

УДК 621.327.534.15.032.2

М. Г. Тарасенко¹, К.М. Козак¹, О.О. Шавьолкін², М. І. Бойко³¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя²Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова³Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОРИСНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ТРИВАЛОСТІ СВІТІННЯ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Дослідним шляхом доведено, що у традиційних джерел світла номінальна середня тривалість світіння еквівалентна корисній середній тривалості світіння. Це пояснюється тим, що традиційні джерела світла виходять з ладу раніше, ніж їхній світловий потік зменшиться до 70 %. Для напівпровідникових джерел світла ці поняття чітко розмежовані. Зазначено, що існуючі вимірювальні прилади не дають можливості з достатньою для практики точністю визначати величину сталих часу перехідного процесу падіння світлового потоку напівпровідникових джерел світла на підставі екстраполяції експериментальних даних короткочасних випробувань (6-10 тис. год.).

Ключові слова: джерела світла, середня тривалість світіння, номінальний, корисний, випробування, похибка, напівпровідникові.

Постановка проблеми

В сучасних індустріальних державах енергетика є основою, навколо якої формується вся господарська діяльність – сільськогосподарська, промислова, транспортна та житлово-комунальна. Від ефективності останньої в значній мірі залежить благополуччя і безпека повсякденного життя громадян. В нічні періоди часу безпека визначається не тільки якістю пішохідних і транспортних доріг, але й якістю освітлення, яке постійно повинно покращуватися таким чином, щоб вартість і витрати на його реалізацію і обслуговування не зростали. Найпростіше це можна реалізувати за рахунок впровадження енергоефективних джерел світла, до яких у теперішній час відносяться напівпровідникові джерела світла. У них великі перспективи до зростання світлової віддачі і середньої тривалості світіння, хоча і відсутні достовірні загально прийняті методики проведення ресурсних випробувань

Аналіз останніх досліджень і публікацій

[1-14] показав, що середня тривалість світіння (СТС) джерел світла (ДС) є одним з основних параметрів, який визначає їх енергоефективність не тільки через кількість виробленої світлової енергії, але й експлуатаційні витрати, пов'язані з заміною перегорілих ламп. В процесі вдосконалення ДС СТС поступово зростала від 1 000 год. для звичайних ламп розжарення до 5 000 год. для кварцово-галогенних. З винаходом розрядних ДС СТС

досягла спочатку 10 000 год., потім 60 000 год. у безелектродних люмінесцентних ламп (ЛЛ) і нарешті 75 000 год. у трубчастих типу LUMILOX ХХТ Т8 фірми Osram. З появою напівпровідникових ДС (НДС) і цей рубіж може бути перевищений. У зв'язку з цим крім поняття номінальна прийшлося ввести й поняття корисна СТС

Саме тому метою даної статті й стало розмежування понять номінальна і корисна СТС ДС та дослідження можливості визначення достовірних значень корисної СТС НДС шляхом екстраполяції експериментальних даних короткочасних випробувань. Номінальна СТС ДС – це середній час виходу з ладу статистично обґрунтованої вибірки ламп. Процедури випробувань для теплових ДС (ТДС) задаються стандартом LM-49-01, а для компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) – стандартом LM-65-01. Ці стандарти визначають умови випробувань, розміри вибірок і методи оброблення даних. Стандарт LM-49-01 допускає, що теплові ДС під час випробувань можуть охолоджуватися до температури оточуючого середовища (25°C) один раз на добу на час від 15 до 30 хв. Стандарт LM-65-01 передбачає циклічні випробування при температурі оточуючого середовища 25°C: 180 хв. лампа ввімкнена, а 20 хв. знаходиться у вимкненому стані (тому що СТС КЛЛ залежить від кількості ввімкнень). Проміжок часу, протягом якого половина ДС виходить з ладу, називають номінальною СТС.

У зв'язку з тим, що світлодіоди рідко повністю виходять з ладу для них був розроблений зовсім

інший стандарт LM-80, який принципово відрізняється від щойно згаданих. Замість вимірювання номінальної СТС світлодіодів він націлений на визначення часу, протягом якого світловий потік зменшується до 70 % від вихідного значення. 70 % тому, що саме таке зменшення світлового потоку помічає людське око. Для декоративного і акцентного освітлення цей поріг прийнятий рівним 50 %.

Теплові ДС зазвичай втрачають 10-15 % світлового потоку протягом СТС (1000 год.) за рахунок зменшення діаметру тіла розжарення і забруднення внутрішньої поверхні колби випаровуваннями вольфраму, високоякісні ЛЛ – 5-10 % за 20 000 год. за рахунок фотохімічної деградації люмінофора, а КЛЛ – не більше 20 % за 10 000 год. СТС НДС зазвичай є величиною приблизною, отриманою лише шляхом математичного моделювання. Загального стандарту не існує. Фірма GREE користуються стандартом JESD22, випробовуючи НДС при максимально допустимому струмі (краще густині струму) протягом 42 діб (1008 год.). Критерієм виходу НДС з ладу є зниження світлового потоку більше ніж на 15 %, коротке замикання або розрив кола. Якщо спостерігається одне з вказаних явищ, НДС вважається таким, що вийшов з ладу.

Характеристики стабільності світлового потоку в процесі експлуатації почали позначати як L_o , де L – це вихідний світловий потік ДС, а p – це виражений в процентах остаточний світловий потік після певної тривалості експлуатації. Наприклад, $L_{F(97)}$ показує, як довго може працювати ДС, випромінюючи світловий потік $\geq 97\%$ від номінального його значення, зазначеного в нормативно-технічній документації.

Таким чином, різниця між номінальною і корисною СТС ДС полягає в тому, що номінальна СТС визначається остаточним виходом ДС з ладу, а корисна – зменшенням початкового (номінального) світлового потоку до певної величини (80, 70 або 50 %).

Дослідження показали, що, для традиційних ДС (теплових, лінійних ЛЛ, КЛЛ і розрядних ламп високого тиску) номінальна СТС зазвичай еквівалентна корисній СТС. Це пояснюється тим, що традиційні ДС виходять з ладу раніше, ніж світловий потік зменшиться до 70 %. З рис. 1 (графічної інтерпретації сказаного) видно, що світловий потік у ЛЛ знизиться до 70 % в точці А через 10 000 год. В той час як КЛЛ (крива 1) вийде з ладу на 4 000 год. раніше, а ЛЛ (крива 2) на 7 000 год. пізніше.

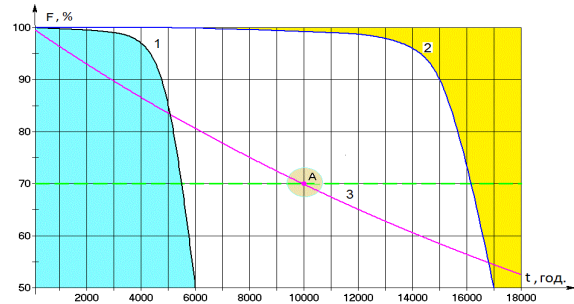


Рис. 1. Криві смертності та спаду світлового потоку ДС в процесі експлуатації:

1 – крива смертності КЛЛ з СТС 6000 год.; 2 – крива смертності ЛЛ з СТС 17000 год.; 3 – крива спаду світлового потоку для обох типів ЛЛ. А – точка, в якій світловий потік ЛЛ зменшується до 70 % від номінального

Таким чином для КЛЛ номінальна СТС (6 000 год.) буде еквівалентна корисній, а для ЛЛ корисна СТС буде визначатися виключно спадом світлового потоку до 70 % (10 000 год.). Хоча фізично ЛЛ може ще працювати протягом 7 000 год.

Порівняння значень корисної СТС світлодіодних світлових приладів із значеннями номінальної СТС звичайних ДС дозволяє оцінити скільки замін ДС можна уникнути при використанні НДС замість традиційних. Наприклад, якщо світлодіодний світловий прилад має значення $L_{F(70)}$, рівне 60 000 год., то його використання замість звичайного люмінесцентного світильника з КЛЛ, дозволить запобігти 10 замінам КЛЛ, або 60 замінам ламп розжарення.

Стандартом LM80 визначено, що тривалість випробувань НДС для визначення СТС повинна бути не менше 6 000 год., а інтервал між вимірюваннями не повинен перевищувати 1 000 год. Кількість досліджуваних зразків повинна бути рівною 20. Світловий потік, виміряний на початку випробувань приймається за 100 %.

Зміна світлового потоку за час випробувань апроксимується експоненціальною функцією: $F(t) = \beta \cdot \exp(-\alpha \cdot t)$, де $F(0)$, $F(t)$ – нормовані номінальний і через t год. роботи світлові потоки світлодіодів відповідно, %; Коефіцієнт α пропонується визначати за даними вимірювань протягом 6-10 тис. год. за методом найменших квадратів, а розрахункову СТС L_p за наступною формулою $L_p = \ln(100 \cdot \beta / p) / \alpha$, де $p = F(70)$ – відносний світловий потік в кінці СТС в % (зазвичай він дорівнює 70 %).

Для визначення істинних величин коефіцієнта α для будь-яких корисних СТС, які визначаються спадом світлового потоку до 70 % від номінального його значення, нами була досліджена динаміка експоненціального спаду світлового потоку для певних конкретних значень корисних СТС ДС (рис. 2).

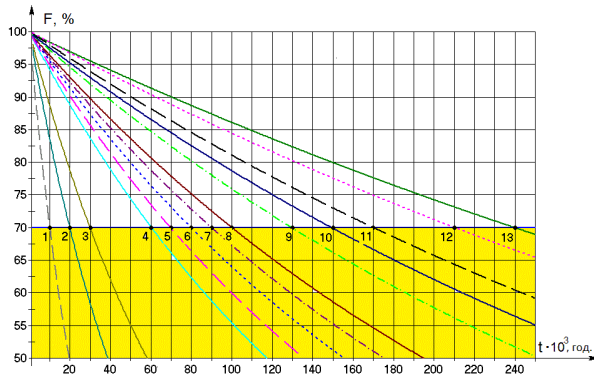


Рис. 2. Залежність динаміки експоненціального спаду світлового потоку ДС до 70 % від номінальної його величини для різних значень корисної СТС (від 10 до 240 тис. год.)

Всі зображені на рис. 2 експоненціальні залежності були побудовані методом поступових наближень шляхом підбору величин коефіцієнта α таким чином, щоб шукані криві перетинали горизонтальну пряму 70 % спаду світлового потоку в певних, конкретних точках аргументу, які визначають корисну СТС ДС. На рис. 2 це точки від 1 до 13. Крива 1 характеризує динаміку експоненціального спаду світлового потоку для корисної СТС 10 000 год. (точка 1), а крива 13 – для 240 000 год. (точка 13).

З'ясувалося, що за даними табл. 1 і рис. 2 можна побудувати графічні (рис. 3 і 4) та визначити

аналітичні залежності коефіцієнта α від корисної СТС (1) і корисної СТС від α (2) для будь-яких нормованих спадів світлового потоку [від $F(80)$ до $F(50)$].

$$\begin{cases} \alpha = 223251,67 \cdot L_{F(80)}^{-1,0007} \cdot 10^{-6}, 80\% \\ \alpha = 348441,58 \cdot L_{F(70)}^{-0,998} \cdot 10^{-6}, 70\%, \\ \alpha = 750617,95 \cdot L_{F(50)}^{-1,007} \cdot 10^{-6}, 50\% \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} L_{F(80)} = 221226,63 \cdot \alpha^{-0,999}, 80\% \\ L_{F(70)} = 356960,198 \cdot \alpha^{-1,002}, 70\%. \\ L_{F(50)} = 679912,10 \cdot \alpha^{-0,993}, 50\% \end{cases} \quad (2)$$

Аналіз отриманих залежностей (табл. 1 та рис. 3 і 4) показав, що необхідне значення коефіцієнта α (або сталої часу $\tau=1/\alpha$) змінюється в широких межах (від $344.35 \cdot 10^{-6}$ для $L_{(F70)}=1000$ год. до $1.19 \cdot 10^{-6}$ для $L_{(F70)}$) і повинно визначатися з високою точністю – до восьмої цифри після коми (табл. 1).

Зі зростанням нормованого спаду світлового потоку коефіцієнт α також зростає, а стала часу τ зменшується. Це ставить під сумнів можливість визначення, з достатньою для практики точністю, коефіцієнта α за даними експериментальних досліджень протягом 10 000 год. згідно із стандартом LM80.

Таблиця 1

Значення коефіцієнту $\alpha \cdot 10^6$ та сталої часу τ в залежності від корисної СТС при спаді нормованого світлового потоку ДС до 80, 70 та 50 % від номінального значення

| СТС, тис. год. | 80 % | | 70 % | | 50 % | |
|-------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| | $\alpha \cdot 10^6$ | τ , год. | $\alpha \cdot 10^6$ | τ , год. | $\alpha \cdot 10^6$ | τ , год. |
| 1 | 216,5 | 4618,94 | 344,35 | 2904,02 | 697,00 | 1434,72 |
| 3 | 73,95 | 13522,65 | 117,94 | 8478,89 | 236,40 | 4230,12 |
| 5 | 44,2 | 22624,43 | 71,20 | 14044,94 | 150,00 | 6666,67 |
| 10 | 22,2 | 45045,04 | 35,50 | 28169,01 | 70,42 | 14200,51 |
| 15 | 14,81 | 67521,94 | 23,70 | 42194,09 | 46,75 | 21390,37 |
| 20 | 11,10 | 90090,09 | 17,78 | 56242,97 | 35,00 | 28571,43 |
| 25 | 8,82 | 113378,68 | 14,25 | 70175,44 | 27,92 | 35816,62 |
| 30 | 7,39 | 135318,00 | 11,86 | 84317,03 | 23,28 | 42955,33 |
| 35 | 6,34 | 157728,71 | 11,18 | 89445,44 | 19,90 | 50251,27 |
| 40 | 5,54 | 180505,41 | 8,90 | 112359,55 | 17,42 | 57405,28 |
| 45 | 4,93 | 202839,76 | 7,90 | 126582,28 | 15,46 | 64683,05 |
| 50 | 4,43 | 225733,63 | 7,12 | 140449,44 | 13,92 | 71839,08 |
| 60 | 3,69 | 271002,71 | 5,94 | 168350,17 | 11,58 | 86355,78 |
| 70 | 3,16 | 316455,70 | 5,08 | 196850,39 | 9,90 | 101010,10 |
| 80 | 2,76 | 362318,84 | 4,44 | 225225,22 | 8,65 | 115606,94 |
| 90 | 2,45 | 408163,26 | 3,95 | 253164,56 | 7,86 | 127226,46 |
| 100 | 2,20 | 454545,45 | 3,55 | 281690,14 | 6,90 | 144927,54 |
| 120 | 1,84 | 543478,26 | 2,97 | 336700,34 | 5,76 | 173611,11 |
| 140 | 1,58 | 632911,39 | 2,54 | 393700,79 | 4,93 | 202839,76 |
| 160 | 1,38 | 724637,68 | 2,23 | 448430,49 | 4,30 | 232558,14 |
| 180 | 1,23 | 813008,13 | 1,98 | 505050,50 | 3,83 | 261096,61 |
| 200 | 1,10 | 909090,91 | 1,78 | 561797,75 | 3,44 | 290697,67 |
| 220 | 1,00 | 1000000,0 | 1,62 | 617283,95 | 3,12 | 320512,82 |
| 240 | 0,92 | 1086956,52 | 1,49 | 671140,94 | 2,87 | 348432,06 |
| 260 | 0,85 | 1176470,59 | 1,37 | 729927,00 | 2,64 | 378787,88 |
| 280 | 0,79 | 1265822,78 | 1,27 | 787401,57 | 2,45 | 408163,26 |
| 300 | 0,74 | 1351351,35 | 1,19 | 840336,13 | 2,29 | 436681,22 |

Для перевірки висловленого припущення оцінимо графічним способом вплив тривалості і точності вимірювань на похибку екстраполяції при визначенні СТС НДС. Для визначення впливу тривалості вимірювань скористаємося експериментальними даними отриманими в [5], в якій похибка вимірювань не зазначена. Для цього побудуємо експоненціальні залежності спаду світлового потоку за зазначеними даними знятими протягом: а) 10 000 год. – крива 3 на рис. 5; б) 67 700 год. – крива 1 на рис. 5.

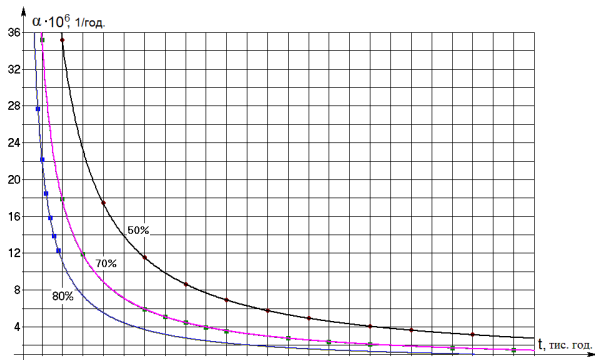


Рис. 3. Залежність коефіцієнта α від корисної СТС ДС при експоненціальному спаді світлового потоку в процесі експлуатації до 80 %, 70 % та 50 % від номінального значення.

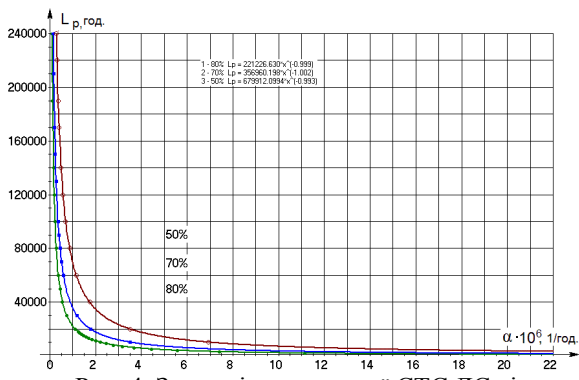


Рис. 4. Залежність корисної СТС ДС від коефіцієнту α при експоненціальному спаді світлового потоку в процесі експлуатації до 80 %, 70 % та 50 % від номінального значення.

Як видно з рис. 5 тривалість випробувань суттєво впливає на точність визначення СТС НДС. Результати випробувань протягом 10 000 год. не дають можливості визначити з достатньою для практики точністю СТС ДС, у яких вона значно перевищує цей проміжок. Похибка у порівнянні з кривою 1 складає (різниця аргументів в т. А і В) $114\ 400 - 70\ 000 = 44\ 400$ год. або 61,2 %

Вплив точності вимірювань на похибку визначення корисної СТС НДС шляхом екстраполяції експериментальних даних, отриманих протягом 10 000 год. згідно із стандартом LM80, оцінимо графічним способом

для випадку 240 000 год. Для цього спочатку побудуємо ідеальну експоненціальну залежність спаду нормованого світлового потоку (крива 1 рис. 5 з перетином в т. А з 70 % прямою BD), вибравши з табл. 1 необхідне значення коефіцієнта α . Потім побудуємо ще три експоненціальні криві: криву 2 для умови проведення вимірювання світлового потоку відносно ідеальної кривої 1 з похибкою мінус 1 % з перетином в т. В з 70 % прямою BD, криву 3 – з похибкою плюс 1 % з перетином в т. D з 70 % прямою BD та криву 4 – з похибкою плюс-мінус 1 % з перетином в т. С з 70 % прямою BD.

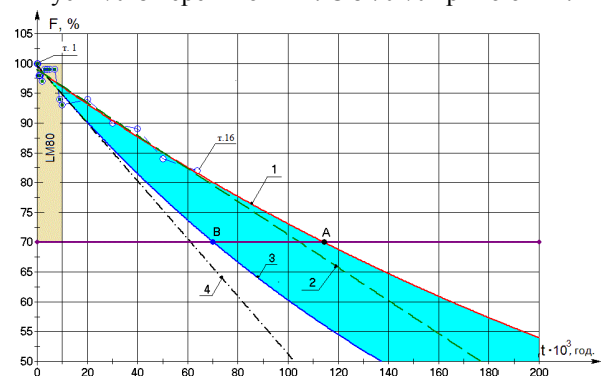


Рис. 5. Вплив тривалості випробувань на точність визначення корисної СТС НДС, обмеженої 70 % спадом світлового потоку в процесі експлуатації: 1 і 2 – експоненціальна і лінійна криві спаду світлового потоку, побудовані за даними 16 вимірювань протягом 63 700 год.; 3 і 4 – експоненціальна і лінійна криві спаду світлового потоку, побудовані за даними 11 вимірювань протягом 10 000 год.

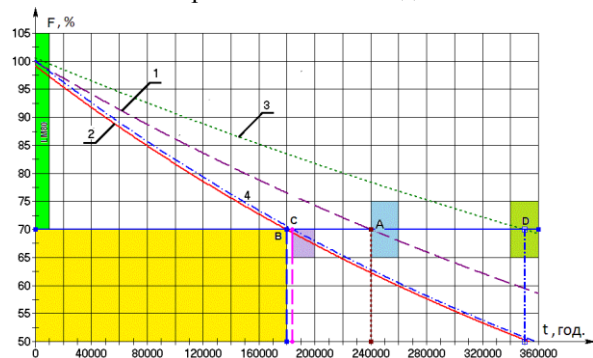


Рис. 6. Вплив похибки вимірювань зміни світлового потоку за стандартом LM80 протягом 10 тис. год. на точність визначення корисної СТС НДС, обмеженої 70 % спадом світлового потоку в процесі експлуатації: 1- ідеальна теоретична крива для СТС 240 000 год.; 2- всі точки (крім першої) відрізняються від кривої 1 на мінус 1 %; 3- всі точки (крім першої) відрізняються від кривої 1 на плюс 1 %; 4- всі точки (крім першої) відрізняються від кривої 1 на плюс-мінус 1 % через одну позицію. Загальна кількість точок для кожної з кривих 11 шт.

Як видно з рис. 6 похибка вимірювань в 1 %: призводить до значних неточностей при визначенні

корисної СТС ДС, а саме: а) для мінус 1 % (т. В на рис. 6) – 180 000-240 000 = мінус 60 000 год. (-25 %); б) для плюс 1 % (т. D) – 350 000-240 000 = +110 000 год. (+46 %); в) для плюс-мінус 1 % (т. С) – 182 000-240 000 = мінус 58 000 год. (-24,2 %). Якщо врахувати той факт, що похибка вимірювань світлового потоку у фотометричній кулі знаходиться в межах $\pm 5\%$, то з впевненістю можна сказати, що прогнозувати величину корисної СТС за даними вимірювання протягом 10 000 год. (на рис. 5 і 6 це затінена область LM80) неможливо. Потрібні інші підходи.

Висновки

1. Для традиційних джерел світла номінальна середня тривалість світіння зазвичай еквівалентна корисній середній тривалості світіння. Це пояснюється тим, що традиційні джерела світла виходять з ладу раніше, ніж світловий потік зменшиться до 70 %, а для напівпровідникових – навпаки.

2. Відсутність високоточних вимірювальних приладів для визначення величин світлового потоку не дає можливості визначити з достатньою для практики точністю значення сталих часу перехідного процесу падіння світлового потоку джерел світла.

3. Запропоновано підхід і аналітичний вираз для визначення сталих часу перехідного процесу падіння світлового потоку джерел світла.

Література

1. Каталог ламп фірми General Electric «Spektrum». Люминесцентные лампы PolyLux XL. 2001 / 2002. – 12 с.
2. Catalogue for Original equipment Manufactures Lamps & Gear / Controls 2001 / 2002 Philips.– 489 p.
3. Середня тривалість горіння люмінесцентних ламп і фактори, які її визначають: матеріали 10 наук. конф. (Тернопіль, 17-18 травня 2006 р.) / М-во освіти і науки України, тернопільський державний техн. у-т. ім. І. Пулюя. – Т.: ТДТУ, 2006. – 314 с.
4. Osram Product Catalog [Електронний ресурс]. – OSRAM GmbH. – 2010. – Режим доступу: <http://catalog.myosram.com>.
5. Тарасенко М.Г. Комплексний підхід щодо визначення енергоефективності джерел світла / М.Г. Тарасенко, К.М. Козак // Світлотехніка та електроенергетика. – 2013. – № 1 (33). – С. 27-33.
6. Светодиодные модули Citizen Electronics – новое слово в освещении. Современная светотехника – 2014. – № 4 (30). – С. 12-13.
7. Illuminating Engineering Society. 2011. TM-21-11: Projecting long term lumen maintenance of LED light sources. New York, NY: The Illuminating Engineering Society of North America. 25 p.
8. IES – Illuminating Engineering Society. 2008. “Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources.” IES LM-80-08.

9. IES – Illuminating Engineering Society. 2011. “Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources.” IES TM-21-11.
10. HUMPHREYS, C.-J. Solid-state lighting. Mrs Bulletin, 2008, vol. 33, p. 459 - 470.
11. PIMPUTKAR, S., et al. Prospects for LED lighting. Nature Photonics, Apr. 2009, vol. 3, p. 179-181.
12. LUXEON, PHILIPS, Evaluating the Lifetime Behavior of LED Systems, 2010. White paper.
13. S. Ishizaki, H. Kimura, and M. Sugimoto, “Lifetime estimation of high power white LEDs, J. Light Vis. Environ., vol. 31, no. 1, p. 11, 2007.
14. “Approved Method for Lumen Maintenance Testing of LED Light Source,” Illuminating Eng. Soc., New York, Tech. Rep. IES LM-80, 2008.

References

1. Catalog lamp firmy General Electric «Spektrum». Lyuminescentnye lampy PolyLux XL. 2001 / 2002. – 12 s.
2. Catalogue for Original equipment Manufactures Lamps & Gear / Controls 2001 / 2002 Philips.– 489 p
3. Serednya tryvalist' horinnya lyuminescentnykh lamp i faktory, yaki yiyi vyznachayut': materialy Kh nauk. konf. (Ternopil', 17-18 travnya 2006 r.) / M-vo osvity i nauky Ukrainy, Ternopil's'ky derzhavnyy tekhn. un-t. im. I. Pulyuya. – T.: TDTU, 2006. – 314 s.
4. Osram Product Catalog [Elektronnyy resurs]. – OSRAM GmbH. – 2010. – Rezhyim dostupu: <http://catalog.myosram.com>.
5. Tarasenko M.H. Kompleksnyy pidkhd shchodo vyznachennya enerhoefektyvnosti dzherel svitla / M.H. Tarasenko, K.M. Kozak // Svitlotekhnika ta elektroenerhetyka. – 2013. – # 1 (33). – S. 27-33.
6. Svetodiodnye moduli Citizen Electronics – novoe slovo v osvshhenii. Sovremennaja svetotekhnika – 2014. – № 4 (30). – S. 12-13.
7. Illuminating Engineering Society. 2011. TM-21-11: Projecting long term lumen maintenance of LED light sources. New York, NY: The Illuminating Engineering Society of North America. 25 p.
8. IES – Illuminating Engineering Society. 2008. “Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources.” IES LM-80-08.
9. IES – Illuminating Engineering Society. 2011. “Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources.” IES TM-21-11.
10. HUMPHREYS, C.-J. Solid-state lighting. Mrs Bulletin, 2008, vol. 33, p. 459 - 470.
11. PIMPUTKAR, S., et al. Prospects for LED lighting. Nature Photonics, Apr. 2009, vol. 3, p. 179-181.
12. LUXEON, PHILIPS, Evaluating the Lifetime Behavior of LED Systems, 2010. White paper.
13. S. Ishizaki, H. Kimura, and M. Sugimoto, “Lifetime estimation of high power white LEDs, J. Light Vis. Environ., vol. 31, no. 1, p. 11, 2007.
14. “Approved Method for Lumen Maintenance Testing of LED Light Source,” Illuminating Eng. Soc., New York, Tech. Rep. IES LM-80, 2008.

Автор: ТАРАСЕНКО Микола Григорович
 Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
 E-mail – tarasenko_mykola@ukr.net

Автор: ШАВЬОЛКІН Олексій Олександрович
 Доктор технічних наук, професор, професор кафедри електричного транспорту
 Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова.

Автор: КОЗАК Катерина Миколаївна
 Кандидат технічних наук, асистент кафедри світлотехніки та електротехніки
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
 E-mail – kozakateryna@gmail.com

Автор: БОЙКО Микола Іванович
 Доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерної електрофізики
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
 E-mail – gnaboy@mail.ru

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОЛЕЗНОЙ СРЕДНЕЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СВЕЧЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

М.Г. Тарасенко, К.М. Козак, А.А. Шавёлкин, Н.И. Бойко

Опытным путем доказано, что у традиционных источников света номинальная средняя продолжительность свечения эквивалентна полезной средней продолжительности свечения. Это объясняется тем, что традиционные источники света выходят из строя раньше, чем их световой поток уменьшится до 70 %. Для полупроводниковых источников света эти понятия четко разделены. Отмечено, что существующие измерительные приборы не дают возможности с достаточной для практики точностью определять величину постоянных времени переходного процесса падения светового поток полупроводниковых источников света на основании экстраполяции экспериментальных данных кратковременных испытаний (6-10 тыс. час.).

Ключевые слова: источники света, средняя продолжительность свечения, номинальный, полезный, испытания, ошибка, полупроводниковые.

APPROACHES TO DEFINITION OF USEFUL AVERAGE DURATION OF GLOW OF LIGHT SOURCES

M. Tarasenko, K. Kozak, A. Shavyolkin, N. Boyko

Experimentally there has been established that in traditional light sources (thermal, high and low intensity discharge lamp) nominal average duration of glow (ADG) equivalent the average duration of glow. This is so because traditional light sources breaking down earlier than their luminous flux will decrease to 70 %. Thermal light sources (TLS) commonly losing 10-15 % of luminous flux during ADG (1000 hours) by decreasing the diameter of luminous body and contamination the inner surface of the bulb by tungsten evaporations. High quality fluorescent lamps – 5, 10 % after 20,000 burning hours by photochemical degradation of the luminophor. Compact fluorescent lamps (CFL) – no more than 20% after 10,000 burning hours. For the semiconductor light sources, these concepts are clearly delineate. This is because light emitting diode (LED) are rarely completely breaking down. There has been suggested approach and analytical expression to determine the constants of time of the transition process light sources' luminous flux decrease during operation. The law of luminous flux decrease accepted exponential. To determine the constants of time of the transition process of semiconductor light sources' luminous flux decrease there has been investigated dynamic of exponential luminous flux decrease for specific values of useful ADG light sources. Exponential dependences were built by method of gradual approximations. Selection the constants of time values (α) for different average duration of glow performed in such a way that the sought curves crossed horizontal direct 70 % luminous flux decrease in a certain specific points of the argument that define useful ADG. Measurement accuracy influence on determination uncertainty of useful ADG of SLS by extrapolation of experimental data obtained during 10,000 burning hours (standard LM80) carried out graphical way. There have been established that the measurement error of 1 %, leads to significant uncertainties in determining of useful ADG LS, namely: a) for minus 1 % error mines 25 %; b) for plus 1 % error plus 46 %; c) for plus-minus 1 % error mines 24,2 %. Taking into account the fact that the measurement error of luminous flux in photometric balls in the range of 5 %, it certainly can be say that to predict the useful value of ADG according to data measurements during 10,000 hours is impossible. Needed another approaches.

Keywords: light source, average duration of glow, nominal, useful, error, semiconductor.