

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛОРИМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОДІОДНИХ
ЛАМП ДЛЯ ЗАГАЛЬНОГО ОСВІТЛЕННЯ
В ПРОЦЕСІ СТРОКУ СЛУЖБИ**

Басова Юлія Олександрівна,

канд. техн. наук, доцент, Полтавський державний аграрний університет,
yuliia.basova@pdau.edu.ua

Шпак Світлана Василівна,

канд. техн. наук, ДП «Полтавастандартметрологія»;
svetic2svetic@gmail.com

Кислиця Світлана Григорівна,

канд. техн. наук, доцент, Національний університет «Полтавська політехніка імені
Юрія Кондратюка»,
kislicasv@gmail.com

Незважаючи на широке застосування світлодіодних ламп в різних сферах освітлення зміна їх параметрів в процесі строку служби дослідження недостатньо. Це стосується і колориметричних параметрів. Технології виробництва світлодіодних ламп постійно вдосконалюються і підвищуються вимоги до якості світла, тому дослідження комерційних зразків продукції є завжди актуальним питанням, так як споживачі зацікавлені мати інформацію про сучасний технічний рівень продукції та її відповідність встановленим вимогам.

Колориметричні параметри характеризуються координатами колірності та корельованою колірною температурою (ККТ). Під координатами колірності розуміють відносні величини, що визначають положення точки на колірній діаграмі. ККТ – це температура чорного тіла, сприйманий колір якого найбільш тотожний до кольору досліджуваного джерела за тої самої світлоти та тих самих стандартних умовах спостереження. Стандартизовані значення координат колірності, що відповідають цим значенням ККТ наведені в табл. 1 [1].

Таблиця 1 – Значення корельованої колірної температури та координат колірності

Позначення колірності	Стандартизовані значення		
	ККТ, К	x	y
2700	2720	0,463	0,420
3000	2940	0,440	0,403
3500	3450	0,409	0,394
4000	4040	0,380	0,380
5000	5000	0,346	0,359
6500	6400	0,313	0,337

Для розпізнаваних допусків на колірність, у межах яких різниця кольору стає помітною, застосовують еліпси Мак-Адама [1, 2]. Це спеціальна система вимірювання, при якій еліпси наносяться на діаграму колірного простору так, що колір у центрі та будь-якій точці на межі еліпса відрізняється на деяку конкретну величину. Експериментальним шляхом було доведено, що в середині концентричних еліпсів певного розміру, які називають кроком Мак-Адама, колірні різниці не сприймаються спостерігачами. Так, 65 % спостерігачів сприймають колірну різницю у середині еліпса одного кроку, 95 % – у середині двох кроків, 99 % приймають у середині трьох кроків.

Розмір еліпса Мак-Адама визначається за кількістю одиниць стандартних відхилів кольору порівняння (СВКП) між центром еліпса (координатами колірності номінальної ККТ)

та його межею. Область, в якій відстань між центром і межею еліпса дорівнює n одиницям СВКП, називається також n -ступеневим еліпсом Мак-Адама. Стандартизовані номінальні значення та площі допусків координат колірності x та y для світлодіодних (СВД) ламп наведені [1]. Ці допуски визначаються еліпсами Мак-Адама однією із 4-х категорій (табл. 2), що побудовані навколо номінальних значень координат колірності, а розмір еліпса (виражений значенням n -ступеня) встановлює межі відхилення координат колірності.

Таблиця 2 – Категорії відхилень координат колірності від номінальних значень

Розмір еліпса Мак-Адама, побудованого навколо координат колірності	Категорія відхилень координат колірності	
	початкових	збережених
3-го ступеня	3	3
5-го ступеня	5	5
7-го ступеня	7	7
Більше ніж 7-го ступеня	7+	7+

Регламентом Комісії (ЄС) 2019/2020 [3] встановлені нові обов'язкові вимоги до колірності світлодіодних джерел світла: координати колірності в процесі строку служби мають залишатися в межах 6-ти ступеневого еліпса Мак-Адама.

Показник якості кольоропередачі R_a визначається за методикою Color Rendering Index (CRI), яку в 1965 р. запропонувала Міжнародна комісія з освітлення (МКО). На основі методики CRI в Україні розроблено ДСТУ СІЕ 013.3:2017 [4].

Згідно з ДСТУ EN 62612:2017 [1] початковий індекс кольоропередачі R_a та його значення після 6000 год горіння не повинен бути меншим, ніж номінальне значення індексу кольоропередачі, задеклароване виробником, мінус 3 одиниці.

Кольоропередача означає ступінь схожості або різниці кольорів, що сприймаються оком людини під час освітлення досліджуванним і еталонним джерелом світла.

Дослідження колірності в процесі строку служби проводились в [5, 6].

Метою даної роботи є дослідження колориметричних параметрів світлодіодних ламп для загального освітлення в процесі строку служби та оцінка їх відповідності вимогам нового Регламенту Комісії (ЄС) 2019/2020.

Досліджували світлодіодні лампи потужність 10 і 12 Вт з номінальними колірними температурами 2700 К та 4000 К в процесі строку служби до 6000 год. горіння. Вимірювання координат колірності (x , y) корельованої колірної температури (ККТ, К) та загального індексу кольоропередачі R_a проводили через кожну 1000 год. горіння ламп у відповідності до методиками ДСТУ EN 13032-4:2019 [7] та ДСТУ СІЕ 013.3:2017 [4] за використанням спектрорадіометра МК350S [8]. Результати вимірювання наведені у табл. 3 та на рис. 1.

Таблиця 3–Параметри СВД ламп початкові та після 6000 год

Номінальне значення ККТ, К	Відхилення x , y від номінальних значень (номер ступені еліпса Мак-Адама)		Загальний індекс кольоропередачі, R_a	
	0 год.	6000 год.	0 год.	6000 год.
2700	3	3	82,3	82,1
4000	3	3	84,8	84,4

На основі отриманих результатів слід відзначити, що рівень колориметричних параметрів в порівнянні з результатами, наведеними у роботах [5, 6] підвищився. Всі досліджені лампи знаходяться в межах 3-х ступеневих еліпсів Мак-Адама, в тому числі і після 6000 годин горіння. Всі лампи мають загальний індекс кольоропередачі $R_a > 80$ і протягом 6000 годин горіння рівень кольоропередачі практично не змінюється.

