

### **СЕКЦІЯ 3. УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕЧНІСТЮ ТОВАРІВ І ПОСЛУГ**

***В. М. Сорокин**, член-кор. НАНУ,  
д. т. н., професор\**

***Г. М. Кожушко**, д. т. н., професор;*

***Ю. О. Басова**, к. т. н., доцент  
Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і  
торгівлі»;*

***А. Рибалочка**, к. т. н.\**

*\* ІФН ім. В. Є. Лашкарьова НАНУ, Київ*

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП ДЛЯ ПРЯМОЇ ЗАМІНИ ЛАМ РОЗЖАРЮВАННЯ**

Сьогодні світлодіодні лампи та світильники використовуються майже у всіх сферах – зовнішньому освітленні, освітленні промислових об'єктів, офісних і торговельних приміщень, в житлово-комунальному господарстві, побуті. Динаміка зростання продаж світлодіодної продукції за останній період досягла 30 % в рік і очікується, що збережеться як мінімум до 2017 р. [1]. Довіра споживачів до світлодіодної продукції також значно зросла, але одночасно зросли і вимоги до її параметрів. Так, в Європі, США і ряді інших країн енергоефективність і ціна уже не єдині домінуючі критерії при виборі ламп споживачами: вони розглядаються тільки разом з якістю світла, зокрема, певною корельованою колірною температурою (ККТ) і індексом кольоропередачі (Ra). Домінуючою вимогою стосовно якості світла є відхилення координат колірності (x, y) від номінальних їх значень для даної ККТ в межах 3-ступеневих еліпсів Мак-Адама. Для освітлення магазинів і інтер'єрів споживачі хочуть мати СВД лампи і світильники з  $Ra \geq 95$  (навіть при меншій світловій віддачі і вищій ціні).

В Україні споживачі поки що менш вимогливі до якості світла і взагалі мало інформовані про реальну якість ламп, що надходять на ринок. З іншого боку іще не достатньо накопичено

статистичних даних щодо відповідності ламп рекомендаціям міжнародних стандартів, значення їх параметрів залежно від умов функціонування та в процесі строку служби і не всі споживчі переваги в порівнянні з іншими угрупованнями ламп і світильників відомі фахівцям і споживачам. Це і визначає актуальність досліджень.

Метою даної роботи є:

1) дослідження відповідності початкових параметрів світлодіодних ламп для прямої заміни ламп розжарювання рекомендаціям міжнародних стандартів та задекларованим виробникам даним;

2) дослідження світлових та колірних параметрів світлодіодних ламп в процесі їх строку служби.

До ламп для прямої заміни ламп розжарювання (ЛР) побутового призначення відносять галогенні лампи розжарювання (ГЛР), компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) та світлодіодні (СВД) лампи, які мають цоколь E27. Очевидно, що геометричні розміри, світлові потоки, а також світлорозподіл ламп для прямої заміни ЛР мають бути приблизно однаковими з параметрами ламп, які замінюються.

Досліджували комерційні зразки СВД ламп потужністю 6–12 Вт різних торговельних марок, які були представлені на ринку України. Лампи були закуплені через торговельну мережу в 2013 р. Всі досліджувані лампи мали конструктивні виконання в форм-факторі А з світлорозсіюючою колбою.

Вимірювання електричних, світлових та колірних параметрів проводили з використанням методик, які відповідають вимогам [2, 3].

На міжнародному рівні вимоги до характеристик СВД ламп побутового призначення встановлені у Регламенті ЄС [4] та стандарті МЕК [5]. В Україні відповідний технічний регламент іще не впроваджений і вимоги до цих ламп регламентуються національним стандартом [3] та Постановою КМУ [6].

Параметри призначення, які нормуються для СВД ламп для прямої заміни ЛР і які потрібно оцінювати шляхом вимірювання встановлені в [3]: потужність, коефіцієнт потужності, світловий

потік та його значення після 6 тис. год, світлова віддача, корельована колірна температура, початкові координати колірності та їх значення після 6 тис. год, початковий загальний індекс кольоропередачі та його значення після 6 тис. год, час виходу на номінальний режим (після запалювання).

### Основні результати

Основні результати досліджень наведені у табл. 1.

**Таблиця 1 – Початкові параметри СВД ламп та їх значення після 6 тис. год**

Позначення номера партії та лампи	Номінальна потужність, Вт	Коефіцієнт потужності	Початкова світлова віддача, лм/Вт	Спад світлового потоку за 6 тис. год, %	Номінальне значення ККТ, К	Відхилення $x$ , у від ном. значень (номер ступені еліпса Мак-Адама)		Загальний індекс кольоропередачі, Ra	
						1 год	6 тис. год	1 год	6 тис. год
1.1	10	0,60	80,3	4,7	3 000	4	4	80,3	80,5
1.2		0,59	79,8	8,8		4	4	80,2	80,4
1.3		0,60	80,2	6,5		4	4	80,6	81,0
2.1	10	0,95	70,5	2,3	2 700	4	3	82,3	82,1
2.2		0,95	70,6	1,7		4	3	82,0	81,2
2.3		0,95	68,7	2,9		3	3	82,0	81,7
3.1	10	0,48	86,0	6,0	5 000	6	6	81,8	82,4
3.2		0,47	87,9	5,8		6	6	81,6	82,3
3.1		0,49	87,1	6,4		6	6	81,7	82,3
4.1	6	0,95	66,7	3,0	2 700	4	3	82,5	81,8
4.2		0,95	67,9	4,5		5	4	82,3	81,8
4.3		0,95	69,0	2,9		4	4	82,1	81,6
5.1	12	0,51	83,7	1,1	4 000	3	3	84,8	84,4
5.2		0,51	82,3	4,0		4	3	85,3	85,0
5.3		0,48	83,0	2,0		4	3	85,3	85,0
6.1	12	0,94	79,3	6,9	3 000	7	7	80,8	80,5
6.2		0,94	78,6	7,0		7+	7+	80,8	80,6
6.3		0,94	80,9	5,1		6	7	80,8	80,5

1. У відповідності з [3] споживана потужність ламп не повинна перевищувати задекларованого значення більш, ніж на 15 %.

Вимірюваннями підтверджено, що всі досліджені зразки ламп відповідають цій вимозі.

2. Коефіцієнт потужності згідно з [6] для ламп потужністю 5–25 Вт має бути не нижче 0,8.

Три партії із досліджених не відповідають цим вимогам (табл. 1).

3. Початковий світловий потік ламп згідно [3] має бути не меншим 90 % задекларованого номінального значення.

Із досліджених ламп тільки партії 3 та 5 відповідають цій вимозі (результати вимірювання нижчі задекларованих на 4 і 6 %). В інших чотирьох партіях задекларовані параметри перевищують фактичні більш, ніж на 10 %.

4. Світлова віддача ламп згідно [6] в 2013 р. мала бути не менше 60 лм/Вт для колірних температур 2 700–3 500 К і не менше 70 лм/Вт для колірних температур 4 000–5 000 К.

Лампи всіх досліджених партій відповідають цим вимогам (табл. 1).

5. Фактичне значення світлового потоку має відповідати категорії, задекларованій виробником [3]: категорія А – не більше 10 % за 6 тис. год.; категорія В – не більше 20 %; для категорії С – не більше 30 %. Вимоги до граничних значень спаду світлових потоків для різних категорій ламп проілюстровано на рис. 1 (ламп категорії D і E не рекомендовані для загального освітлення).

Як видно із табл. 1 всі лампи із шести партій мають спад світлового потоку за 6 тис. год менше 10 %.

6. Номінальна ККТ ламп має бути переважно із таких [3]: 2 700 К, 3 000 К, 3 500 К, 4 000 К, 5 000 К, 6500К. Фактичні значення координат колірності (початкові та після 25 % номінальної тривалості горіння) не повинні потрапляти за межі допусків згідно з категорією, встановленою виробником. Кількість категорій ламп за точністю допусків для координат колірності згідно з [3] вісім. Сім відповідають допускам в межах семи

ступенів еліпсів Мак-Адама і восьма категорія (найнижча, 7+) допускає потрапляння координат колірності за межі сьомої ступені. Ступень Мак-Адама – це відстань на хроматичній діаграмі в межах якої середньостатистичне людське око не розрізняє відмінностей у відтінках кольору. Розмір еліпсу Мак-Адама визначається за кількістю одиниць стандартних відхилів кольору порівняння (СВКП) між центром еліпсу (координатами номінальної ККТ) і його межею. Область, в якій відстань між центрами і межею еліпсу дорівнює  $n$ -одиницям СВКП, називають також  $n$ -ступеневим еліпсом Мак-Адама.

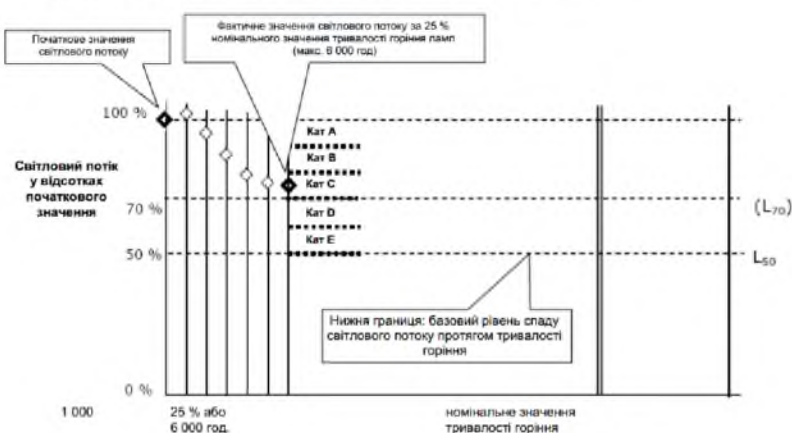


Рисунок 1 – Спад світлового потоку СВД-ламп протягом тривалості горіння

Виробництво світлодіодів з відхилом колірних параметрів від номінальних значень для кожної стандартизованої ККТ, які не перевищують межі 3-х ступенів уже досягнуто багатьма провідними виробниками СВД. На український ринок надходять світлодіодні світильники і лампи, в яких в більшості випадків використовуються світлодіоди і СВД модулі китайського виробництва не з такими жорсткими допусками, тому для споживачів представляє інтерес інформація про реальну картину колірних параметрів продукції. Для досліджених зразків ламп партій 1, 2 і

5 відхилення координат колірності від номінальних значень не перевищує 4 ступенів еліпсів Мак-Адама (категорія 4); для партії 4 – категорія 5; для партії 3 – категорія 6; а в партії 6 координати колірності вийшли за межі 7-ступеневого еліпса (8 категорія). При цьому для ламп всіх партій відхилення координат колірності від номінальних значень після 6 тис. год горіння залишались, в основному, на тому ж рівні, що й початкові або зменшувались на 1 ступінь.

7. Початковий індекс кольоропередачі  $R_a$  та його значення після 6 тис. год горіння не повинен бути меншим, ніж номінальне значення, задеклароване виробником, мінус 3 та 5 одиниць відповідно [3]. Стандартами на освітлення в більшості випадків рекомендовано застосовувати лампи  $R_a \geq 80$ .

Для всіх досліджених партій  $R_a$  відповідає задекларованим вимогам. В процесі строку служби (до 6 тис. год)  $R_a$  залишався без змін або знижувався не більше як на одиницю.

8. Строк служби СВД ламп для прямої заміни ЛР може сягати кількох десятків тисяч годин, тому оцінювати цей параметр традиційним методом, наприклад, як під час функціонування до відказу 50 % лампи не доцільно. В стандарті [3] строк служби СВД ламп оцінюють як за величиною збереженого світлового потоку протягом певного часу функціонування так і ресурсом вмонтованого електронного пристрою живлення. Строк служби СВД ламп перш за все оцінюють як час, протягом якого рівень світлового потоку залишається більшим, ніж задекларовано виробником. Але при цьому лампи мають витримати випробування на ресурс (кількість циклів «вмикання-вимикання») та циклічні випробування на тепловий удар. Лампи мають витримувати кількість циклів «вмикання-вимикання» (по 30 с у ввімкненому і вимкненому стані), що чисельно дорівнює половині номінального значення тривалості горіння в годинах (наприклад, 10 тис. циклів, якщо задекларована тривалість горіння 20 тис. год).

Для досліджених ламп із партій 1–3 та 5 виробниками задекларований строк служби в 50 тис. год, для ламп партій 4 і 6 – 40 тис. год. При цьому, інформація про категорії спаду світло-

вого потоку та про кількість циклів «вмикання-вимикання» відсутня.

Коректно оцінити відповідність цього параметра за даними наших досліджень не представляється можливим з двох причин: 1) не достатня кількість випробуваних ламп; 2) не достатній час випробування ламп для екстраполяції спаду світлового потоку до 50 і до 40 тис. годин (згідно з [3] екстраполювати зміну світлового потоку можна на тривалість горіння, яка не перевищує чотирикратну величину тривалості випробування – це не більше як на 24 тис. год).

### **Висновки**

1. Фактична світлова віддача всіх досліджених партій відповідала встановленим в Україні вимогам, але початковий світловий потік більшості досліджених партій нижчий, ніж задекларований виробниками.

2. Фактичний спад світлового потоку всіх досліджених партій не перевищував 10 % початкового значення. Слід зазначити, що виробники не декларують значення цього параметра.

3. Відхилення координат колірності від номінальних значень для досліджених партій має значний розкид: від 4-ї до 8-ї категорій, при цьому в процесі строку служби координати колірності суттєво не змінюється.

4. Всі досліджені партії ламп мають індекси кольоропередачі  $R_a \geq 80$  і в процесі строку служби (до 6 тис. год) практично не мають змін.

5. Коефіцієнт потужності половини із досліджених партій ламп нижчий встановлених вимог.

### **Список використаних джерел**

1. Моисеев Л. В. Обзор современных светодиодных технологий источников света для общего освещения / Л. В. Моисеев, М. А. Одноблюдов // Светотехника. – 2014. – № 1–2. – С. 119–125.
2. Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules [Електронний ресурс]: CIE S 025/E:2015. – Режим доступу: [http://cie.co.at/index.php?i\\_ca\\_id=973](http://cie.co.at/index.php?i_ca_id=973). – 10.03.2016. – Назва з екрана.

3. Лампи світлодіодні загального освітлення, поєднані з допоміжними пристроями. Вимоги до характеристик (IEC/PAS 62612:2009, IDT) : ДСТУ IEC/PAS 62612:2012 / [Чинний від 2012-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2013. – VI, 21 с. – (Державний стандарт України).
4. Требования к экологической конструкции бытовых ламп с ненаправленным светоизлучением – With regard to ecodesign requirements for non-directional household lamps [Електронний ресурс] : [Регламент : утвержд. Европарлам. и Советом 18 марта 2009 г. № 244/2009]. – Режим доступа: <http://gisee.ru/upload/244-2009.pdf>. – Назва з екрана.
5. Self-ballasted LED lamps for general lighting services with supply voltages > 50 V – Performance requirements [Електронний ресурс] : IEC 62612:2013. – Режим доступа: <https://webstore.iec.ch/publication/7259>. – 10.03.2016. – Назва з екрана.
6. Вимоги до світлодіодних світлотехнічних пристроїв та електричних ламп, що використовуються в мережах змінного струму з метою освітлення [Електронний ресурс] : [Постанова : затвердж. КМУ від 15 жовтня 2012 р. № 992]. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/992-2012-%D0%BF>. – 10.03.2016. – Назва з екрана.

***В. Е. Сыцко, д. т. н., профессор;**  
**Л. В. Целикова, к. э. н., доцент**  
Белорусский торгово-экономический  
университет потребительской коопе-  
рации, г. Гомель*

## **УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТОВАРОВ**

Переход к рыночной экономике позволил насытить рынок товарами отечественного и импортного производства. В 2015 году степень насыщенности рынка товарами составила 95–100 %. Интенсификация коммерческих усилий по сбыту товаров требовала от субъектов хозяйствования выявления потребности на производимую продукцию. Потребительная ценность товаров, характеризуемая их основополагающими характеристиками, в