

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВІДВЕДЕННЯ В СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКАХ

Мішин М. А., студент, e-mail: mykyta.mishyn@kname.edu.ua

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Актуальність дослідження. Все більшої актуальності набуває завдання, пов'язане з мінімізацією енергоспоживання. Тільки на освітлення у всьому світі витрачається близько 30-35% усієї вироблюваної електроенергії, при цьому в мегаполісах – в 1,5-2 рази більше.

Надійність і вихідні характеристики світлодіодів тісно пов'язані з температурою робочої області р-n- або гетеро-переходу, що робить тепловий розрахунок і вибір системи охолодження досить відповідальним етапом проектування світлодіодних систем. На відміну від традиційних джерел світла, світлодіоди не випромінюють тепло, а переводять його в напрямку від р-n-переходу до розташованого на корпусі світлодіода [1].

У світлодіодів близько 75% енергії, що підводиться припадають на теплові втрати, тому для збільшення квантового виходу світлових приладів необхідна наявність ефективних тепловідвідних конструкцій. Задачі оптимізації теплових режимів лежать в дослідженнях конструкцій світлових приладів. Різноманітність виконань сучасних LED пристроїв, їх застосування для широкого спектру завдань, необхідність відводу великої кількості тепла, робота в жорстких умовах експлуатації – все це обумовлює пошук унікальних конструкторських рішень. Для їх реалізації необхідні спеціальні матеріали, що мають високу технологічність і виправдану собівартість при забезпеченні необхідних експлуатаційних характеристик світильника [3].

Світлодіоди виходять з ладу від перегріву з кількох причин. Перша причина – зміна механічної напруги всередині світловипромінювального кристала і монолітної світлодіодної збірки. Друга – порушення герметичності, проникнення вологи і окислення. Третя – зростання кількості дислокацій в кристалі веде до зміни шляхів струму і виникнення точок перевищення щільності струму і, відповідно, до перегріву цих точок.

Тому при проектуванні світлодіодного світильника необхідно обов'язково забезпечити відповідний рух повітря і адекватне відведення тепла.

У зв'язку з цим, проектування теплової системи світильника на базі потужних світлодіодів є актуальним завданням.

Мета дослідження. Об'єктом дослідження є світлодіодні світильники, їхні конструктивні елементи (LED-чипи, радіатори, корпуси) та система охолодження. Тому головною метою дослідження є теплові процеси, що впливають на температурний режим LED-чипів, ефективність тепловідведення, вплив температури на оптичні та електричні параметри.

Основні матеріали дослідження. Правильно спроектовані світлодіодні світильники оснащені схемами контролю температури та термозахисту, які знижують яскравість або вимикають прилад у разі його перегріву до критичних температур [1,2]. Після зниження температури переходу до безпечного рівня або через певний проміжок часу автоматичний механізм знову відновлює нормальну роботу пристрою. Тривала робота світлодіода при високих температурах переходу істотно скорочує його термін служби. Виробники постійно працюють над продовженням терміну служби світлодіодів при підвищених робочих температурах. Наприклад, у документі 2016 року щодо стабільності білого світлодіода Cree XLamp XR-E гарантується збереження 70% початкового світлового потоку протягом більше ніж 50 000 годин роботи при струмі 700 мА, температурі переходу 110 °С і температурі навколишнього середовища 45 °С [4]. На рисунку 1 показана залежність світлового потоку світлодіода від тривалості його роботи для двох зразків, які працюють при однаковому струмі, але з різними температурами переходу. Ці залежності отримані на основі вимірювань, проведених протягом 10 000 годин роботи світлодіодів.

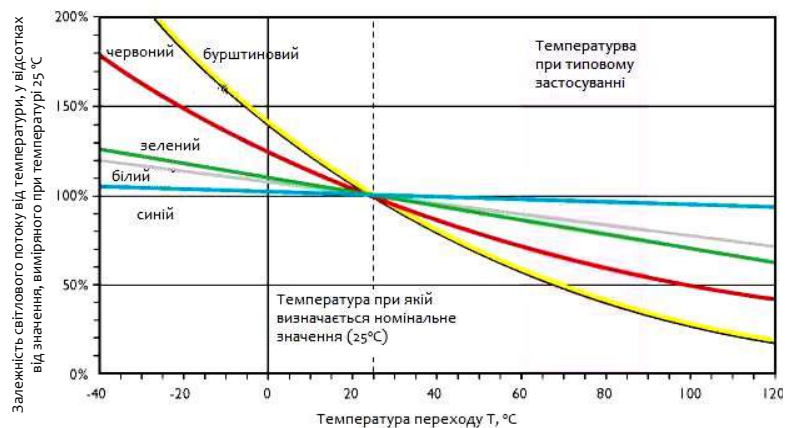


Рисунок 1 – Зміна світлового потоку світлодіода в залежності від тривалості його експлуатації

Аналізуючи різні дослідження, було вирішено задачу теплового режиму роботи світлодіодного освітлювального приладу на основі визначених цілей дослідження та сучасних методів. Виконання теплових розрахунків на етапі проектування світлодіодних світильників є надзвичайно важливим, оскільки відомо, що при підвищених температурах кристала напівпровідника значно зменшується світловий потік, а при критичних температурах це може призвести до виходу світильника з ладу. З огляду на це, корпус-радіатор світильника має забезпечувати стабільну роботу в різних кліматичних умовах, при цьому, згідно з чинними нормативами, зниження світлових та електричних характеристик не повинно перевищувати 10%.

Проаналізовано вплив технологій охолодження на ефективність тепловідведення. Методи досягнення цього результату є різноманітними і включають як активне, так і пасивне охолодження. З огляду на це було розглянуто методи розрахунку параметрів тепловідведення радіатора з урахуванням фізичних процесів, а також проведено порівняльний аналіз двох типів конструкцій теплових радіаторів.

Висновок. У цьому дослідженні виконано числовий аналіз підвищення ефективності тепловідведення в потужних світлодіодних світильниках. Було досліджено вплив різних матеріалів, орієнтації та систем охолодження на тепловідведення конструкції світильника з метою визначення найбільш ефективної моделі для підтримки промислового виробництва. За результатами моделювання та реальних умов, найкращим поєднанням матеріалів виявилось використання плафонів з полікарбонату, гібридного радіатора з мідною основою та алюмінієвими ребрами. Було досліджено два типи радіаторів (А, В), і встановлено, що найнижча температура з'єднання світлодіодних чіпів спостерігається в радіатора В-типа при куті 0°. За швидкості повітря від 0 до 3 м/с, зі збільшенням швидкості вітру покращується ефект охолодження для всіх типів радіаторів. Крім того, тепловіддача світлодіодних чіпів змінюється залежно від азимутального положення радіатора.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Колесник А. І., Усіченко Д. О., Назаренко Л. А., Спектральні і фотометричні методи контролю параметрів світлодіодних джерел випромінювання. Журнал нано- та електронної фізики. 2019. № 1 (11). с. 01002 (6сс).
 2. Колесник А. І., Усіченко Д. О., Назаренко Л. А. Методики та результати експериментальних досліджень відводу тепла від світлодіодного приладу. *Світлотехніка та електроенергетика*. 2017. № 49 (2). с. 25-29.
 3. Oleksy M., Kraśniewski J., Janke W. Wpływ temperatury na charakterystyki optyczne i elektryczne diod LED mocy. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2014. vol. 9. pp. 83- 85.
- Назаренко Л. А., Колесник А. І. Фізика і техніка світлодіодів : навч. посіб. Харків, 2021. 255 с.