

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП

В.О. КОРОБКА, викладач

Л.В. СМИРЕНСЬКА, студент

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова, м. Харків, Україна

e-mail: Volodymyr.Korobka@kname.edu.ua

Постановка проблеми. Невпинний ріст вартості енергоресурсів, в тому числі і електричної енергії, висуває на перший план важливість і доцільність економити їх. На сьогодні вигідніше зменшувати споживання електричної енергії для освітлення за рахунок сучасних технологій, ніж створювати нові додаткові генеруючі потужності для забезпечення потреб в світловій енергії. З розвитком технологій над'яскравих світлодіодів стають більш популярні енергозберігаючі технології, застосовувані в освітленні тому що на освітлення йде близько 30% всієї споживаної електроенергії в Україні. Технології виробництва світлодіодних ламп удосконалюється, вартість знижується і вони стають доступнішими середньостатистичному українцеві. Постає питання про споживчі характеристики світлодіодних ламп.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На превеликий жаль на сьогодні в Україні не існує жодного чинного національного стандарту, що регламентує якість світлодіодних ламп. Щоб відповісти на питання про споживчі характеристики світлодіодних ламп Державне підприємство «Харківстандартметрологія» виконало споживчу експертизу світлодіодних ламп восьми найбільш поширених виробників. Лампи чотирьох торгових марок мали знижене значення світлового потоку від заявленого на маркуванні від 3,1% до 10,2%. Результати тестування індексу передачі кольору свідчать про те, що фактичні його значення у ламп чотирьох торгових марок були нижчі за 80 Ra (комфортний діапазон індексу передачі кольору для людини 80-100 Ra). Найцікавіший показник для споживача – світлова віддача (енергоефективність) – величина, що показує, з якою ефективністю потужність, що споживається, перетворюється на світло. В результаті з восьми протестованих світлодіодних ламп також були лампи зі світловіддачею меншою за 80 Лм/Вт [1]. Підводячи підсумок, зазначаємо, що споживчі характеристики світлодіодних ламп не завжди відповідають задекларованим на маркуванні значенням.

Світлодіодні лампи не вічні, вони також відмовляють, як і інші джерела світла, отже постає питання експлуатаційної надійності.

Метою даної роботи є аналіз причин відмов, розробка технології діагностування та ремонту, розробка моделі експлуатаційної надійності світлодіодних ламп.

Основні матеріали досліджень. Електрична частина світлодіодної лампи складається з цоколя, безтрансформаторного драйвера, блоку світлодіодів (рис.1).

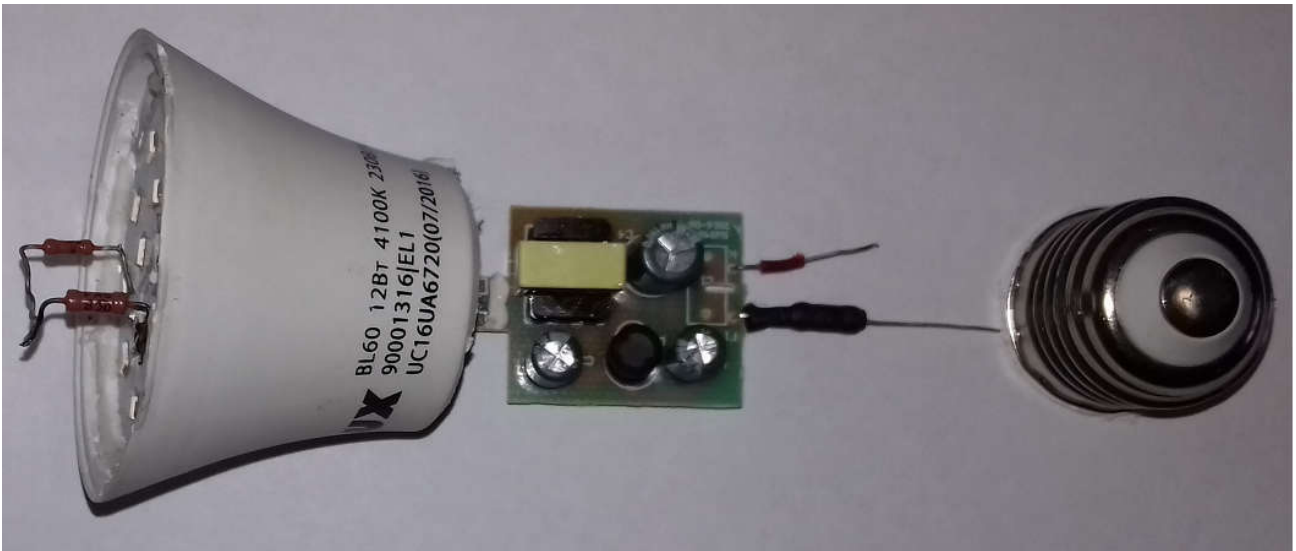


Рис. 1 – Електрична частина світлодіодної лампи

Під час експлуатації світлодіодних ламп ми виявили, що найпоширенішим видом відмов є перегорання одного із світлодіодів. Оскільки вони з'єднані послідовно (D3...D6 рис. 2), то лампа стає непрацездатною. Причиною такої відмови є, як правило, порушення теплового режиму світлодіодів. В нашій практиці зустрічалися і інші види відмов (втрата ємності електролітичними конденсаторами та втрата контакту в роз'ємі драйвера з блоком світлодіодів).

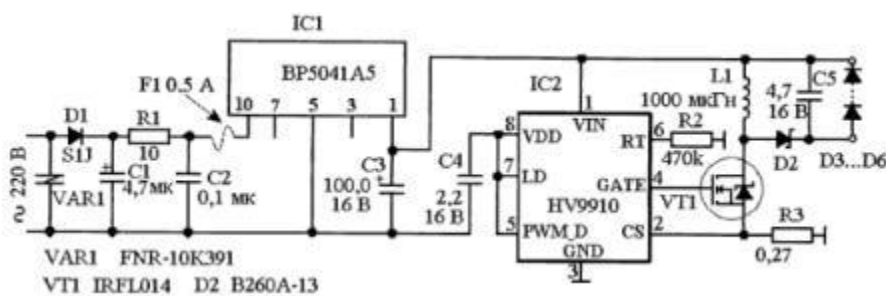


Рис. 2 – Схема електрична принципова світлодіодної лампи на базі спеціалізованих мікросхем [2]

Фірми-виробники виготовляють світлодіодні лампи неремонтопридатними, але наш низький життєвий рівень спонукає до розробки технологій діагностування та ремонту ламп. Акуратно демонтуємо розсіювач з відмовленої лампи, оглядаємо блок світлодіодів, перегорілий світлодіод легко помітити. Далі обчислюємо опір світлодіоду за законом Ома, вибираємо

найближче більше стандартне значення опору резистора. Замість перегорілого світлодіоду впаємо резистор потужністю 0,25 (0,5) Вт. Дотримуючись правил техніки безпеки випробуємо лампу, після успішного випробування встановлюємо розсіювач.

Розглянемо схему електричну принципову сучасної світлодіодної лампи на базі спеціалізованих мікросхем з погляду надійності, для цього застосуємо модель експлуатаційної надійності.

Модель надійності це математична модель, що встановлює зв'язок між показниками надійності об'єкта, характеристиками надійності елементів, його структурою та параметрами процесу функціонування об'єкта.

Для нашої моделі скористалися законом експоненційного розподілу відмов. Функція розподілу виглядає як $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$, (1)

де λ – інтенсивність відмов;

t – час, год.

Ймовірність безвідмовної роботи $R(t) = e^{-\lambda t}$. (2)

Світлодіодні лампи це системи з n послідовно з'єднаних елементів (відмова будь якого призводить до відмови системи).

Безвідмовна робота для них $A_{носл(t)} : A_{носл(t)} = \prod_{i=1}^n A_i(t)$, (3)

Працездатний стан $C_{носл(t)}$ системи буде тільки за безвідмовної роботи усіх її елементів та працездатного їхнього стану відповідно: $C_{носл(t)} = \prod_{i=1}^n C_i(t)$. (4)

Вихідними даними для розрахунку експлуатаційної надійності світлодіодної лампи будуть інтенсивності відмов елементів схеми λ_i :

для резистора (R) $\lambda_R = 1 \cdot 10^{-6}$; резисторів $n_R = 3$ шт.;

конденсатора (C) $\lambda_C = 1 \cdot 10^{-6}$; конденсаторів $n_C = 5$ шт.;

діода та світлодіода (D) $\lambda_D = 1 \cdot 10^{-6}$; діодів $n_D = 2$ шт.; світлодіодів $n_{D'} = 14$ шт;

дроселя (L) $\lambda_L = 1 \cdot 10^{-6}$; дроселів $n_L = 1$ шт.;

інтегральної мікросхеми (IC) $\lambda_{IC} = 1 \cdot 10^{-6}$; мікросхем та транзисторів $n_{IC} = 3$ шт.;

час, який декларують заводи-виробники $t = 30000$ год.

Обчислимо ймовірність безвідмовної роботи резистора за виразом (2)

$R(t) = e^{-1 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^4} = 0,97$, а ймовірність безвідмовної роботи лампи

становитиме $R_{рез} = e^{-28 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^4} = 0,43$, тобто ймовірність відмови становитиме

$Q_{рез} = 0,57$. Така висока ймовірність відмови говорить про те, що декларований час роботи 30000 год. дуже перебільшений.

Висновки. Світлодіодні лампи є перспективними джерелами світла. Декларований фірмами-виробниками час роботи надто перебільшений.

Список використаних джерел

1. ДП "Харківстандартметрологія" провело експертизу світлодіодних (LED) ламп – [Електронний ресурс] - Режим доступу <http://khsms.com>

2. Влаштування LED-лампи. – [Електронний ресурс] - Режим доступу <http://www.elektruk.info>