового потока и величины постоянных времени нагрева приемного элемента измеряемым оптическим излучением и калибровочным потоком.

Литература

1. Теория тепломассообмена. Под. ред. А.И. Леонтьева, Москва, Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана 1997.
2. Физические величины. Справочник под. ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова, Москва, Энергоатомиздат, 1991.
3. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. Москва, Металлургия, 1989.
4. L. M. N. B. F. Santos, M. T. Silva, B. Schreder and L. Gomes. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol. 89 (2007) 1, 175-180

УДК 621.384.327

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТУРЫ ДЛЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Тимофеев Е.П., к.т.н., доц.

*Национальный научный центр “Институт метрологии”,
ул. Мироносицкая, 42, Харьков-61002, Украина,
тел.: (+38 057) 704 9750, E-mail: timofeev@metrology.kharkov.ua*

Приведены результаты разработки и исследования аппаратуры для измерения энергетических характеристик оптического излучения.

Введение

До сих пор в Украине в эксплуатации находятся измерители энергетических характеристик оптического излучения разработки и выпуска

девяностых годов прошлого столетия. Естественно, этот парк средств измерительной техники физически и морально устарел. В Украине сложилась ситуация, когда аппаратура для проведения светотехнических измерений, в основном, закупается за рубежом. Поэтому все актуальнее становится задача по разработке средств измерительной техники в области измерения энергетических характеристик оптического излучения.

Цель проведенной работы - разработка и исследование измерителей энергетических характеристик оптического излучения для осуществления модернизации средств измерительной техники в данной области измерения.

При проведении данной работы были поставлены и решены задачи разработки конкурентноспособных средств измерительной техники в области измерения энергетических характеристик оптического излучения.

Содержание работы

Для решения поставленной задачи первоначально был разработан аналоговый измеритель мощности коллимированного оптического сигнала с кремниевым фотоприемником типа ФД-24К. При разработке измерителя мощности коллимированного оптического сигнала было использовано включение фотоприемника в фотодиодном режиме, что позволило существенно упростить оптическую часть измерителя. В измерителе мощности коллимированного оптического сигнала использован фотоприемник без светофильтров и системы оптического ослабления.

Такое построение измерителя позволяло измерять энергетические характеристики коллимированного оптического сигнала в диапазоне мощностей от 300 до 0,03 мВт в диапазоне длин волн 0,45–1,06 мкм с погрешностью не более 10%.

Были проведены исследования трех разработанных измерителей. Анализ проведенных исследований показал, что основными составляющими погрешности измерений являются погрешность за счет зонной характеристики приемника и погрешность за счет нелинейности преобразования, особенно для больших уровней оптического излучения. Основное достоинство разработанного измерителя – оперативность и простота измерений, однако, как и все аналоговые измерители, он имеет ряд недостатков.

В дальнейшем, для устранения недостатков разработанного аналогового измерителя, а также для расширения рабочего диапазона был разработан и исследован измеритель мощности коллимированного оптического сигнала с цифровой индикацией и встроенным оптическим ослабителем. Цифровой измеритель позволяет измерять мощность коллимированного оптического сигнала в диапазоне от 2000 до 0,01 мВт в диапазоне длин волн 0,45–1,06 мкм с погрешностью не более 10%.

Дальнейшая работа была направлена на расширение входной приемной апертуры, на расширение спектрального диапазона измерителя. Дополнительно был разработан измеритель для волоконнооптических линий связи (ВОЛС).

Основные технические характеристики разработанных измерителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные технические характеристики измерителей

Основные технические характеристики	Аналого- вый	Цифровой	Широко- апертур- ный	Для ВОЛС	Калоримет- рический
Спектральный диапазон измерителя, мкм	0,45–1,06	0,45–1,06	0,45–1,06	1,3-1,6	0,3–12
Диапазон измеряемых мощностей, мВт	0,03 - 300	0,01 - 2000	$1 - 2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^{-5}$ -2	1 – 2000
Входная приемная апертура, мм	8	10	500	-	8-15
Предел допускаемой основной погрешности измерителя при доверительной вероятности 0,95 %, не более	10	10	12	10	5
Предел допускаемой дополнительной погрешности измерителя в рабочем интервале температур не превышает, %	2	2	2	2	2
Время, необходимое для подготовки измерителя к работе, мин, не более	30	1	1	1	5
Время установления показаний измерителя, с, не более	1	1	1	1	120
Длины волн при калибровке измерителя, мкм	0,63; 0,85	0,63; 0,85	0,63; 0,85	1,3; 1,55	0,63; 0,85;10,6

Выводы

В результате проведенной работы были поставлены и решены задачи разработки конкурентноспособных средств измерительной техники в области измерения энергетических характеристик оптического излучения. Характеристики разработанных приборов находятся на уровне зарубежных аналогов, а по ряду параметров превосходят их.

МОДЕЛЮВАННЯ ВІДБИТОГО СВІТЛА ВІД КРИВОЛІНІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ

Квач Ю.М.

*Національний авіаційний університет,
03058, м. Київ, вул. Комарова, 1
Тел. 8(050)6818674, E-mail: juli_k74@mail.ru*

Впорядкованість розподілу світлових потоків на розрахункових поверхнях впливає на художнє і функціональне сприйняття інтер'єру. Значення відбитої освітленості може відігравати суттєву роль в організації реального світлового середовища в просторі інтер'єру і здійснюється корегування світлотехнічної частини і формоутворення архітектурної оболонки, а також її лицювання.

Криволінійні поверхні, що мають високий коефіцієнт відбиття сприяють або фокусуванню, або розсіюванню відбитих променів. Тому, в залежності від характеристик джерела світла, параметрів криволінійних поверхонь і їх відбиваючих властивостей визначається відбита освітленість, яка може бути менша чи більша прямої освітленості. Враховувати те, що найбільш суттєвими є перші відбиття, необхідно розглядати тільки їх вплив на значення сумарної освітленості.

Для розрахунку відбитої освітленості від криволінійних поверхонь, прийнято метод, що базується на розгляді світлового пучка, який падає на площину і вимірюється тілесним кутом в стерadianах. Відбитий потік в силу симетрії відносно площини має той же тілесний кут, але зменшується з врахуванням коефіцієнта відбиття і утворює на освітлювальній поверхні пляму.

Моделювання розподілу відбитих променів і розрахунок прямої освітленості дає апарат управління сумарною освітленістю. Візуалізація сумарної освітленості надає уявлення про розподіл світлових потоків в приміщенні. За допомогою моделювання розподілу світлових потоків світлового середовища в просторі інтер'єра корегується світлотехнічна частина.

Тобто, з можливістю моделювання параметру умовного джерела світла та враховуючи значення тілесних кутів, моделюється відбита освітленість та пряма освітленість. Загальна освітленість, утворена уявним джерелом, є сума відбитої та прямого потоків. Моделювання певних ситуацій дозволить визначити де потрібно організувати додаткове освітлення, щоб добитися рівномірної освітленості.

Моделювання відбитого світла від криволінійних поверхонь розглядалось на прикладі циліндричного skleпу, при більш складних формах поверхонь для формування відбитих потоків світла можна застосовувати апроксимацію криволінійних поверхонь граннями поверхнями.

Управління відбитими потоками можна вести або за рахунок зміни розташування світильників та їх кількості, або за рахунок зміни форми поверхні

(якщо це можливо), а також за допомогою оздоблювальних матеріалів і коефіцієнтів відбиття.

УДК628 (043.2)

***ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«СВІТЛОТЕХНІЧНІ УСТАНОВКИ ТА СИСТЕМИ»***

Яремич Т.І., ас.

*Національний авіаційний університет. Інститут електроніки і систем
управління*

03058, м. Київ – 58, пр. Космонавта Комарова, 1 корп. 5, ауд. 5-314,
тел. (044)4067589, e-mail: yaremicht@gmail.com

*Викладено принципи створення навчальної лабораторії для вивчення
дисципліни "Світлотехнічні установки та системи".*

Основні теоретичні знання та практичні уміння з цього майбутній фахівець отримує вивчаючи дисципліну "Світлотехнічні установки та системи", що в свою чергу відображається у відповідному наповненні змісту навчальної дисципліни.

До останнього часу методологія світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок передбачала проведення обчислювальних процедур що базувалася на технології ручної праці із застосування найпростіших обчислювальних засобів доступних проектувальнику.

Нині можна вважати практично завершеним перехід від ручної технології розрахунку до комп'ютерної. Зараз на ринку програмного забезпечення є спеціалізовані світлотехнічні програми які, крім іншого, дозволяють одержувати на екрані монітора близькі до реальності зображення проєктованих освітлювальних установок. Перш за все це відомі програм Europic, DiaLux. Light-in-Night, Landscape та інші. Праця проектувальника корінним чином змінилася. По суті, став непотрібним етап проведення ручного світлотехнічного розрахунку - самої трудомісткої і виснажливої процедури. Це дає проектувальнику можливість зосередитися на творчій стороні проєктування - пошуку якнайкращого варіанту освітлювальної установки.

Застосування потужної обчислювальної техніки зробило непотрібним спрощення основних розрахункових алгоритмів і початкових даних. Тому на практичних і лабораторних заняттях з дисципліни повинні розглядатися базисні методи і розрахункові алгоритми, які покладені в основу сучасних світлотехнічних комп'ютерних програм. У зв'язку зі змінами, що відбулися у методології світлотехнічних розрахунків пропонуються відповідні зміни у тематиці лекційних практичних і лабораторних робіт зі згаданого курсу.

На базі аудиторії був створений лабораторний комплекс для вивчення дисципліни "Світлотехнічні установки та системи". Основою комплексу є світлотехнічна установка, що складається з 20-ти "точкових" світильників (двох

типів) з лампами розжарення 16-ти світильників (двох типів) з люмінесцентними лампами, одного растрового світильника на 4 люмінесцентні лампи. Кожен з зазначених світильників може вмикатися окремо. По периметру приміщення встановлені легко розсувні штори з чорної тканини. До складу лабораторного обладнання входять цифровий люксметр MS6610, Графічний люксметр ЛГ05, п'ять персональних комп'ютерів зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням та розсувна монтажна драбинка. Комплекс дозволяє здійснити розрахунок освітлювальної установки у ближній і дальній зонах спрощеними та складними (за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення) методами і порівняти отримані результати з результатами натурних вимірювань за допомогою люксметрів. Крім того, визначаються мінімальна освітленість E на робочій поверхні, показник нерівномірності освітленості, показник засліпленої P або дискомфорту M , коефіцієнт пульсації освітленості $K_{п.}$, циліндрична освітленість $E_{ц.}$

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СФОРМИРОВАННЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕННЫХ БУМАГ

***Герасименко Ю.Т., к.ф.-м.н., Козут П.П., Степура В.И., к.т.н.,
Шевченко В.А.***

Национальный авиационный университет.

03058, м. Киев – 58, пр. Космонавта Комарова, 1 корп. 5, ауд. 5-314,
тел. (044)4067589

Для защиты различных документов и ценных бумаг, изготовленных на бумажных носителях, используются разные виды степеней защиты, в том числе, и водяные знаки. В процессе производства такой бумаги и дальнейшем ее использовании при изготовлении соответствующих изделий, возникает необходимость контроля выработки бумаги на соответствие техническим условиям производства, а также контроля качества технологических операций, применяемых при изготовлении из нее конечного продукта.

В работе выполнены исследования различных видов бумаги с водяными знаками, на основании которых предложены способы оценки качества состояния бумаги при изготовлении и последующей эксплуатации.

На первом этапе выполняется оцифровка изображений участков бумаги, полученных фотографированием или сканированием в отраженном или проходящем свете. Все пиксели одного изображения имеют одинаковый размер. Изначально размер пикселя определен разрешением, с которым было сканировано или оцифровано изображение. Размер и количество пикселей определяют количество информации, содержащейся в изображении.

Сканеры и цифровые камеры присваивают определенное значение цвета или оттенка серого каждому пикселю изображения. Эффект непрерывности тона возникает из-за того, что пиксели очень малы и соседние пиксели только

немного отличаются друг от друга по цвету или тону. Изображения, сканированные с помощью устройств с высоким отношением сигнал/шум и широким динамическим диапазоном, наилучшим образом передают непрерывность тона, поскольку имеют особенно широкий диапазон тонов от светлого до темного.

С помощью соответствующих средств и методов для регулирования тональности можно назначать минимальные и максимальные уровни яркости для полутонного или цветного изображения, используя значения от 0 до 255. Значение 0 соответствует черному, а значение 255 - белому. Изменяя эти значения, можно ограничить тоновый диапазон сканированного изображения, не меняя в нем связи относительной яркости и контраста.

Решая вопрос о том, каким образом сканировать оригинал, важно учитывать его плотность — способность материала поглощать, отражать или пропускать свет. Этот параметр лежит в диапазоне от 0 до 4,0. Оригиналы можно разделить на два широких класса — *отражающие* и *прозрачные*. Отражающие материалы, которые включают предварительно отпечатанную продукцию, рисунки от руки на бумаге и фотоснимки, имеют плотность в пределах от приблизительно 1,0 до 2,3. Для получения результатов самого высокого качества необходимо, чтобы динамический диапазон сканера соответствовал характеристикам плотности типичных оцифровываемых оригиналов.

Оцифровка представляет собой процесс, в котором изображение раскладывается на точки, и информация о яркости каждой точки (а в случае цветных изображений и о ее цветности) вводится в компьютер. Наиболее широко распространенными устройствами оцифровки являются сканеры и видео-АЦП.

Следует различать эти два вида устройств. В простейшем случае после оцифровки получается двухградационное изображение. При этом оцифровыватель работает с заранее установленным порогом. Ниже этого порога точка изображения воспринимается как черная (цифровое значение 0), а выше порога — как белая (цифровое значение 1). При использовании оцифровывателя, который способен различать 256 уровней серого, на компьютер для черных точек будет передаваться значение 0, а для белых — значение 255. Значения для серых точек будут лежать между этими граничными значениями.

Качество оцифрованных изображений зависит от числа отдельных точек, на которые раскладывается изображение, и от точности, с которой производится измерение яркости или соотношения цветов в точках изображения. Эти два фактора называются разрешением по элементам и разрешением по уровням серого. При оцифровке частот используют понятие «пространственное» и соответственно «временное» разрешение.

Пространственное разрешение оказывает решающее влияние на преобразование информации, которая изменяется по пространству, но не меняется во времени. Разрешение по элементам показывает, на какое общее число элементов (точек) разлагается изображение, а пространственное

разрешение показывает, сколько элементов приходится на единицу длины. В противоположность этому, временное разрешение играет важную роль при оцифровке сигналов, изменяющихся во времени. В качестве примера можно указать оцифровку напряжений сигналов.

На первом этапе в той или иной форме обязательно производится разложение на отсчеты, а на втором получают некоторую характеристику этих отсчетов. Качество такой процедуры зависит от частоты разложения на отсчеты и точности измерения их характеристики.

На заключительном этапе работы проводится обработка полученных данных с помощью пакетов программ “Mathematica”, “Mathcad”, “Excel”. Результаты такой обработки представляются в виде соответствующих таблиц или графиков. Анализ полученных результатов и сопоставление их с нормированными величинами позволяют оценить качество нанесенных знаков и выявить места, в которых параметры бумаги или местоположение водяных знаков не соответствует требованиям технических условий или нормам качества продукции.

УДК 531.7 (088.8)

ПРОБЛЕМЫ СВОТТЕХНИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РУЛЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ САМОЛЕТА И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Оганесян А.С., асп.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

адрес автора: г. Харьков, ул. Блюхера, 11, кв. 65; тел.: 8-050-65-18-700;

e-mail: artyom.oganesyan@gmail.com

Рассмотрена проблема одновременного засвечивания соседних чувствительных элементов при реализации светотехнического устройства для измерения угловых отклонений рулевых поверхностей самолета. Предложены два метода решения поставленной проблемы.

Введение. В современном отечественном авиастроении применяются устаревшие на данный момент средства измерения углов отклонения рулевых поверхностей. Данные средства являются нецифровыми, низкоэффективными, эргономически неудобными и не имеющими возможности интеграции в иные контрольно-испытательные комплексы. Для усовершенствования существующих средств измерения имеются разработки светотехнических средств измерения угловых отклонений рулевых поверхностей самолета.

Основной материал. Предлагаемые светотехнические средства измерения представляют собой источника света и ряд светочувствительных элементов, расположенных по дуге, очерчиваемой рулевой поверхностью при передаче ей сигнала из комплексов систем управления либо напрямую от штурвала пилота.

В общем случае предлагаемое светотехническое решение имеет функциональную схему, изображенную на рис.1.

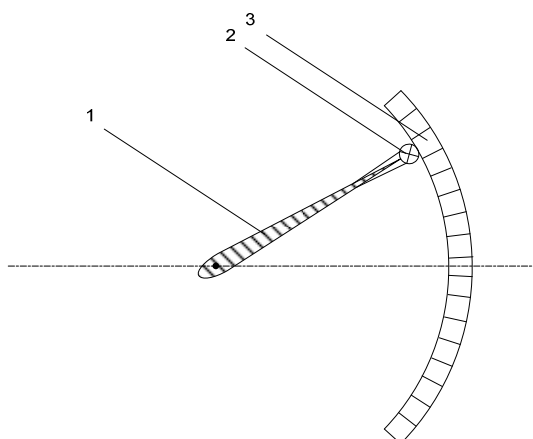


Рис. 1. Функциональная схема светотехнического устройства

Здесь 1 – рулевая поверхность, 2 – источник света, 3 – светочувствительные элементы.

При таком варианте реализации светотехнического устройства возникает проблема одновременного засвечивания двух соседних чувствительных элементов, что в итоговом результате приводит к неоднозначности на входе электронного блока, к которому должны присоединяться чувствительные элементы. Предлагается два варианта аппаратной реализации, позволяющих нивелировать данный фактор.

В основе первого варианта предлагается использовать схему, изображенную на рис.2.

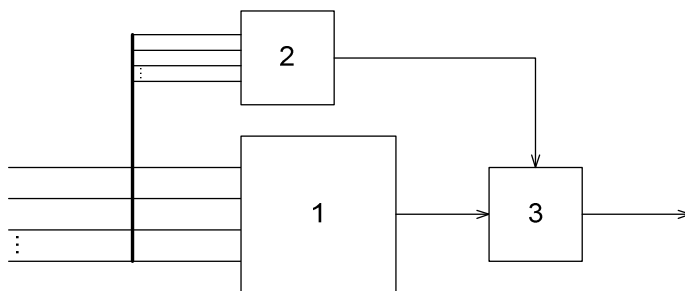


Рис.2. Функциональная схема с использованием дополнительного электронного блока

На данной схеме 1 – основной вычислительный блок, в котором производятся стандартные вычислительные операции, итогом которых является поступление на выход блока двоичного кода, соответствующего номеру засвеченного чувствительного элемента. Для устранения неоднозначности, вызванной засвечиванием соседних чувствительных элементов вводится дополнительный вычислительный блок 2, который определяет, существует ли сигнал, соответствующий засвеченному элементу, на двух соседних входах блока 1. В данной схеме выходной результирующий сигнал образуется с помощью арифметически-логического устройства 3, которое в зависимости от поступившего сигнала с блока 2, выдает либо преобразованный сигнал с

блока 1, либо сигнал, полученный вследствие внесения корректировок в выходной двоичный код блока 1.

Во втором варианте решения проблемы неоднозначности, вызванной засвечиванием соседних чувствительных элементов, предлагается использовать функциональную схему, приведенную на рис. 3.

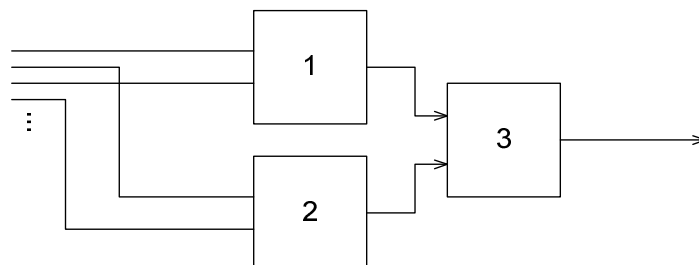


Рис.3. Функциональная схема с применением дублирования основного вычислительного блока

В данном случае предлагается дублировать основной вычислительный блок, в результате чего на данной схеме присутствуют два вычислительных блока 1 и 2, на блок 1 подаются сигналы с нечетных чувствительных элементов, а на блок 2 – с четных. Выходной двоичный код с обоих блоков поступает на арифметически-логическое устройство 3, которое в случае отсутствия сигнала от одного из блоков пропускает выходной код с другого, а в случае присутствия сигнала на выходах обоих блоков, вычисляет среднее арифметическое значение и выдает его на выход в двоичном коде.

Выводы. Таким образом, существует два принципиальных варианта решения обозначенной проблемы одновременного засвечивания двух соседних элементов. Продуктивность и эффективность каждого из них целесообразно рассматривать и оценивать в рамках реализации данных схем для конкретных случаев. В различных устройствах может эффективно применяться как первый, так и второй предложенный метод решения поставленной проблемы.

УДК 628.94

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНОСНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ФОТОМЕТРА НА БАЗЕ ТЕОДОЛИТА ДЛЯ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ СВЕТИЛЬНИКОВ ВНУТРЕННЕГО И НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

*Полищук О.Ю., асп., Петченко Г.А., к.ф.-м.н., доц.
Харьковская национальная академия городского хозяйства*

На примере светильников ФБО 01-18-004 и ЖКУ-150 отрабатывается методология проведения эксперимента со светильниками, широко используемыми при проектировании внутреннего и наружного освещения

**ПІДСУМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОГО ПЕРВИННОГО ЕТАЛОНА
ОДИНИЦІ ПОТУЖНОСТІ СЛАБКИХ ІМПУЛЬСНИХ СВІТЛОВИХ
ПОТОКІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Балабан В.М., Грищенко Л.В., Расчектаєва А.І., Тимофєєв Є.П. к.т.н., доц.
Національний науковий центр “Інститут метрології”,
Харків вул. Мироносицька, 42, Харків-2, Україна,
тел.: ((+38 057) 704 9793, e-mail: angelika@metrology.kharkov.ua

Підведено підсумки виконання робіт з модернізації державного первинного еталона одиниці потужності слабких імпульсних світлових потоків випромінювання.

У рамках Державної програми розвитку еталонної бази України на 2006 - 2010 р. в ННЦ “Інститут метрології” було виконано роботу “Удосконалення державного еталона одиниці потужності слабких імпульсних світлових потоків випромінювання від $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Вт в діапазоні довжин хвиль від 0,4 до 1,6 мкм”.

В Україні, як і у світі, активно розвивається такий напрям науки і техніки як волоконна оптика та волоконно-оптичні технології. Волоконно-оптичні системи передавання інформації (ВОСП) забезпечують передавання інформації з найбільшою швидкістю на значні відстані. У свою чергу стає актуальним метрологічне забезпечення ВОСП.

За час з моменту створення еталону (1995 р.) з'явилося багато нових засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), відбулося значне поліпшення метрологічних характеристик робочих ЗВТ в цій галузі, метрологічні характеристики еталона не стали відповідати сучасному рівню. Отже, для сучасного метрологічного забезпечення робочих ЗВТ виникла необхідність удосконалення відповідного Державного еталона і розробки Державної повірочної схеми для засобів вимірювань потужності світлового імпульсного та неперервного оптичного випромінювання малих рівнів, довжини та часу розповсюдження випромінювання у світловоді.

Метою удосконалення еталона було забезпечення на сучасному рівні єдності і вірогідності вимірювань енергетичних параметрів випромінювання та розширення його функцій на нові типи ЗВТ, у т.ч. для ВОСП. Основні завдання: підвищення метрологічних характеристик, розширення динамічного діапазону для відтворення, зберігання та передачі одиниці потужності неперервного випромінювання у світловоді та розширення його функцій, а саме оснащення державного еталона апаратурою для відтворення, зберігання та передавання одиниці часу розповсюдження випромінювання у світловоді. Зазначений еталон є найвищою ланкою державної повірочної схеми для даних видів вимірювань.

Удосконалений еталон призначений для відтворення і зберігання одиниць середньої потужності в імпульсі випромінювання, потужності неперервного випромінювання у світловоді та часу розповсюдження випромінювання у світловоді, а також для передачі розміру одиниць робочим еталонам і безпосередньо робочим засобам вимірювальної техніки, які застосовуються в Україні, з метою забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань у галузях волоконно-оптичних телекомунікацій, оборонної промисловості, наукових досліджень, оптичної локації, далекометрії та ін.

Основні метрологічні характеристики еталона:

Діапазони значень одиниць фізичних величин, які відтворюються еталонами, становлять: від $1,5 \cdot 10^{-8}$ с до $1,5 \cdot 10^{-3}$ с – для часу розповсюдження випромінювання у світловоді на фіксованих довжинах хвиль у діапазоні довжин хвиль від 0,8 мкм до 1,7 мкм; від $1 \cdot 10^{-9}$ Вт до $1 \cdot 10^{-2}$ Вт – для середньої потужності неперервного випромінювання у світловоді на фіксованих довжинах хвиль у діапазоні довжин хвиль від 0,8 мкм до 1,7 мкм; від $1 \cdot 10^{-6}$ Вт до $1 \cdot 10^{-2}$ Вт – для середньої потужності в імпульсі випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 0,4 мкм до 1,6 мкм; діапазон тривалості імпульсу – від $5 \cdot 10^{-8}$ с до $2 \cdot 10^{-7}$ с, діапазон частот проходження – від 100 Гц до 5 МГц.

Державний первинний еталон забезпечує відтворення одиниці:

- часу розповсюдження випромінювання у світловоді на фіксованих довжинах хвиль з середнім квадратичним відхиленням (далі – СКВ) результату вимірювання S_T , яке не перевищує $(1 \cdot 10^{-11} + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot T)$ с при 10 незалежних спостереженнях. Невилучена систематична похибка (далі – НСП) Θ_T становить $(2 \cdot 10^{-11} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot T)$ с;

- середньої потужності неперервного випромінювання у світловоді з СКВ результату вимірювання S_{PB} , яке не перевищує $1 \cdot 10^{-2}$ при 10 незалежних спостереженнях. НСП Θ_{PB} відтворення одиниці середньої потужності неперервного випромінювання в світловоді не перевищує $1,2 \cdot 10^{-2}$;

- середньої потужності в імпульсі з СКВ результату вимірювання S_{PB} , яке не перевищує $2 \cdot 10^{-2}$ при 10 незалежних спостереженнях. НСП Θ_{PB} , відтворення одиниці середньої потужності в імпульсі не перевищує $5 \cdot 10^{-2}$.

Відтворення одиниці потужності неперервних світлових потоків випромінювання у світловоді, джерелом якого є стабілізований лазер, засновано на вимірюванні потужності випромінювання за допомогою еталонного первинного вимірювального перетворювача.

Відтворення часу розповсюдження випромінювання у світловоді засновано на формуванні із неперервного лазерного випромінювання імпульсів, тривалість яких залежить від довжини еталонної міри часу розповсюдження випромінювання у світловоді та вимірюванні частоти цих імпульсів за допомогою високоточного частотоміра.

Метрологічні характеристики удосконаленого еталона знаходяться на рівні характеристик сучасних еталонів розвинених країн: США, Німеччини, Великобританії, Швеції, Швейцарії, Росії.

З впровадженням зазначеного державного первинного еталона у систему метрологічного забезпечення оптико-фізичних вимірювань у галузі ВОСП в Україні в першу чергу вирішується задача забезпечення єдності і вірогідності вимірювань у цій галузі, яка відкриває можливість вирішення цілого ряду науково-технічних, техніко-економічних, а також соціальних проблем.

Виконану роботу було спрямовано на створення оптимальної системи забезпечення єдності оптико-фізичних вимірювань у галузі вимірювання середньої потужності в імпульсі випромінювання, потужності неперервного випромінювання у світловоді та часу розповсюдження випромінювання у світловоді.

Створений еталон повністю задовольняє потребам України по забезпеченню єдності і вірогідності оптико-фізичних вимірювань у галузі вимірювань середньої потужності в імпульсі випромінювання, потужності неперервного випромінювання у світловоді та часу розповсюдження випромінювання у світловоді на теперішньому етапі та на близьку перспективу.

УДК 536.521.2

ПРИЙМАЧІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЕННЯ: РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Назаренко Л.А., д.т.н., проф.,

Харківська національна академія міського господарства

Гоц Н.Є., к.т.н., доц.

Національний університет «Львівська політехніка»

м. Львів – 79013, вул. С. Бандери 12, natana@polynet.lviv.ua

В статті охарактеризовано сучасні приймачі випромінювання, дана їх порівняльна характеристика

Введення. За інформацією, яку несе інфрачервоне випромінювання, можна судити про властивості та стан об'єктів - значення температури, розподіл температури по поверхні, матеріал, механічні та фізичні властивості поверхні, хімічний склад проміжного середовища, випромінювальні властивості оточуючих об'єктів. Сучасні засоби вимірювання температури за інфрачервоним випромінюванням - це пірометри, термовізійні камери та лінійні сканери. Основним напрямком їх розвитку є підвищення точності визначення точкових температур та розподілу температури по поверхні об'єкта за рахунок розширення їх функціональних можливостей.

Виклад основного матеріалу. Ведучу роль в розширенні функціональних можливостей цих засобів вимірювання відіграють приймачі випромінювання, які сприймають та перетворюють інформацію, що несе інфрачервоне випромінювання, в електричний сигнал, зручний для передачі та опрацювання. Існують різні види приймачів випромінювання – теплові,

фотоелектричні, фотоелектронні, фотохімічні, механічні та ін. Але даний час широко використовують лише два види: теплові та фотоелектричні. [1,2].

Принцип дії теплових приймачів випромінювання базується на використанні термічного ефекту. Оптичне випромінювання, що сприймається приймачем випромінювання, спричинює або підвищення його температури або зміну електричних параметрів - опору, провідності, ємності. До теплових приймачів випромінювання відносяться болометри та піроелектричні приймачі випромінювання. Фотоелектричні приймачі випромінювання базуються на використанні внутрішнього фотоефекту і напівпровідникової технології виготовлення - це фоторезистори, фотодіоди, лавинні фотодіоди, фототранзистори, напівпровідникові фотоелементи. На основі аналізу сучасних публікацій складено порівняльну таблицю приймачів випромінювання різних типів [3,4,5,6,7] (Табл.1).

Таблиця 1 - Порівняння властивостей приймачів інфрачервоного випромінювання

Вид	Виконання	Тип та матеріал		Переваги використання	Недоліки використання
Теплові	Гібридні	Піро-електричні	PbTiO ₃	Робоча кімнатна температура Незалежність чутливості від довжини хвилі Генерують ЕРС	Використовується тільки для реєстрації змінних сигналів Невисока виявна здатність Інерційність
	Монолітні	Болометри та мікроболометри	VO ₂	Робоча кімнатна температура Одно-, дво-, три- та чотири спектральні канали Висока конструктивна компактність Низька ціна	Інерційність
Фото-електричні	Гібридні	Напів-провідники з власною провідністю	IV-VI, HgCdTe	Доступність матеріалів Добре вивчені	Потребує охолодження Невисока механічна стійкість Велика питома провідність
			II-VI, PbS, PbTe, PbSnTe, PbSnSe	Простота конструкції Добре вивчені. Багатоспектральні приймачі	Потребує охолодження Неоднаковість характеристик в матриці Висока собівартість
			III-V, GaAsAl	Доступні матеріали Передові технології виготовлення Можливість монолітної інтеграції	Потребує охолодження Конструктивні неоднорідності в матриці
	Монолітні	З домішковою провідністю	Si/Ge	Велика робоча довжина хвилі Проста технологія виготовлення	Потребує охолодження Дуже низькі значення вимірюваної температури.
Фото-електричні	Монолітні	Квантові	GaAsAl	Передові технології Контроль довжини хвилі Багато спектральні приймачі Висока конструктивна компактність	Потребує охолодження Чутливість до інтерфейсу Складність технології Низькі значення вимірюваної температури

Висновки. На сьогоднішній день можна сформулювати наступні вимоги до приймачів випромінення:

- Використання матриць приймачів;
- Використання для вимірювань в декількох спектральних діапазонах;
- Висока швидкодія;
- Відсутність охолодження приймача випромінення.

Поставленим вимогам на сучасному етапі відповідають силіконові мікроболометри, створені на основі мікросистемних технологій. Вони створюються з використанням FPA-технології на силіконовій основі з використанням болометрів у мікромініатюрній формі. Значною перевагою при їх використанні є те, що вони в робочому режимі не вимагають охолодження. Для виготовлення мікроболометрів використовують переважно діоксид ванадію VO₂. Для вимірювань на декількох спектральних ділянках також доцільно застосовувати гібридні піроелектричні приймачі випромінення, які теж не потребують охолодження. Отже, використання сучасних теплових приймачів випромінення може дозволити розширити функціональні можливості пірометрів та термовізійних камер.

Література

1. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение: Пер. с фр. - М.: Мир, 1988. - 399 с.
2. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. М: Советское радио, 1978, 400с.
3. C.Corsi. Infrared Technologies: Hystory lessons end lasing perspectives/Advanced Infrared Technology and Applications/ Mexico, Leon, 9-12 october 2007, 1-28p.
4. A. Rogalski /Infrared detectors: an overview/ Infrared Physics & Technology 43 (2002), 187–210p.
5. <http://www.microsystems.metu.edu.tr/bolometer/bolometer.html>
6. http://www.vigo.com.pl/index.php/pl/menu/produkty/detektory_podczerwieni
7. <http://www.irassociates.com/insb.htm>

РЕКОМЕНДАЦИИ МКО 127:2007 «ИЗМЕРЕНИЕ СВЕТОДИОДОВ»

Зубков Д.П., маг.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Ця публікація - перегляд рекомендацій МКО 127-1997 (Вимірювання СД) і заміна їм. Публікація МКО 127 була опублікована до того, як стали доступними потужні СД. З того часу, відбулося велике просування в розвитку СД, особливо потужних СД з широким діапазоном кольорів, включаючи білий, багато чого змінилося в загальній практиці вимірів СД, а також стали доступними деякі нові знання. Дана ревізія відображає такі зміни й оновлює рекомендації для поліпшення проведення й точності вимірів СД.

Светоизлучающие диоды (СИД) производятся в огромных количествах и в широком диапазоне различных типов, применяемых в различных

устройствах. При измерении широкого диапазона различных типов СИД должны быть рассмотрены многомерные свойства оптического излучения в течение измерения, не только по отношению к излучающему диоду, но также и их воздействие на приемник. Диапазон возможных влияний на результат измерения значителен, следовательно, связанная с этим неопределенность измерения возрастает. Низкий уровень мощности излучения, испускаемой некоторыми СИД, может ограничить разрешающую способность измерения спектрального и пространственного распределения. Чтобы увеличивать сигнал датчика при измерении (это стало общей практикой в измерениях), например, силы света СИД на относительно коротких расстояниях при довольно большом телесном угле излучения, прибегают к измерению СИД не как точечного источника, поэтому измеренные результаты сильно варьируются в зависимости от используемых геометрических условий. Чтобы минимизировать такое изменение результатов, публикация Международного комитета по освещению МКО 127:2007 стандартизирует такие геометрические условия так, чтобы измеренные значения могли быть сопоставимыми и восстанавливаемыми среди различных пользователей.

В этой публикации собраны определения различных радиометрических, фотометрических и колориметрических величин, использующихся для описания работы СИД, чтобы показать некоторые из ограничивающих условий, применяемых в измерениях. Рекомендации даются для новых условий стандарта измерений МКО, которые используются для определения свойств СИД.

СИД, испускающие видимое излучение, широко используются в устройствах, где информация должна быть передана человеческому глазу или в целях освещения. Поэтому эта публикация имеет дело с характеристиками мощности излучения не только в терминах энергетических величин, но также и, где применимо, в терминах фотометрических и колориметрических величин. Независимо от того, какие величины используются, радиометрические или фотометрические, они всегда должны измеряться в соответствующих единицах системы СИ.

Измерения характеристик СИД обычно проводятся с применением электропитания постоянным током и при устойчивых окружающих условиях. Этим предполагается достижение теплового равновесия. Если электропитание изменено на мультиплексный или модулированный режим, даже если это отрегулировано для обеспечения СИД при испытаниях такой же эффективной потребляемой электрической мощности, измеренные значения усредняются во времени, и поэтому характеристики СИД могут быть в значительной степени изменены. Причины этого и возможное влияние на результаты измерений пока находятся в стадии обсуждения.

Рекомендации базируются на опыте и представлениях членов технического комитета ТС 2-34 МКО и позже его продолжением, ТС 2-45, но они могут быть представлены для ознакомления и разработок в области только на время публикации. СИД – это область, где продукция и методики измерения

быстро изменяются, и весьма вероятно, что будущие события могут делать некоторые аспекты существующей публикации устаревшими.

Литература

International Commission on Illumination: “Measurement of LEDs”, CIE 127-2007, 2nd edition.

УДК 628.327

ИССЛЕДОВАНИЕ КСС МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАФИИ ФОКАЛЬНОГО ПЯТНА

**Лутай О.В., асп., Приказчик С.П., асп., Овчинников С.С., д.т.н., проф.,
Полищук В.Н, к.т.н., проф.**

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Рассмотрена методика измерения и обработки на ПК кривых силы света световых приборов.

В настоящее время разрабатывается большое количество световых и сигнальных приборов различного назначения. Это связано с широким распространением источников нового поколения – светодиодов и большим вниманием к архитектурному и ландшафтному освещению, сигнальной технике с повышенной надежностью. Разработчикам зачастую приходится создавать специфические световые приборы с определенным светораспределением в пространстве для конкретных объектов. Кроме того, комплектующие элементы, например, светодиоды с оптическими элементами и без таковых, имеют разнообразные КСС и часто не сопровождаются данными по светораспределению. Актуальной становится задача оперативного измерения КСС.

В докладе приводится описание разработанной методики и устройств для решения поставленной задачи. Основу методики составляет метод фокального пятна (на основе теллоцентрической системы) [1,2]. Известно, что освещенность в фокальной плоскости определяется силой света излучателя под углом, определяемым положением точки в фокальной плоскости. Изображение фокального пятна, полученное цифровым фотоаппаратом, содержит полную информацию о распределении силы света излучателя по различным направлениям. Также приводится описание конструкции установки для проведения измерений, методика обработки цифровых изображений для получения КСС в любых сечениях фотометрического тела, калибровки измерительного тракта. Анализируется возможность расширения предельного угла измерения теллоцентрической системы. Показана возможность одновременного измерения колориметрических параметров излучателей. Приводятся конкретные примеры реализации методики.

При измерении параметров узконаправленного излучения, например, лазерного, в фокальной плоскости устанавливается полевая линза, а изображение фокального пятна фотографируется через микроскопическую оптическую систему.

Разработка будет полезна разработчикам и потребителям световых приборов для измерения и входного контроля параметров световых приборов и излучателей.

Литература

1. Овчинников С.С., Полищук В.Н., Сапрыка А.В., Пахомов П.П. Измерение распределения излучения устройствами на основе фотодиодной матрицы // Коммунальное хозяйство городов. – 2003. – С.249-252.

2. Василенко П.Г., Никитченко Т.Ю., Овчинников С.С. и др. Регистратор формы индикатрис рассеяния // Фотометрия и ее метрологическое обеспечение: Тез. Докладов 7-й науч.- техн. конф. – М., 1988 – С. 42.

УДК 628.327

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

Таряник М.М.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Экспериментально-расчетным путем определены характеристики ламп различного типа, учитывающие их влияние на амплитудно-частотную характеристику и дозу фликера в осветительных установках.

Колебания и отклонения напряжения в осветительных установках оказывают неблагоприятное воздействие на параметры источников света и зрительные восприятия. При изменениях освещенности меняются зрительные ощущения человека. Влияние колебаний освещенности определяется амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ), параметры которой определяются свойствами источников света и зрительного анализатора [1,3,5].

В отношении разрядных ламп считается, что изменение светового потока от напряжения питания у них значительно меньше, чем у ламп накаливания, в результате чего допустимые колебания напряжения для них больше [4]. Принято считать [2], что для люминесцентных ламп колебания напряжения сети приводят к смещениям максимума АЧХ по частоте и максимум снижается до уровня приблизительно 0,5 по сравнению с лампой накаливания. Однако в настоящее время значительно расширился ассортимент разрядных ламп для внутреннего освещения и используются различные по принципу действия пускорегулирующие аппараты. В результате этого для расчета фликкер-эффекта использование АЧХ, приводимой для люминесцентных ламп (не указывая конкретно тип лампы и характеристики пускорегулирующих аппаратов) вряд ли является правомерным.

В докладе приведены результаты исследования влияния параметров различных типов современных ламп на зрительные ощущения и восприятие, а также АЧХ зрительного анализатора при колебаниях напряжения сети в допустимых и предельно допустимых пределах.

Результаты исследований показали значительное влияние ряда параметров источников света и органа зрения на АЧХ и, следовательно, точность оценки фликкер-эффекта. Необходимо более точно определять параметры органа зрения при расчете дозы фликкера, так как они зависят от яркости адаптации, цветовой среды и других характеристик осветительных установок. Приводятся данные, необходимые для расчета АЧХ для ряда современных типов ламп. На основании полученных зависимостей светового потока от напряжения питания для различных типов ламп получены данные для расчета АЧХ. В докладе приводятся вид этих характеристик.

Литература

1. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
2. Шидловский А.К., Куренный Э.Г. Введение в статистическую динамику систем электроснабжения. – К.: Наук. думка, 1984. – 273 с.
3. Гриб О.Г., Сапрыка А.В., Овчинников С.С., Таряник М.М. Режимы работы осветительных установок и качество электроэнергии // Четвертая Международная научно-практическая конференция „Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века”. – М., 2006. – С. 49-51.
4. Куренный Э.Г., Дмитриева Е.Н., Куренный Д.Э., Цыганкова Н.В. Совершенствование модели фликкера // Электричество. – 2003. – №2. – С. 17-23.
5. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Высш. школа, 1979. – 431 с.

УДК 628.932

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА КЛЛ ІЗ ВБУДОВАНИМ ЕПРА

Сіробаба О.О., асп.

Харківська національна академія міського господарства

В роботі розглянутий рівень енергетичної економічності систем освітлення, що вимагають впровадження енергоефективних джерел світла. Проведено аналіз попередніх прогнозів заміни ЛР на КЛЛ, що по підрахунках дозволить істотно зменшити енергоспоживання. Такі прогнози вже підтверджуються експериментальними дослідженнями. Відповідно до результатів цих експериментів, спостерігається значний економічний ефект такої заміни - зменшення енергоспоживання квартир на 9-30%(залежно від кількості встановлених ламп).

В Україні ця проблема теж досить гостра. На частку освітлення в житловому секторі доводиться близько 20-30% від загального енергоспоживання. Через постійне збільшення темпів росту споживання енергії, проблеми енергетичної економічності продовжують бути визначальними.

Розглядаючи це питання комплексно, стає очевидним, що, з огляду на збільшення тільки двох параметрів: світлової віддачі й ресурсу роботи ламп, не можна визначити ефективність такої заміни.

Проаналізовано якісні й кількісні зміни у освітленні.

У першу чергу, увага звернена на кардинальний перехід від суцільного спектра теплового випромінювача до дискретного спектра газового розряду, з наслідками, що впливають звідси.

Зроблено аналіз психофізіологічного й біологічного фактора, що залишається, останнім часом, практично без уваги, але який є немаловажним, адже освітлення інтер'єрів служить, у першу чергу, для задоволення людських потреб у комфорті. У сьогоднішній розумінні роль ефективного освітлення вже далеко виходить за межі тільки забезпечення умов видимості й зорової працездатності.

Оцінено дію розглянутих джерел випромінювання стосовно їх циркадної ефективності.

В наведених розрахунках наведено, що однаково комфортне для зорового аналізатора освітлення, створюване КЛЛ із $T_{\text{цв}}$ 3700К и 6400К, набагато сильніше впливає на циркадну систему, ніж ЛР або КЛЛ із $T_{\text{цв}}$ 2700К.

Враховано особливості ламп, щодо характеру навантаження для живильної мережі. ЛР по своїй суті при включенні - активний нелінійний опір. КЛЛ, що містить ЕПРА представляється двома складовими навантаження - активною й реактивною.

При цьому наявність реактивної потужності приводить до гармонійних викривлень споживаного з мережі струму, що особливо помітно в будинках із центральним опаленням і гарячим водопостачанням, у яких потужність, що витрачає на освітлення, є переважною.

Література

1. Айзенберг Ю.Б. Энергосбережение и техническая политика в области освещения. //Светотехника. – 2005. - №6. С. 4-10.
2. Савельев А.В. Эксперимент в Москве по энергосбережению в жилом секторе. //Светотехника. – 2008. - №6. С.64.
3. Гюлер Ё., Еркин Е., Онейгил С. Использование КЛЛ с учетом мнений потребителей. //Светотехника. – 2008. - №3. С. 40-44.
4. Кожушко Г.М. Щодо концепції розвитку світлотехніки в Україні. //Світлолюкс. 2009. - №1. С.
5. Овчинников С. С., Серобаба А.А. Оценка эффективности влияния световой среды на организм человека. //Светотехника и электроэнергетика. – 2008. №4, С. 4-10.
6. Фаермарк М.А. Психофизиологические требования к рациональной номенклатуре ЛЛ. //Светотехника. – 1991. - №12. С. 6-9.
7. Биске К., Галл Д., Определение и измерение циркадометрических величин. //Светотехника. – 2006. - №1. С. 49-51.

СЕКЦІЯ 3

***ДІАГНОСТИКА І ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ
ОСВІТЛЕННЯ***

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДОВ

Салтыков В.А., к.т.н., проф.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

В последнее время значительно активизировалась жизнедеятельность крупных городов в вечерние и ночные часы, что повысило требования к надежности, уровню и качеству их наружного освещения.

Анализ состояния наружного освещения городов в настоящее время позволяет сделать вывод о необходимости приведения имеющихся осветительных установок в соответствие с современными требованиями. Это доведение уровней яркости дорожных покрытий до значений, близких к европейским значениям. А также обеспечение качества освещения, создающего для жителей благоприятные, комфортные условия их обитания.

При реконструкции и совершенствовании городского освещения возникают организационные, технические и связанные с эксплуатацией проблемы.

В первой группе возникают вопросы, связанные с проектной документацией реконструкции освещения.

Проекты установок утилитарного и архитектурно-декоративного (художественного) освещения должны выполняться в специализированных проектных организациях с привлечением светотехников, архитекторов, дизайнеров, специалистов по благоустройству, энергетиков.

Проекты освещения архитектурных объектов следует, как правило, апробировать на макетах или с помощью опытно-экспериментальных установок непосредственно на объектах. При разработке макета должна быть предусмотрена возможность создания нескольких вариантов освещения с последующим выбором оптимального, который согласовывается с заказчиком.

В настоящее время при подготовке проектов наружного освещения крупных городов необходимо руководствоваться нормами ДБН В.2.5 – 2006 с учетом ряда требований и уточнений количественных и качественных характеристик освещения, способствующих созданию для населения комфортной световой среды.

При выборе источников света для установок наружного освещения необходимо учитывать их световые, энергетические и эксплуатационные характеристики.

При реконструкции осветительных установок не следует применять лампы ДРЛ мощностью 250 и 400 Вт. Если предусматривается использование существующих светильников для ламп типа ДРЛ мощностью 125, 250 и 400 Вт, то последние должны быть заменены натриевыми лампами на одну ступень меньшей мощности, что позволяет снизить расход электроэнергии и повысить уровни освещенности.

Для установок архитектурно-художественного освещения могут использоваться любые источники света с необходимой цветностью излучения. Следует отметить, что в настоящее время в этих установках начинают находить применение светодиоды, которые обеспечивают возможность регулирования интенсивности и цвета освещения и экономию электроэнергии, а также материальных ресурсов. Перспективным является и их применение в установках утилитарного наружного освещения.

Осветительные приборы установок наружного освещения должны обеспечивать: высокую надежность и безотказность работы в течение срока службы; стабильность световых характеристик в процессе эксплуатации; светораспределения, обеспечивающее наиболее рациональное использование светового потока источника света; безопасность обслуживающего персонала; современный дизайн; удобство монтажа и подключения.

Данным требованиям в наибольшей степени отвечают светильники серий ЖКУ, ГКУ и ЖСУ, ГСУ с зеркальными отражателями с широкой кривой силы света в вертикальной плоскости и боковой или осевой в горизонтальной.

Для установки светильников могут применяться металлические или железобетонные опоры, тросовые подвесы.

Металлические опоры должны предусматриваться для улиц и дорог категорий А и Б с интенсивным транспортным движением (более 1000 ед./час).

При эксплуатации и обслуживании установок наружного освещения помимо тех целей и задач, для которых они предназначены, должна быть обеспечена безопасность населения и эксплуатационного персонала, и должны выполняться мероприятия по охране окружающей среды.

В заключение хотелось отметить необходимость создания при администрации городов координационных советов по разработке концепции наружного освещения города с учетом его исторических, архитектурных и культурных традиций. В состав этого совета необходимо привлекать специалистов различных городских служб, проектных и научных организаций.

УДК 628.9.041

***ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ
СВЕТА В КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ГОРОДОВ***

Назаренко Л.А., д.т.н., проф., Литвиненко А.С., к.т.н., доц.,

Полищук В.Н., к.т.н., доц.

Харьковская национальная академия городского хозяйства,

Борщев В.Н., д.т.н., Листратенко А.М., к.т.н., Костышин Я.Я.,

Старченко А.П.

*Государственное предприятие Научно-исследовательский технологический
институт приборостроения*

ул. Примакова 40/42, Харьков- 61010, Украина, тел./факс (057) 733-06-62

E-mail: Borshchov@kharkov.ukrtel.net

Житный В.Н.

Фирма «КомТех»

ул. Дарвина, 33, Харьков-61002, Украина, тел./факс (+38 057 7064095)

e-mail comtech@ukr.net

В работе рассматриваются вопросы разработки светодиодных источников света и перспективы их использования в коммунальном хозяйстве городов.

УДК 628.977

***ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ
СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИМИ ДИОДАМИ***

Абрамова Л.В., к.т.н., проф., Железникова О.Е., к.т.н., доц.

ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева»

430005, Республика Мордовия, ул. Большевикская, 68 а, тел. (8342)474623,

e-mail: sarstf@mail.ru

Ни в одном российском нормативном документе в области освещения нет рекомендаций по применению светоизлучающих диодов (СИД) для искусственного освещения. Результаты проведенных исследований позволят разработать практические рекомендации по применению СИД и нормированию осветительных установок с ними.

В последнее время большое внимание уделяется созданию благоприятной световогой среды, которая предполагает использование света не только для выполнения зрительной работы, но и для удовлетворения целого комплекса потребностей человека – психофизиологических, эргономических, психологических, экологических. Кроме того, не менее актуальна проблема экономии электроэнергии, расходуемой на освещение.

Решение обеих задач возможно при использовании для освещения СИД. На данный момент световая отдача этих источников света (ИС) составляет порядка 100 лм/Вт и более, общий индекс цветопередачи (R_a) белых СИД – 80 и более, срок службы – 50 тысяч часов и более, единичная мощность – 10 Вт.

Однако возможность использования СИД для создания благоприятных условий освещения требует весомых доказательств, которые могут быть получены путем всесторонних исследований влияния освещения этими ИС на орган зрения и организм в целом. В литературе нет описаний подобных исследований, встречаются только отдельные результаты о влиянии освещения СИД на психоэмоциональное состояние наблюдателей. Это дает основание считать поставленную работу актуальной.

Полное представление о функциональном состоянии органа зрения в различных условиях освещения и при выполнении зрительных задач различного характера может быть получено только на основе всестороннего исследования его основных звеньев: аккомодационно-мышечного аппарата, сетчатки и центрального отдела. Поэтому для исследования функционального состояния органа зрения при освещении СИД определен комплекс методик, позволяющих оценивать:

- состояние аккомодационно-мышечного аппарата по объему абсолютной аккомодации и по временному порогу ахроматической адиспаропии;
- состояние рецепторного аппарата органа зрения по остроте зрения для дали и для близи, по контрастной чувствительности и по остроте цветоразличения;
- состояние центрального звена зрительного анализатора по показателю критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ) и по способности к переключению внимания.

Для исследования психоэмоционального состояния наблюдателей разработана методика субъективной оценки – определены критерии оценки, выбраны объекты исследований, разработана анкета-вопросник, продумана процедура опроса, отобраны эксперты-наблюдатели, выбраны метод и шкала оценок.

Зрительное утомление создавалось в процессе выполнения умственной и корректорской работы, разная степень утомления достигалась выполнением одной и той же работы при разных уровнях освещенности.

Планирование лабораторного эксперимента проведено по латинскому квадрату, дисперсионный анализ которого позволил доказать: 1) справедливость линейной модели эксперимента; 2) значимость выбранных факторов (освещенность, спектральный состав, зрительная нагрузка). На основании результатов предварительных серий опытов подсчитано необходимое число измерений исследуемых функций зрения, обеспечивающих заданную величину отклонения средних значений от истинных.

Для проведения экспериментальных исследований была сконструирована осветительная установка (ОУ), позволяющая:

- создавать на рабочей поверхности различные уровни освещенности в диапазоне от 200 до 1000 лк при использовании различных ИС, исключая

пульсацию светового потока исследуемых ИС, прямую и отраженную блескость;

- обеспечивать надежность и удобство в эксплуатации.

ОУ была смонтирована в изолированном без естественного света помещении размером 3,2х1,9х3,2 м, поверхности которого имели коэффициенты отражения ρ : потолка – 0,7; стен – 0,5; пола – 0,2.

Для освещения был использован светильник размером 700х700 мм, в который в различных сериях опытов устанавливались СИД GU10-LED21 мощностью 2,1 Вт с цветовой температурой $T_{\text{цв}} = 3000 \text{ К}$ и галогенные лампы накаливания ВАВ – CG-36⁰ мощностью 20 Вт и цветовой температурой $T_{\text{цв}} = 3000 \text{ К}$ (базовый вариант). Яркость выходного отверстия светильника при использовании во всех опытах всегда была одинакова. Для устранения отраженной блескости светильники перекрывались светорассеивающим стеклом марки СБ группы III ($\tau=0,6$), материал столешницы был диффузно-отражающим. Экран, выполненный из диффузно-отражающего материала ($\rho=0,7$), занимал 60⁰ поля зрения в вертикальной и горизонтальной плоскостях при направлении линии зрения в его центр. Остальную часть поля зрения занимали стены и потолок помещения. Экран освещался софитами с исследуемыми ИС, неравномерность освещения экрана не превышала $\pm 10\%$. Изменение уровней освещенности рабочей поверхности достигалось с помощью сетчатых фильтров. Изменение освещенности экрана достигалось перемещением софитов и применением сетчатых фильтров.

Освещенность рабочей поверхности измерялась с помощью люксметра «ТКА-Люкс», предел допустимого значения основной относительной погрешности измерения освещенности составил 6%. Для контроля за яркостью экрана использовался комбинированный люксметр-яркомер «ТКА-ПК», предел допускаемого значения основной относительной погрешности измерения яркости которого составил не более 10%. Особенно важна точность определения яркости при пороговых измерениях. Наибольшая точность определения яркости «пятна» (объекта) при пороговых измерениях имеет место тогда, когда фон и «пятно» со стороны наблюдателя освещаются равномерно, а пороговая разность яркости создается другим ИС и накладывается на яркость фона. Пороговая разность яркости определялась двумя способами: расчетным путем через силу света, расстояние и коэффициент пропускания материала, перекрывающего отверстие в экране и посредством измерения люксметром-яркомером. Погрешность измерения силы света источника на фотометрической скамье – $\pm 3\%$, не более; расстояние на скамье может быть измерено с погрешностью не более 0,5%; коэффициент пропускания молочного стекла – 2,5%, не более.

Для участия в эксперименте была отобрана группа наблюдателей из числа студентов светотехнического факультета Мордовского государственного университета в количестве 12 человек. Рефракция наблюдателей была преимущественно эметропической, острота зрения на оба глаза 1,0, цветоощущение без патологии.

Процедура одного опыта была примерно следующей: адаптация к условиям освещения в течение 15 минут; 2) измерение ближайшей точки ясного видения, пороговой разности яркости, КЧСМ, остроты цветоразличения на аномалоскопе (в другой раз – обследование по четырем оставшимся методикам); 3) двухчасовая зрительная работа; 4) повторное измерение функций зрения; 5) заполнение анкет субъективной оценки.

Результаты экспериментальных исследований заносились в специальные протоколы, на основании которых проводилась статистическая обработка и выносились соответствующие суждения о степени эффективности исследуемых условий освещения.

На основании результатов лабораторных исследований влияния условий освещения СИД на функциональное состояние органа зрения установлено:

- освещение СИД создает лучшие условия для работы аккомодационно-мышечного аппарата органа зрения;
- при освещении СИД острота зрения, цветоразличительная функция зрительного анализатора «не страдает», контрастная чувствительность сохраняется на том же уровне, что и при освещении галогенными лампами накаливания типа ВАВ – СГ-36⁰;
- «светодиодное» освещение не оказывает угнетающего действия на состояние центральной нервной системы;
- результаты субъективного эксперимента свидетельствуют о преимуществе освещения СИД при выполнении работ средней точности.

Таким образом, полученные результаты послужили основанием для разработки практических рекомендаций по определению области применения СИД и выбору нормируемых уровней освещенности при их использовании во внутреннем освещении.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Гвозденко Л.А. д.м.н., Тихонова Н.С., Чередниченко И.Н., Беседа А.Ю.

ГУ «Институт медицины труда АМН Украины» - Киев

E-mail yik@nanu.kiev.ua

Иоффе К.И.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Использование энергосберегающих ламп с различной цветовой температурой (2700K, 4000K и 6000K) при освещенности от 300 до 1000 лк и различной интенсивности облучения (0,5-1,5 и 3,0 Вт/м²) приводит к формированию физиологических реакций, в значительной степени зависящих от энергетических характеристик действующих фотонов видимого света. Наблюдается различная степень напряжения терморегуляторных реакций, функций сердечно-сосудистой системы, картины периферической крови. Наиболее активно излучение с цветовой температурой 4000K, 6400K при

интенсивности до 1,5 Вт/м². При разработке нормативов важно учитывать энергетические характеристики действующего света.

Для энергосберегающих систем освещения в настоящее время используются преимущественно компактные люминесцентные лампы типа КЛЛ с различной световой температурой: 2700К («теплый»), 4000К («природный»), 6400К («дневной» или чисто белый) - которая обуславливает различный спектральный состав генерируемого света. Ранее проведенные исследования [1, 2, 3] свидетельствуют о важном значении спектрального состава излучения, связанного с энергией генерируемых фотонов, в формировании физиологических реакций организма. Этому вопросу уделяется большое внимание в исследованиях последних лет [4, 5].

С влиянием энергии видимого света связывают формирование циркадных ритмов функционирования организма, эффекты прямой стимуляции или угнетения структур мозга, угнетение образования мелатонина, уровень кортизола, формирование таких психофизиологических состояний, как десинхронозы, зимняя депрессия и т.п. Доказано, что видимое излучение влияет на работоспособность и утомление работающих, на изменение регуляторных функций организма, связанных с обменом мелатонина, на функции центральной нервной системы и системы кровообращения, тепловое состояние организма и т.п.

В эксперименте на добровольцах, молодых мужчинах в возрасте 21-25 лет, исследовалось влияние света, генерируемого компактными люминесцентными лампами с цветовой температурой 2700-4000-6400К, на протяжении 2-х часов при интенсивности облучения 0,5-1,5 и 3,0 Вт/м², яркости от 820 до 14000 кд/м², освещенности 300-600 и 1000лк. Испытуемые находились в состоянии активного покоя при облучении передней поверхности тела, в т.ч. лица. Исследовались параметры теплового состояния организма: температура кожных покровов, температура тела, рассчитывалось теплонакопление, температурные ингредиенты, исследовались функции сердечнососудистой системы (ЧП, АД, запись ЭКГ по Холтеру). Исследовалась картина периферической крови, уровень мелатонина в слюне, уровень спонтанной хемилюминесценции, а также психофизиологический статус с использованием тестов САН и Люшера.

В результате исследований установлена разница в реакциях организма на действие видимого излучения различного спектрального состава и интенсивности. Наиболее биологически активным является излучение с цветовой температурой 4000 и 6400К при интенсивности до 1,5 Вт/м² (\approx 600лк). Большие интенсивности угнетают физиологические реакции.

Изменение теплового состояния организма вероятнее всего связаны с особенностями поглощения фотонов видимого света поверхностью кожных покровов. Наблюдается повышение средневзвешенной температуры кожи, особенно при цветовой температуре 4000К и интенсивности 3,0 Вт/м². При этом изменение внутренней температуры тела незначительны.

В процесс включается система кровообращения, наблюдаются изменения среднего динамического давления — наиболее стабильного показателя функционирования организма.

Изменения картины периферической крови свидетельствуют о наличии реакций напряжения гомеостаза, формирования адаптационных реакций типа тренировки, повышенной активации. Количество реакций повышенной активации наблюдалось при интенсивностях облучения 0,5 и 3,0 Вт/м² при цветовой температуры 4000 и 6400К.

Наблюдаются изменения уровня спонтанной хемилюминесценции, свидетельствующие об активации свободно-радикальных процессов, особенно при облучении интенсивность до 1,5 Вт/м² и цветовой температуре 4000К.

Изменяется состояние психофизиологических функций, о чем свидетельствуют результаты анализа теста САН и Люшер.

С помощью цветового теста Люшера у испытуемых было установлено формирование чувства физического дискомфорта, эмоционального напряжения, утомления, стресса, возрастающие с ростом цветовой температуры. Наиболее благоприятная цветовая температура 6400 К при интенсивности 3,0 Вт/м².

Предварительный анализ результатов исследования функций организма в зависимости от спектра и интенсивности облучения при использовании энергосберегающих ламп типа КЛЛ свидетельствует о необходимости учета спектральных и энергетических характеристик ламп и разработки мероприятий для оптимизации функций организма.

Литература

1. Гвозденко Л.А. К проблеме гигиенической оценки энергетической нагрузки, создаваемой неионизирующими электромагнитными излучениями// Укр.ж. з пробл. медпраці — №2.- 20054-с.56-64.
2. Гвозденко Л.А. Обоснование допустимых нормативов облученности ИК излучением в зависимости от его спектрального состава// Мед.труда и пром. экология: №12.- 1999,-с.13-18.
3. Гвозденко Л.А., Стежка В.А., Чередниченко И.Н., Артамонова А.В., Назаренко В.И., Оникиенко Ф.А. Влияние оптического излучения естественных и искусственных источников на человека// Мед.труда и пром. экология: №2.- 2000.-с. 11-14.
4. Абрамова Л.В. Психофизиологическая и гигиеническая оценка освещения высокоэффективными источниками света// Светотехника - №3. -2001-с. 11-15.
5. Ван ден Бельд Г. Свет и здоровье// Светотехника - №1-2003 — с.4-8.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОДСВЕТКИ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Зеленков И.А., к.т.н., проф., Тимошенко И.Н., асп.

Национальный авиационный университет

03058, м. Киев, пр. Космонавта Комарова, 1 корп. 5, ауд. 5-314

тел.8 (044) 406-75-89

Бурное развитие осветительных приборов на основе полупроводниковых источников света с возможностью управления их интенсивностью и цветностью свечения в заданном временном интервале создает условия для смелого применения метода динамического освещения при проектировании подсветки архитектурных объектов. Такой метод подсветки позволяет подчеркнуть индивидуальность объекта, сделать его визитной карточкой страны, города, района, создавая при этом праздничное настроение у наблюдателей. Неправильное же использование сочетания цветовых гамм и темпа их изменения может стать дополнительным фактором стресса, нагружая и без того перегруженную впечатлениями психику жителя современного мегаполиса. Для качественной оценки, а также анализа и прогнозирования ожидаемого эффекта от разрабатываемых динамических режимов и сцен освещения объекта необходима его визуализация. Так как пиксель экрана как составляющая часть компьютерного изображения состояния освещения объекта характеризует определенный цвет (результат смешения трех цветов R, G, B) и определенную яркость, которые могут быть такими же, как и фактическая яркость и цвет, то компьютерное моделирование динамики освещения является очень близким к реальности при условии точного воспроизведения геометрии объекта, учета спектрального состава и распределения кривой силы света осветительной арматуры, а также при учете поглощающих и отражающих свойств поверхности, использования точных алгоритмов определения цвета и яркости света на поверхности. Все это – основные условия фотореалистической визуализации, то есть такой, которую можно подтвердить, сверяя ее с фотографией освещенного объекта. На примере реализованного проекта динамической подсветки козырька и купола Дома учителя, разработанном при помощи компьютерной программы 3DS-MAX, можно сделать вывод, что если визуальный эффект моделирования динамического освещения подобный к реальности, а разница измерений и расчетов, причиненная неточностью реализации объекта, отличается на уровне 20-30%, то достоверность визуализации такой подсветки архитектурного объекта можно считать достаточной для того, чтобы использовать ее в проекте.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО СВЕТОТЕХНИКЕ И СМЕЖНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

*Горюнов В. А., д.ф.-м.н., Мордюк В.С., д.т.н., Свешников В.К., д.т.н.,
Амелькина С. А., к.т.н., Молин В.Н. к.ф.-м.н., Тихонова Н.П., к.ф.-м.н.,
Буряк В.В., к.т.н., Зинченко Е.Ю., Иванов О.Ю.*

*Мордовский госуниверситет
г. Саранск, Большевистская, 68 а.
тел.:47-79-57, E-mail: morvla@mail.ru*

Приводится перечень разработанных авторами компьютерных моделей визуализации различных физических процессов в источниках света и в учебном процессе по другим дисциплинам с использованием метода анимации, метода Монте Карло, метода молекулярной динамики и других методов визуализации.

Введение. Особая актуальность использования компьютерных методов заключается в том, что они позволяют получать наглядные независимые подтверждения результатов теоретических и экспериментальных исследований. Они способствуют облегченному восприятию преподаваемого материала студенческой аудиторией и уже работающими на светотехнических предприятиях кадрами с устаревшими научными представлениями.

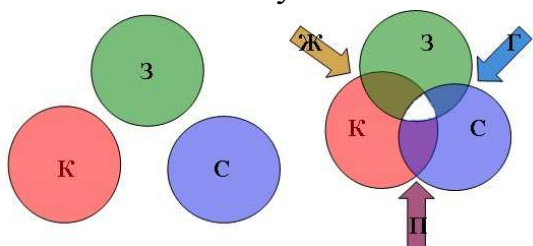
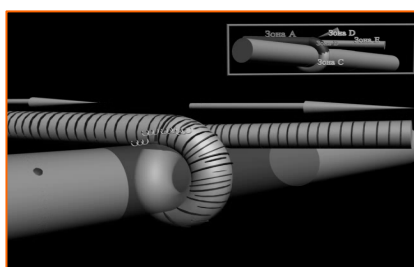


Рис.1. Схема модели смешения цветов

1. Анимационное моделирование включает действующие в динамике следующие модели. **1.1. Компьютерную модель** смешения цветов (рис 1). Для студентов, изучающих основы колориметрии создана анимационная модель образования различных цветов путем субтрактивного и аддитивного смешения цветов. Модель позволяет наблюдать процесс смешения трех основных цветов (красного (К), зеленого (З) и синего (С)). Три объекта в виде кругов, окрашенных в основные цвета, сближаются, перекрываются и в местах перекрывания образуются новые цвета. Попарное смешение этих цветов создает желтый (Ж), голубой (Г) и пурпурный (П). В процессе наложения рядом с местами перекрытия образуются поля сравнений, позволяющие сопоставить цвета. Такой наглядный динамический процесс поможет усвоению теоретического материала. **1.2. Компьютерную модель** эстафетного перемещения единичной дислокаций по кристаллу; **1.3. Компьютерную модель** пластической деформации кристалла при движении группы дислокаций; **1.4. Компьютерную модель** образования разрушающих трещин перед границами зерен; **1.5. Компьютерную модель** взаимного превращения винтовых и краевых дислокаций. На основе последней модели разработана

новая дислокационная теория спирализации вольфрама взамен устаревшей и в настоящее время ошибочной модели, а также разработан и запатентован принципиально **новый способ утончения** проволок из любых металлов и сплавов без использования трудно обрабатываемых и дорогостоящих алмазных фильер; **1.6. Компьютерную анимационную модель** угнетения люминесценции дислокациями. Дислокации в люминофорах являются проводящими линейными шнурами, и поэтому неспособными люминесцировать. При плотности этих дефектов в объеме $\sim 10^8 \text{ см}^{-2}$ только значительно меньше половины объема люминофоров оказывается активной с точки зрения люминесценции, поэтому дальнейшего повышения световой отдачи люминесцентных ламп следует ожидать при экспериментальном управляемом резком снижении плотности дислокаций до уровня 10^3 см^{-2} , что подтверждено нами с использованием виртуального эксперимента. На экране монитора красным цветом моделируются неспособные люминесцировать ядра дислокаций, вокруг которых на темном фоне разноцветным миниатюрными кратковременными вспышками моделируются кванты видимого света люминесценции. При сближении ядер дислокаций из-за повышения их плотности площади темных полей и вспышек люминесценции на их фоне становится все меньше, что и моделирует угнетение процесса люминесценции дислокациями. Эта анимационная модель подтверждается прямыми теоретическими расчетами на основе зонной теории твердого тела с использованием компьютерных технологий. **1.7. Компьютерную модель утончения проволок** без алмазных фильер с использованием метода качения. При изгибании проволоки вокруг керна с последующим ее распрямлением возникающие за счет превращения винтовых дислокаций в краевые новые плоскости обеспечивают ее удлинение (рис.2 а). Рядом представлена действующая компьютерная модель установки (рис.2 б).



а



б

Рис. 2.

2. Моделирование с использованием вероятностного метода Монте

Карло включает следующие действующие в динамике модели:

2.1. Компьютерную модель испарения поверхностных атомов нанокристалла вольфрама в условиях высокого вакуума. В зависимости от структурно-энергетических позиций окрашенных в разные цвета с различной парциальной энергией активации поверхностных атомов процесс испарения осуществляется поэтапно. Вначале испаряются слабосвязанные с решеткой атомы и когда на определенном этапе «вскрываются» плотноупакованные кристаллографические плоскости с повышенными силами межатомной связи,

скорость испарения вольфрама уменьшается в миллионы раз. Ламповый вольфрам пока единственный из всех металлов, который «подчиняется» этой новой кинетической теории испарения. Результаты **компьютерного моделирования** подтверждаются экспериментальными исследованиями спиралей ламп с использованием **оптической, электронной и автоионной микроскопии** с увеличениями от сотен до десятков миллионов крат.

2.2. Компьютерную модель образования «горячей точки» при наличии в структуре нанокристалла зерна с другой кристаллографической ориентацией. Если в структуре посередине проволоки присутствуют зерна, внутри которых отсутствуют параллельные поверхности кристаллографические плоскости, то замедления процесса испарения не наблюдается и образуются «горячие точки», что подтверждается многими исследованиями на недостаточно качественных проволоках с использованием микроскопических методов. **2.3. Компьютерную модель образования «горячей точки»** при наличии в объеме ламп кислородсодержащих примесей. Энергия образования окислов вольфрама сопоставима с энергией сублимации, поэтому в имеющихся всегда изначально перегретых на спиральях участках она суммируется с энергией тепловых колебаний атомов и скорость испарения в этом месте нарастает быстрее, что и служит основной причиной образования «горячих точек».

3. Моделирование с использованием метода молекулярной динамики включает действующие в динамике следующие модели. **3.1. Компьютерную модель испарения вольфрама в лампах накаливания в высоком вакууме.** На экране монитора в центре размещается сечение вольфрамовой нити красного цвета, из которой временами «выползают» испаряющиеся атомы. Процессы испарения визуализируются в двух видео окнах. На первом видео окне наблюдаются испаренные движущиеся атомы, не сталкивающиеся с атомами наполняющих инертных газов из-за отсутствия последних. На втором видео окне визуализируются только траектории движения испарившихся атомов. После достижения границы экрана монитора из поверхности нити начинает «испаряться» следующий атом и так далее. **3.2. Компьютерную модель испарения в лампах накаливания в среду инертного газа.** Для реализации этой компьютерной модели предварительно была разработана **теоретическая модель этого процесса**, учитывающая зависимость от давления газа три вероятности: **вероятность** столкновения испарившегося атома с атомом газа высокого давления, зависимость от соотношения импульсов атомов вольфрама и газа **вероятность** взаимного отталкивания и **вероятность** прицельного возврата испарившегося атома на испаряющую нить. Сама **компьютерная модель** отличается от предыдущей тем, что вокруг расположенной в центре экрана нити вольфрама красного цвета располагаются постоянно двигающиеся и сталкивающиеся между собой атомы инертного газа зеленого цвета, давление которого изменяется пользователем в процессе моделирования. После испарения атом вольфрама начинает сталкиваться с атомами газа, компьютер каждый раз решает задачу столкновения в зависимости от величин масс сталкивающихся атомов и направлений их движения и выдает на экран направление движения сталкивающихся частиц

после соударения. Пользователь (преподаватель, студент) задает по письменному запросу компьютера параметры процесса (температуру, массы атомов, энергию активации, и др.), после чего включает работу модели нажатием клавиши Enter. Результаты компьютерного эксперимента тоже можно наблюдать в двух видео окнах. В одном из них - саму динамику последовательных столкновений, а во втором видео окне компьютер выдает на экран только траектории разлета сталкивающихся частиц, при этом в каждой точке столкновения он фиксирует и отмечает на экране или изменение величины вероятности прицельного возврата на испаряющуюся поверхность или, по выбору, относительную величину скорости испарившегося атома вольфрама после очередного столкновения. Модель показывает, что при повышении давления газа частота возврата атомов на поверхность нити увеличивается, что соответствует реальности.

3.3. Компьютерную модель испарения вольфрама в ксеноновых лампах сверхвысокого давления газа. Это моделирование отличается от предыдущего по геометрии (внизу экрана располагается плоская поверхность анода лампы) и по физике процесса (лампа является прямооточной, питающейся постоянным напряжением, а сверхвысокое давление газа обеспечивает на поверхности анода электрическое поле высокого напряжения). Давление газа моделируется количеством его атомов на экране, а динамика столкновений задается пользователем через отношение масс атомов и их скоростей. На рис. 3 представлены результаты моделирования. Части (а, б) рисунка отличаются только последовательными стадиями процесса столкновений: столкнувшийся с атомом вольфрама в центре экрана (рис.3 а) атом инертного газа отлетел в сторону (рис. 3 б) и начал столкновения с другими соседями. На рис 3 в. представлена траектория движения испарившегося атома в процессе его столкновениями с атомами газа. Траектория вначале прямолинейная, поскольку его начальная скорость существенно превосходит скорость сталкивающихся атомов газа. И только в конце она отклоняется от прямолинейной, поскольку в результате последовательных столкновений импульсы вольфрама начали уменьшаться и сравниваться с импульсами газа. В точке каждого очередного столкновения компьютер отмечает каждое очередное изменение относительной скорости атома. Часть рисунка (г) иллюстрирует траекторию атома вольфрама, испаряющегося из решетки без участия электрического поля, когда его средняя скорость существенно меньше скорости атомов газа. В этом случае атом вольфрама по причине большого давления газа возвращается обратно на испаряющуюся поверхность анода, что соответствует реальности.

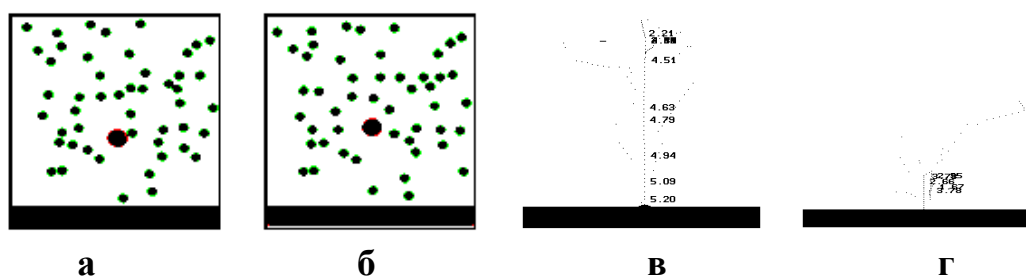


Рис.3.

3.4. Компьютерную модель испарения вольфрама в условиях недостижимых в реальности сверхвысоких давлений. При повышении давления увеличивается средняя скорость атомов газа, поэтому при сверхвысоких давлениях столкновения с атомами вольфрама все чаще осуществляются не только в среде газа над поверхностью, но на самой его поверхности. Испаряющиеся атомы, преодолевающие энергетический барьер решетки, имеют существенно меньшую скорость, чем атомы газа, поэтому столкновения на поверхности приводят к их обратной конденсации. С учетом периода тепловых колебаний атомов решетки моделирование в этом случае уподобляется кино съемке процесса со скоростями в миллиарды кадров за секунду.

4. Компьютерное моделирование некоторых уникальных лабораторных работ экспериментального плана. В обычных вузах практически отсутствуют натурные лабораторные работы из области экспериментальной, квантовой и ядерной физики. Для устранения этого недостатка разработан ряд компьютерных лабораторных работ. **4.1. В компьютерной лабораторной работе «Масс-спектрометр»** на экране монитора визуально наблюдаются траектории ионов различных атомов в преднамеренно изменяющемся магнитном поле. **4.2. В лабораторной компьютерной работе «Опыт Франка и Герца»** студенты на экране монитора визуально наблюдают и изучают процессы столкновения электронов с атомами ртути. **4.3. В компьютерной лабораторной работе «Опыт Резерфорда»** моделирование позволяет визуализировать движение α -частиц. **4.4. В компьютерной лабораторной работе «Радиоактивный распад»** строится массив из 400 атомов радиоактивного тория Th и с течением модельного времени в процессе его радиоактивного распада визуально наблюдается постепенное превращение атомов тория в атомы протактиния Pa, определяется период полураспада для различных изотопов. **4.5. В лабораторной работе «Цепные реакции в U – 235, Pu – 239 и в смеси изотопов U – 235, U – 238»** определяется критическая масса при ядерном взрыве, зависимость концентрации нейтронов деления и энерговыделения от времени. Для реализации этих работ использовались методы Монте-Карло, молекулярной динамики, численные методы решения дифференциальных уравнений и интегрирования, в том числе и метод Эйлера. На рисунках модели не представлены из-за ограниченного объема.

Привлекательность компьютерных моделей состоит, прежде всего, в их наглядности и доступности восприятия. Русская пословица гласит «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать!», но больше к данному случаю подходит китайская пословица «Я слышу – и забываю, я вижу – и запоминаю, я делаю – и постигаю!». Изменяя по запросу компьютера те или иные параметры, студент или заводской специалист лучше воспринимает «и постигает!» изучаемый процесс. Каждая действующая компьютерная модель сопровождается научно-образовательной программой и в совокупности с успехом может использоваться в качестве лабораторной работы. Данные модели можно приобрести у авторов статьи (связь по электронной почте)

УДК 621.327

ВПЛИВ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ОПРОМІНЮВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШКІРНОЇ ТКАНИНИ ХУТРОВОГО КРОЛЯ

Данилкович А.Г., д.т.н., Калашник О.В., Жигоцький О.Г., к.х.н.

Київський національний університет технологій та дизайну

Полтавський університет споживчої кооперації України

Інститут проблем матеріалознавства імені І.М. Францевича НАН України

Досліджено вплив УФ-випромінювання на показники фізико-механічних властивостей шкірної тканини хутрового кроля. Зроблено висновок про можливість використання УФ-випромінювання на стадії первинної обробки хутряної сировини.

УДК 621.327

НОРМАЛІЗАЦІЯ РІВНЯ ОСВІТЛЕНOSTІ – ОСНОВА КЕРОВАНИХ СВІЛОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Липовецький В.Р., Липовецький М.

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

Комфортність світлового середовища визначається встановленими нормативами рівня освітленості, на основі яких ведеться розрахунок та проектування освітлювальних систем. Реальний рівень освітленості, що створюється штучними джерелами світла, зазнає певних впливів та відхиляється в ту чи іншу сторону від нормативних значень. Отже, виникає проблема нормалізації рівня освітленості середовищ чи робочих поверхонь, тобто підтримання нормативного рівня освітленості впродовж періоду експлуатації освітлювальних систем чи установок. Величина відхилення рівня освітленості від нормативного значення і є тим параметром, на основі якого можна здійснювати управління світловим потоком штучних джерел світла приводячи його до норми. Визначається це відхилення наступним чином:

$$\Delta A = A_{\delta} - A_i, \quad (1)$$

де A_i - нормований рівень для даного середовища; а A_{δ} - реальний рівень освітленості в даний момент часу.

При створенні сучасних інформаційно-керуючих систем освітлювальними мережами чи установками виникає необхідність встановлення та аналізу факторів впливу на зміну рівня освітленості.

Реальний рівень освітленості середовищ E_p створюється як штучними джерелами так і природнім світлом, і визначається, як сума цих двох складових:

$$E_p = E_{шт}(U_{ж}, K_{ст}(\tau), K_3(t, p_{зс})) + E_{пр}(T_{\partial}, P_p, C), \quad (2)$$

де: $E_{шт}(U_{ж}, K_{ст}(\tau), K_3(t, p_{зс}))$ - освітленість створена штучними джерелами, яка залежить від: величини напруги живлення $U_{ж}$, коефіцієнта старіння джерел світла $K_{ст}(\tau)$ як функції часу експлуатації τ та коефіцієнта забруднення світлових приладів $K_3(t, p_{зс})$ як функції часу знаходження у даному середовищі t та рівня забрудненості середовища $p_{зс}$; $E_{пр}(T_{\partial}, P_p, C)$ - природна освітленість, що залежить від пори року P_p , часу доби T_{∂} та сонячності C .

Отже, на реальний рівень освітленості середовищ впливають наступні фактори: величина напруги живлення (1), старіння джерел світла (2), забруднення світлових приладів (3) та рівень природного освітлення (4). Їх можна класифікувати за декількома ознаками, які є важливими для побудови інформаційно-керуючих систем, а саме:

- за характером впливу (в сторону збільшення чи зменшення);
- за типом впливу (прогнозованістью);
- керованістью;
- можливістю моніторингу;
- можливість зменшення впливу збуруючого фактору.

Характеристику факторів впливу на освітленість наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Класифікаційна характеристика факторів впливу на освітленість

№ фактору	Параметр	Характер впливу	Тип впливу	Керованість	Можливість моніторингу	Можливість зменшення впливу
1	Величина напруги живлення	Двосторонній	Прогнозований	Керований	Так	Так
2	Коефіцієнт старіння джерел світла	Односторонній	Прогнозований	Некерований	Так	Ні
3	Коефіцієнт забруднення світлових приладів	Односторонній	Прогнозований для конкретних середовищ	Некерований	Так	Так
4	Величина рівня природної освітленості	Двосторонній	Не прогнозований	Некерований	Так	Ні

За характером впливу досліджувані фактори можна розділити на дві групи. Двосторонні – ті, що впливають, як в сторону зменшення, так і в сторону збільшення реального рівня освітленості. Односторонні – ті, які впливають тільки в сторону зменшення освітленості.

За типом впливу фактори можна поділити на прогнозовані і не прогнозовані. Прогнозовані фактори це ті, величину впливу яких на рівень освітленості для будь-якого моменту часу можемо заздалегідь встановити.

За можливістю керування фактори поділяються на дві групи керовані і некеровані. Керовані фактори це ті, параметри яких ми можемо змінювати. Збільшуючи або зменшуючи величину даного параметра ми аналогічно змінюємо величину потоку випромінювання штучних джерел світла. Згідно з проведеним аналізом керованість властива тільки одному з факторів – напрузі живлення.

Можливість моніторингу це здатність встановлювати, шляхом вимірювання чи розрахунків, величини параметрів факторів впливу на рівень освітленості.

За можливістю зменшення впливу фактори поділяються на ті, вплив яких за допомогою певних дій можна повністю або частково знизити, та ті вплив яких не піддається відновленню.

Реальний потік випромінювання штучних джерел світла $\hat{O}_{\phi \delta \delta}$ можна визначити з формули:

$$E_{\text{штр}} = \frac{\Phi_{\text{штр}}}{S}, \quad (3)$$

де S - площа поверхні яка освітлюється, а $\hat{A}_{\phi \delta \delta}$ можна визначити з формули (2), при цьому освітленість $\hat{A}_{i \delta}$ та $\hat{A}_{\phi \delta}$ потрібно встановити шляхом вимірювання.

В свою чергу $\hat{O}_{\phi \delta}$ залежить від наступних факторів

$$\Phi_{\text{штр}} = \Phi(U) \cdot K_{\text{см}}(\tau) \cdot K_z(t, p_{\text{зс}}) \quad (4)$$

Знаючи залежності $\hat{O}(U)$ та $\hat{E}_{\text{пд}}(\tau)$ ми можемо визначити вплив коефіцієнту забруднення на величину світлового потоку, що дасть змогу оптимізувати експлуатаційні режими освітлювальних установок чи мереж.

Окрім того, нормалізація рівня освітленості дозволить зменшити матеріальні та енергетичні ресурси та забезпечити комфортність світлового середовища.

УДК 628.979:159.93(045)

МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ КОМФОРТНОГО СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА МІСТА

Зеленков І.А., к.т.н., проф., Вакула Н.О., асп.
Національний Авіаційний Університет
пр. Космонавта Комарова 1, Київ, Україна, 03058
тел. (+380-44) 406-75-89

Досвід провідних європейських столиць, в яких вже давно і успішно діють загальноміські програми щодо концептуального освітлення доріг, мостів, будинків, пам'яток, доводить, що питання організації зовнішнього міського освітлення є актуальним. На такі програми, як правило, виділяються чималі бюджетні асигнування. Програми містять в собі концептуальний підхід до

освітлення значущих об'єктів міст, будь це вулиці, парки, прибудинкові території або пам'ятники архітектури.

Але треба зазначити, що не існує чіткої методики створення таких концептуальних вирішень світлової середовища міст.

Темою поданої доповіді є створення чіткої методики, за якою можна диференціювати світлові зони міста по якості та кількості світла, забезпечення вірного вибору світлових домінант та об'єктів акцентованого освітлення, а також об'єднання функціонального, архітектурного-декоративного, святкового та інформаційно-рекламного освітлення у єдиний збалансований світловий простір.

Під методикою створення концепції комфортного світлового середовища міста розуміється певний комплекс заходів та черга їх виконання, які необхідно втілити у життя, задля покращення вечірнього зовнішнього вигляду міста, забезпечення естетично привабливого та якісного зовнішнього освітлення вечірнього міста, комфортного для його мешканців і гостей.

Пропонується певний алгоритм створення програми з комплексного освітлення міста:

1. комплексний аналіз стану справ зовнішнього освітлення міста, а саме стан справ освітлення магістралей та вулиць, мостів, прибудинкових територій та малоповерхових забудов; парків та фонтанів; архітектурно-художнього освітлення пам'яток архітектури та будинків міського значення;
2. опис нинішнього технічного та технологічного стану систем управління зовнішнім освітленням міста, опор, світильників, шаф управління та електромереж зовнішнього освітлення;
3. пропонування чітких та виважених кроків, які необхідно здійснити для вирішення питань, що сформувались після проведення аналізу стану мереж зовнішнього освітлення міста, з метою приведення їх у відповідність до сучасних вимог життя;
4. створення концепції архітектурно-декоративного та святкового освітлення міста, застосовуючи комплексний зональний підхід до формування архітектурно-художнього образу міста у вечірній та нічний час, відповідно до європейських та світових стандартів.
5. створення дизайн-макетів архітектурно-декоративного та святкового освітлення, відповідно до зонального підходу.
6. Створення єдиної генеральної схеми зовнішнього освітлення міста – Світлового плану.

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ НОВОЙ СИСТЕМЫ ЭФФЕКТИВНЫХ «ЦИРКАДНЫХ» ВЕЛИЧИН

Иоффе К.И.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Объективная оценка источников света в отношении эффективности их применения в осветительных установках искусственного освещения с точки зрения биологического воздействия видимого излучения и установление в этой связи технических требований к источнику света для создания эффективного воздействия на циркадную систему являются важными и актуальными задачами.

Один из способов оценки эффективности источников света предусматривает разработку и использование новой системы величин, так называемых циркадных величин в качестве основного критерия.

По аналогии со световыми величинами для оценки видимого света с учетом его биологического действия возможно создание специальной «эффективной» системы величин, наряду с уже существующими эритемными, бактерицидными и фотосинтезными. Такая система может носить название циркадная (циркадные эффективные единицы), которой следует пользоваться при интегральных измерениях и расчетах в практике создания осветительных установок нового поколения.

Сложность фотохимических и тем более биологических процессов воздействия излучения на различные объекты, в том числе и на глаз, обусловило тот факт, что воздействие излучения на объект далеко не пропорционально его энергии или мощности, а резко зависит от длины волны. А это в свою очередь вызвало разработку и применение параллельных систем эффективных величин и единиц, непосредственно характеризующих воздействие излучения на объект. Первой такой системой явилась система световых величин (световой поток, сила света и т.п.) и единиц их измерений для видимого участка шкалы оптических излучений. В дальнейшем системы эффективных величин стали применяться и для других участков оптического излучения (системы эритемных и бактерицидных величин и единиц).

Предложения создания новых систем величин вызвали в свое время бурную дискуссию о целесообразности их создания. Противники эффективных систем указывали на недостаточность экспериментальных данных, кроме того, утверждали, что введение спектральной чувствительности в величины для оценки излучения неудобно и оправдано только для глаза как основного источника поступающей в мозг человека информации. Сторонники подчеркивали простоту и удобство применения таких систем на практике. Тем не менее, эритемные и бактерицидные величины были введены в практику и до настоящего времени широко используются в различных областях науки и народного хозяйства, в частности медицине и сельском хозяйстве.

В дополнение к электрическим и световым характеристикам источников света следует ввести еще один критерий их качества, оценивающий общебиологическое действие излучения.

Очевидна необходимость создания новой методики разработки требований к спектральным характеристикам высокоэффективных ламп для организма человека, основывающихся на использовании новой системы величин (циркадной), на которой должна быть основана разработка новых источников света - научное обоснование разработки высокоэффективных источников света на основе количественной оценки циркадной эффективности.

УДК 621.9

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Сапрыка А.В., к.т.н., доц.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства,
тел.: (+38057) 7073117, e-mail: a_sapruka@ mail.ru*

Приведен анализ влияния низкого качества электроэнергии на технические показатели работы современных осветительных комплексов, рассматривается надежность системы наружного освещения

В современных условиях проблема качества электроэнергии, надежности электроснабжения и энергоэффективности приобретают особую актуальность, так как они являются одними из важнейших условий экономической и длительной эксплуатации осветительных комплексов. В настоящее время наибольший объем генерации световой энергии приходится на разрядные лампы, при этом доля осветительных приборов с энергоэкономичными лампами возрастает. Снижение качества электроэнергии приводит к дополнительным потерям, ухудшению технических показателей работы осветительных установок, сокращению срока службы ламп.

Исследования специалистов и ученых [1,2] показывают актуальность и необходимость решения проблемы влияния низкого качества электроэнергии на работу осветительных установок, так как качество электрической энергии на месте производства не гарантирует ее качества на месте потребления до и после включения электроприемника (в данном случае осветительной установки). В странах Евросоюза величина эмиссии высших гармоник регулируется международным стандартом EN 61000-3-2 [2], устанавливающим для различной аппаратуры, в частности, светотехнической, предельные уровни высших гармоник.

Целью настоящей работы является повышение надежности современных осветительных комплексов. Проведенный анализ показывает, что современные высокоинтенсивные источники света имеют срок эксплуатации до 30 тыс.

часов. Во второй половине срока эксплуатации 50% ламп выходят из строя в результате повышенного напряжения Ул; 14% - не загораются, другие выходят из строя по различным причинам, присущим всем разрядным лампам высокого давления. Исходя из специфики режима электропитания ламп и задач увеличения срока службы, надежности, экономичности и удобства в использовании, источник питания разрядных ламп должны обеспечивать выполнение определенного набора технических требований.

Анализ характеристик нагрузки с разными типами балластов показал, что значения светового потока в течение срока эксплуатации для системы “Лампа-ПРА” отличаются от соответствующих данных, которые обычно приводятся в каталогах для номинальной лампы. Степень отличия определяется отклонением мощности лампы от номинальной, которое в свою очередь определяется характеристикой кривой балласта и характером изменения напряжения на лампе в течение срока эксплуатации. Срок эксплуатации ламп в светильниках меньше в 1,5-2 раза, чем при испытаниях на стенде. Увеличение U_c до 240 В ведет к увеличению мощности ДНаТ на 28% и необоснованному использованию электроэнергии в 1,28 раза больше, чем надо. А снижение напряжения на 10% уменьшает световой поток до 22%. При этом увеличивается скорость эрозии электродов, так как снижается их рабочая температура. При работе на переменном токе промышленной частоты каждый полупериод происходит перезажигание лампы и возможны пики перезажигания, связанные с явлениями на катодах, что также приводит к дополнительному распылению электродов. В результате происходит выход лампы из строя из-за дезактивации электродов, повышенного напряжения зажигания или из-за недостатка газа для существования разряда.

Современная система наружного освещения города представляет собой сложный комплекс, который состоит из трансформаторных подстанций, шкафов питания, линий электропередач, осветительных установок. В настоящее время система наружного освещения г. Харькова включает в себя более 65 тыс. световых приборов из них осветительные установки с лампами ДНаТ составляют 45944 шт. и РВЛ - 19939 шт. Протяженность сетей 3875,136 км, из них кабельных – 1150 км (422,58 км – кабельные в земле), шкафов – 707 шт., что обуславливает требования к надежности электроснабжения. В соответствии с электрической схемой наружного освещения, из всей совокупности оборудования и элементов конструкции можно выделить технологическую цепь, которую условно назовем базовым комплектом (БК) системы наружного освещения. Он содержит в себе последовательно включенные трансформаторную подстанцию, шкаф питания, линию электропередачи, опору, кронштейн и осветительный прибор.

Опыт эксплуатации БК показывает, что частота отказов в рассматриваемый период для определенного типа осветительного прибора при одинаковой длине линии электропередачи, остается постоянной. Однако такого рода сочетания встречаются довольно редко, и наблюдение за их отказами не

может дать объективную оценку частоты отказов. Следовательно, частота отказов БК – это расчетная величина.

Определение частоты отказов БК для совокупности последовательно включенных элементов осуществляется по формуле [3]

$$\omega_{\text{БК}} = \sum_{i=1}^5 \omega_i,$$

где ω_1 - частота отказов шкафа питания;

ω_2 - частота отказов линии электропередачи;

ω_3 - частота отказов опоры;

ω_4 - частота отказов кронштейна;

ω_5 - частота отказов осветительного прибора.

Следует отметить, что частота отказов линии электропередачи зависит от длины кабеля ℓ и способа его прокладки

$$\omega_2 = \omega_2^0 \cdot \ell,$$

где ω_2^0 - удельная частота отказов линии электропередачи, приходящаяся на 1 км (выбирается из справочника).

Величины ω_1 , ω_3 , ω_4 вычисляются по результатам наблюдений в процессе эксплуатации городских сетей города Харькова и составляют $\omega_1=0,0028$ 1/год; $\omega_3=0,0008$ 1/год; $\omega_4=0,0004$ 1/год.

Наибольшую трудность вызывает оценка величины частоты отказов осветительного прибора ω_5 , поскольку она в значительной мере зависит от качества электрической энергии в городских осветительных сетях и не может быть принята в соответствии со справочными данными. Поскольку показатели качества электрической энергии в городских сетях значительно отличаются от нормативных и имеет место низкое качество источников света, применяемых в Украине, то опыт эксплуатации осветительных приборов в сетях наружного освещения КП “Горсвет” г. Харькова позволяет оценить величину частоты отказов осветительного прибора $\omega_5=1,25$ 1/год.

Таким образом, при оценке надежности системы наружного освещения города необходимо учитывать реально существующее качество электроэнергии электросети и источников света. Наиболее предпочтительными при выборе применяемых источников света являются лампы производства Osram, Philips, General Electric, Polar, BLV. Эти фирмы производят лампы высокого качества и хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации. Для решения проблемы низкого качества электрической энергии в современных осветительных комплексах оптимальным является использование унифицированных симметро-компенсирующих устройств, позволяющих устранить несимметрию напряжений (токов) и скомпенсировать реактивную мощность в четырехпроводных сетях при наличии в них нелинейных искажений и изменений нагрузки по случайному закону.

Повышение эффективности работы осветительного комплекса можно достичь в первую очередь, путем повышения качества электроэнергии. Лампы высокой интенсивности являются нелинейными потребителями, массовое использование которых наряду со средствами компьютерной техники, аудио-видеотехникой, современными электробытовыми приборами приводит к значительным искажениям синусоидальности кривых напряжений и, как следствие, к обострению проблемы качества электроэнергии в электрических сетях.

Литература

1. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях. - М.: Энергоатомиздат, 2005. - 261 с.
2. Гриб О.Г., Сапрыка А.В., Овчинников С.С., Таряник М.М. Режимы работы осветительных установок и качество электроэнергии // Труды 4 Международной науч.-практ. конф. «Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века». – М. -2006. – С. 49-51.
3. Зорин В.В., Тисленко Р.В. и др. Надежность систем электроснабжения. – К.: Вища школа, 1984. – 192с.

УДК 628.974.8 (045)

ПРОБЛЕМЫ СВЕТОВОГО ДИЗАЙНА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Лесная О.И., ст. преп.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Архитектурная деятельность отличается постоянным поиском компромиссов между функцией и формой ее выражения. Однако не только архитектуре сегодня принадлежит дилемма выбора между эстетикой и функциональностью. Понятие «дизайн» прочно утвердило свои позиции во всех сферах инженерной деятельности человека, эстетика уже относится не только к видам искусства, но и к инженерии. В этих условиях понятие «светотехника» теряет свой первоначальный смысл, заложенный в середине 20-го века, – техника света, и переходит на новый этап своего толкования – техника эстетического освещения. Развитие такого направления сегодня проходит в сложных, разрозненных условиях изучения проблем светового дизайна.

Изначально дизайн относится к сфере искусства, одним из важнейших направлений которого является архитектура. Однако, начиная с 50-х гг. 20 века наблюдается «обращение» искусства к неэстетическим областям деятельности, высвечивание такой деятельности через призму художественного восприятия, что выразилось в новом направлении дизайна – индустриальный дизайн, который также относится к одной из областей изучения проблем светового оформления. В этой области эстетику света представляют такие имена как Инго

Мауэр, творчество которого направлено на создание совершенно, казалось бы, невозможных форм световых приборов и систем освещения, стирание границ между стандартно воспринимаемым искусственным и природным образами.

Таким образом, сегодня проблемы светового оформления архитектурных пространств относятся к архитектуре, светотехнике, инженерному дизайну. Тем не менее, все эти направления изучают всего лишь одну из сторон понятия «светового дизайна». Специалисты по каждому из данных направлений не имеют обширной, полной картины организации функции и формы, что определяет самую острую проблему светового дизайна – создание интегративной области знаний и умений эффективного перехода от художественных идей к инженерным их исполнениям.

К сожалению, на сегодняшний день, такой области знаний, такого отдельного направления не существует, что значительно затрудняет эффективное достижение общей цели в работе архитекторов, светотехников и дизайнеров.

Анализируя опыт предшественников можно сказать, что базой для подготовки специалистов данного профиля, грамотно разбирающихся в вопросах архитектурной организации пространств, эстетики их оформление, создания художественного и одновременно функционально значимого светового пространства, могут быть вузы, имеющие кафедры архитектуры и светотехники одновременно. Подобное решение указанной проблемы предложили преподаватели кафедры светотехники и источников света Харьковской национальной академии городского хозяйства, разработав программу курса «Декоративно-художественное освещение», включающую в себя материалы по взаимосвязи архитектуры и светотехники, визуальному восприятию и оценке цветоцветового пространства наблюдателем, по декоративно-художественному освещению интерьеров и экстерьеров и проектированию осветительных установок с учетом закономерностей эстетического восприятия наблюдателя.

УДК 711

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ СВЕТОЦВЕТОВОЙ СРЕДЫ пл. СВОБОДЫ В г. ХАРКОВЕ

Крижановская Н.Я., докт. арх., Вотинов М.А.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Проводится анализ архитектурно-художественного формирования цветоцветовой среды площади Свободы в г. Харькове. Даны рекомендации по совершенствованию формирования ее художественного образа.

Площадь Свободы – историческая площадь, символ города Харькова. Ее архитектурный ансамбль формируют уникальные общественные здания Госпром, университет, академия Говорова, гостиница Харьков.

Госпром является памятником архитектуры мирового значения, выполняет функцию доминанты центральной части Харькова. Площадь Свободы имеет важное композиционное и семантическое значение в инфраструктуре города. Она является главной площадью Харькова, относится к категории А (площади крупных и крупнейших городов). Ее уникальность обусловлена и физическими размерами. Она является самой большой площадью в Европе и второй по величине в мире.

Ее посещают как жители г. Харькова, так и многочисленные туристы не только днем, но и вечером. И если в течении светового дня, когда визуальное восприятие определено направлением прямого солнечного или рассеянного света, выявляющего пластическую динамику уникальных архитектурных сооружений она воспринимается как объект олицетворяющий архитектурно-художественную ценность. То с наступлением сумерек, в ночное и вечернее время она теряет свой неповторимый облик.

Это следствие того, что существующее искусственное освещение носит в большей степени спонтанный характер.

Вечерняя и ночная среда площади Свободы не соответствует как художественным, так и функциональным качествам дневной среды. Превалирует утилитарное освещение отдельных функциональных зон. Функциональное освещение не во всех зонах отвечает протекающим в них процессам. Отсутствует композиционная целостность архитектурной среды площади в целом. Не выявлена должным образом композиционная и семантическая доминанта как площади, так и всего города – здание Госпрома.

Освещение вертикальных объемов не выявляет характера тектоники формирующих площадь зданий.

Чрезмерное использование рекламы отрицательно влияет на эстетический облик зданий, а в вечерние часы информационно-световые экраны диссонируют цветоцветовому ансамблю площади.

Отсутствует ландшафтное освещение.

Не используются современные технологии в освещении горизонтальных поверхностей, монотонная не выразительная горизонтальная поверхность разрушает вертикальные объемы площади.

Южная часть площади, граничащая с парком им. Шевченко засорена малыми архитектурными формами, при освещении которых в вечерние часы создается световой диссонанс.

Как известно, архитектурное освещение главных площадей города следует осуществлять на основе предварительно разработанных и утвержденных проектов, учитывающих исторические, природные и градостроительные особенности их развития.

Такой проект реструктуризации цветоцветовой среды должна иметь и площадь Свободы.

Задачи формирования ее цветоцветовой среды должны быть основаны на глубоком анализе ее светотехнических и архитектурно-художественных характеристик.

По характеру световой архитектуры площадь Свободы относится к категории объектов с четко выраженным главным архитектурным объемом (доминантной). В вечернее время, как правило, необходимо выявлять архитектуру главного здания, т. е. здания Госпрома.

Необходимо создание его вечернего и ночного художественного образа с приемами будничного и праздничного, а также сезонного освещения. Так, например, возможны следующие приемы:

Будничного дня - приемом выявления ритмичного чередования вертикальных и горизонтальных поверхностей способом контурного освещения, светодиодами и дежурной подсветкой окон со сценарием их ритмичного включения.

Выходного дня методом выявления функционального стиля здания, путем дежурной подсветки коммуникаций, выявления характерной игры вертикальных и горизонтальных объемов заливающим светом и формированием вертикальных лучей лазерными установками.

Праздничного дня с использованием лазерной светоживописи, изменяющим цвет и направления лазерными лучами и изменяющим свой цвет заливающий свет.

Предпочтение отдается холодному сине-голубому, как основному, и теплему желтому, как дополнительному, для выявления памятника архитектуры из общей массы окружающих зданий, имеющих тепло-желтый цвет облицовки.

Необходимо также выявление пластики горизонтальных поверхностей за счет создания светодиодных ковров и улучшение цветоцветового колорита архитектурной среды в целом (светонасыщенности, цветности).

Желательна разработка индивидуального дизайна светильников для освещения в рекреационной зоне, а также нейтрализации чрезмерно яркой и цветной рекламы.

Создание оригинальной цветоцветовой среды площади Свободы обязательно привлечет потоки туристов, что увеличит прибыль городской казны приток инвестиций. Организация отдыха и развлечений населения с использованием световых шоу позволит получить дополнительную прибыль с данной территории, увеличить ее рыночную стоимость и повысить социальную значимость площади Свободы и ее архитектурно-художественную ценность. В заключении следует отметить, что в настоящее время необходима разработка проектных предложений по формированию уникального цветоцветового художественного образа площади Свобода. Такие разработки осуществляются в Харьковской национальной академии городского хозяйства на уровне подготовки магистров.

Литература

1. Крижановская Н.Я., Дубинский В.П. Светоцветовой дизайн городской среды. – Белгород.: Изд-во БГТУ, 2006, - 136 с.
2. Ефимов А.В. Дизайн архитектурной среды. – М.: Архитектура, 2004. – 504 с.

СВІТЛОВИЙ ДИЗАЙН МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Мисюк Ю.П., ас.

Національний авіаційний університет

03058, Україна, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

E-mail: juliap_m@ukrpost.net

Серед усіх параметрів міського середовища при переході від дня до ночі цілковито змінюється лише один – світловий, тобто той, котрий сприймається оком. Світло є найпотужнішим інструментом, що дозволяє виявити красу навколишнього світу, зокрема, підкреслити культурну й архітектурну цінності міста.

Здатність світла виявляти і в широких межах оптично трансформувати архітектурну форму, забезпечувати швидку модифікацію міського середовища у відповідності з ритмами життя міста робить його важливим градобудівельним фактором та незмінним архітектурним матеріалом.

На сьогоднішній день існує значний арсенал технічних засобів, що дозволяють не лише освітлювати окремі об'єкти, але й створювати гармонійне світлове середовище, в якому сучасна людина вирішує проблеми та задовольняє свої соціальні потреби.

Однак функції зовнішнього освітлення не обмежуються утилітарними задачами: воно повинно бути також екологічним й естетично повноцінним, сприяти формуванню в місті зорового комфорту та візуально-художньої специфіки. Настав час створення нових принципів системного рішення світла, заснованих на вираженні індивідуальності кожного району, єдиному сприйнятті вечірньої світлової архітектури міста. Це художнє явище, а тому потребує обережного й відповідального використання вже існуючих та пошуків нових світлотехнічних рішень.

По відношенню до сучасного міста – це непроста задача. Однак правильним підходом є вироблення концепції, яка б враховувала різні, часом суперечливі, вимоги до освітлення та розглядала б місто або його окремі частини як єдине ціле з точки зору світлового середовища.

Розглянуто основні вимоги до освітлення сучасного міста. Це – фактор видимості, безпеки, естетики, вплив на соціальне життя та ін. Центр у розробці освітлення поступово переміщується від технологічного до естетичного підходу. Ця перспектива глобальна, акцент під час проектування зосередився на взаємодії системи «людина–світлове середовище». Це передбачає, що фундаментальне значення освітлення полягає в розумінні того, що світло впливає свідомо та підсвідомо на нашу поведінку й самопочуття.

Іншим, не менш важливим напрямком формування цілісного вечірнього світлового середовища міста, є виявлення, а також формування й детальне експонування художніх доміант, до яких перш за все відносяться церкви, собори, фонтани, пам'ятники, монументи, мости та ін. Підсвічування,

світлокольоровий режим цих унікальних споруд із високоякісним благоустроєм змінює якість міського середовища, надаючи йому унікальний характер, хоча такий підхід не дає цілісного уявлення, а створює окремі образи.

Тому при розробці планів архітектурного освітлення необхідно використовувати концепцію комплексного рішення даної задачі, тобто розробляти й виконувати проекти архітектурного освітлення цілого кварталу, району, враховуючи наявні історичні особливості.

УДК 621.316.12

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРНОГО И ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Воротилова Е.С., асп., инж. ЭТО, ГП «Гипропром»

Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12, тел. 707-32-42
E-mail: eleones82@mail.ru

В данной статье говорится о современных проблемах архитектурного и художественного освещения. Художественная и архитектурная подсветка рассматривается как сложная инженерная задача, требующая к себе огромного внимания и новейших разработок. Вносятся предложения для создания современного и энергосберегающего освещения. На основе рассмотренного материала и предмета изучения сделаны свои выводы.

УДК 628.327

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦВЕТОВЫХ СДВИГОВ В ИНТЕРЬЕРАХ

Лутай О.В., асп., Овчинников С.С., д.т.н., проф.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

В докладе рассматривается оценка качества цветопередачи в интерьерах.

В настоящее время для освещения интерьеров используются лампы различных типов, отличающиеся по цветовой температуре и спектральному составу излучения. Одно и то же значение цветовой температуры в этих источниках достигается различными по спектральному составу излучениями.

В интерьерах зачастую источники света (ИС) располагаются в различных декоративных светильниках, которые изменяют цветность излучения. Внутренняя отделка помещения в декоративных целях может иметь самую разнообразную окраску. Кроме того, в помещении могут находиться разноокрашенные объекты. Все это приводит к изменению спектрального состава излучения (с учетом многократных отражений от поверхностей),

падаючого на об'єкти спостереження. Виникає зміна індексу кольоропередачі в приміщенні. Безпосередньо оцінити індекс кольоропередачі в цих випадках практично неможливо, т.к. необхідно виробляти складні за технікою спектральні вимірювання. Якісно ступінь зміни кольоропередачі може бути оцінена за зміною кольорової температури випромінювання в різних точках приміщення[1]. Для підтвердження цього нами були проведені розрахунки індексу кольоропередачі в приміщеннях з різною фарбою внутрішніх поверхонь. Як спектральні коефіцієнти відбиття в розрахунках бралися спектральні коефіцієнти відбиття 14 стандартних зразків, що використовуються для розрахунку індексу кольоропередачі. Як джерело світла для освітлення приміщення бралися джерела типу А, Е і D, що відрізняються за кольоровою температурою.

Для експериментального визначення зміни кольорової температури вироблялася цифрова фотографія білих неселективно відбиваючих зразків, на основі якої визначалися координати кольорності цих зразків при інтер'єрному освітленні, і далі, на діаграмі кольорності визначався зсув кольорової температури[2].

В доповіді приводяться результати розрахунків і експериментів. Встановлено, що при малих змінах кольорової температури випромінювання відбитого неселективними зразками, індекс кольоропередачі змінюється незначально. Обговорюються результати проведених досліджень.

Література

1. Мешков В. В., Матвеев А. Б. Основи світлотехніки: Учеб. посібник для вузів: Ч. 2. Фізіологічна оптика і колориметрія. – М.: Енергоатомиздат, 1989 - 432 с.
2. Лутай О.В., Поліщук В.М., Овчинников С.С. Діагностика систем освітлення методами цифрової фотографії // Світлотехніка та електроенергетика. – 2007. – №2(10). – С. 56-63.

УДК 685.382

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИБОРУ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Серіков Я.О., к.т.н., проф., Оробінська К.Є., студ.

*Харківська національна академія міського господарства,
тел.707 33 18, E-mail: yserikov@yandex.ru; serikov@ksame.kharkov.ua*

Одним із важливих факторів виробничого середовища, який сприяє зниженню рівня виробничого травматизму і професійних захворювань, підвищенню продуктивності праці є забезпечення сприятливих умов зорового сприйняття об'єктів на виробництві, створення раціональних параметрів штучного освітлення.

Це відноситься також і до виробничого приміщення тягової підстанції, у

якому розміщений розподільчий пристрій РП – 600 В, тому що всі трудові процеси в ньому зв'язані з участю зорового аналізатора обслуговуючого персоналу.

Напруженість зорового аналізатора людини в цьому випадку залежить від розташування елементів автоматичних вимикачів, роз'єднувачів, індикаторів та шкал контрольних і вимірювальних приладів РП – 600 В стосовно розташування рівня ока людини на робочому місці. Велике значення має також колір фарбування самого виробничого приміщення, поверхонь обладнання, шкал, які безпосередньо чи побічно знаходяться в полі зору працюючого.

На ступінь напруженості зорових робіт впливає також висота і місце розташування шкал вимірювальних приладів, колірних індикаторів, світлових сигналізаторів режимів роботи устаткування – елементів світлової і знакової інформації стану вузлів та елементів розподільного пристрою РП – 600 В тягової підстанції.

Через перенапруження і швидке стомлення зорового аналізатора людини внаслідок недостатньої освітленості, виникає зниження продуктивності праці, вона негативно позначається на загальному фізичному стані людини, і на її психічному самопочутті. Літературні дані показують, що шкідлива як недостатня, так і надмірна освітленість робочої зони. Так, зі збільшенням освітленості до нормативного значення продуктивність праці збільшується на 10...25 %, тоді як подальше збільшення освітленості призводить до швидкої стомлюваності працюючого, зниження продуктивності праці.

Практичний досвід та наукові дослідження показують, що у забезпеченні нормального виробничого процесу, виключенні професійної захворюваності працюючих, погіршення зору, велику роль відіграє і якість освітлення. При чому, найбільш якісним являється освітлення лампами накаливання. В цьому разі продуктивність праці зі збільшенням освітленості робочої зони до нормативної величини зростає на 12...13 %. При застосуванні люмінесцентного освітлення цей показник є нижчим – 11 %.

Враховуючи важливість фактора освітленості робочої зони, важливою задачею в плані забезпечення охорони праці обслуговуючого персоналу, є розрахунок та проектування системи штучного освітлення виробничого приміщення розподільного пристрою РП – 600 В. При чому, при проектуванні системи освітлення необхідно враховувати особливості приміщення, періодичну присутність обслуговуючого персоналу та необхідність ефективного використання електричної енергії. В літературі описання методики такого розрахунку відсутні.

Як приклад наведемо проектування системи рівномірного штучного освітлення для трьохагрегатної тягової підстанції, в якій це приміщення знаходиться на 2-му поверсі.

Особливістю проектування світлотехнічної установки 2-го поверху тягової підстанції, де розташоване основне обладнання РП – 600 В, є те, що це виробниче приміщення обслуговується періодично, так як на підстанції не передбачається постійне перебування персоналу. У зв'язку з цим у ньому необхідно запроектувати три незалежні системи освітлення в плані

забезпечення нормованого рівня штучної освітленості:

- чергову систему освітлення. Ця система освітлення повинна працювати постійно і забезпечувати можливість нагляду персоналу за обладнанням в момент приїзду на тягову підстанцію для обслуговування чи ремонту пристроїв РП – 600 В;

- робочу систему освітлення для виконання робіт з обслуговування обладнання РП – 600 В. Ця система освітлення повинна забезпечувати виконання робіт з обслуговування автоматичних вимикачів, роз'єднувачів, шин, ізоляторів, зняття даних зі шкал контрольно-вимірювальної апаратури, нагляд за роботою устаткування РП – 600 В тягової підстанції;

- аварійну систему освітлення, яка повинна забезпечувати протікання виробничого процесу в випадку порушення живлення робочої системи освітлення для виконання робіт з обслуговування обладнання РП – 600 В.

Розрахунок параметрів системи штучного рівномірного освітлення виробничого приміщення РП – 600 В тягової підстанції проводився згідно з розробленим алгоритмом з використанням програмно-орієнтованого комплексу EUREKA на ПК "PENTIUM".

Виходячи з аналізу виконуваних робіт за напруженістю зорового аналізатора людини, забезпечення освітленості і в аварійному режимі, слідує, що у виробничому приміщенні РП – 600 В необхідно установити наступні роздільні системи загального штучного рівномірного освітлення:

- систему освітлення, що забезпечує освітленість $E_{n1} = 5$ лк. Ця система освітлення включається постійно на час відсутності персоналу;
- систему освітлення, що повинна включатися періодично на час обслуговування, ремонту та зняття показань контрольно-вимірювальних приладів. Ця система освітлення повинна забезпечувати освітленість $E_{n3} = 200$ лк.
- система аварійного освітлення, що включається при виході з ладу системи живлення тягової підстанції на час проведення ремонтних робіт. Нормативна освітленість цієї системи – $E_{n4} = 100$ лк.

Для установки ламп у проєктованих системах освітлення вибираємо світильник типу "Куля" молочного скла, що рекомендується для освітлення виробничих приміщень розглянутого типу, в яких відсутня постійна система опалення.

Для виконання ремонтних робіт у затінених місцях обладнання РП – 600 В передбачаємо місця підключення додаткових переносних світильників типу БП62-У з напругою живлення 24 В.

Розрахунок систем освітлення виробничого приміщення виконаний методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Розроблений підхід до проєктування систем освітлення виробничих приміщень тягових підстанцій дає змогу забезпечити комфортні умови праці персоналу з забезпеченням надійності та ефективного використання електричної енергії.

Пропонована методика розрахунку може бути поширена на аналогічні виробничі приміщення, що характеризуються періодичною присутністю персоналу.

Наукове видання

Матеріали

III Міжнародної науково-технічної конференції

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СВІЛОТЕХНІКИ»

22-23 квітня 2009р.

Відповідальний за випуск: проф. Л.А. Назаренко

Редактор: проф. Л.А. Назаренко

Технічний редактор: О.М. Пархоменко

Підп. до друку 6.04.2009.

Друк на ризографі

Замовл. № _____

Формат 60 x 84 ¹/₁₆.

Умовн.-друк. арк. 7,8

Папір офісний

Тираж 120 прим.

61002, м. Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

61002, м. Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12