

МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОЇ СИЛИ СВІТЛА СВІТЛОДІОДНОГО ПРИБОРУ ІЗ ВІДБИВАЧЕМ ЗМІННОГО ДІАМЕТРУ

Мета дослідження – розробка моделі світлодіодного пристрою відбивачем змінного діаметру. В ході роботи був побудований відбиваючий елемент, який дозволяє управляти світловим потоком. Для розробки світлодіодного пристрою було використано світлодіод високої яскравості потужністю 15Вт Cree XLamp CXA1507, колір свічення білий. Відбивач складається з набору пластин, які слідує одна за одною, що дозволяє розширювати і звужувати світловий отвір і управляти світловим потоком. Розроблена форма відбивача близька до параболоїдної. Проведена оптимізація відбивача, комп'ютерне моделювання і експериментальні випробування дослідного зразка. Для модуляції використовувалася програмне середовище TracePro. Результати обробки експериментальних даних проводили в програмному середовищі Mathematica. Дані, отримані з експерименту збігається з результатом, отриманим за допомогою моделювання. Таким чином, розрахунок і оптимізація відбивача були проведені правильно.

Ключові слова: світлодіодний пристрій, вторинна оптика, рефлектор для світлодіода, комп'ютерна модель, оптимізація форми відбивача.

V.P. KVASNIKOV

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

N.I. KULIK

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

SIMULATION THE CURVES OF LUMINOUS INTENSITY OF LED DEVICE WITH VARIABLE DIAMETER REFLECTOR

Abstract – The aim of the research – to explore a possibility of simulation LED device with variable diameter reflector.

The reflecting element that allow to control luminous flux was constructed. To develop LED lighting device uses 15W high-brightness LEDs Cree XLamp CXA1507, glow color white. The reflector consists of a set of plates that come one after another, allowing you to expand and narrow outlet and manage luminous flux. Designed form of reflector is approximately close to parabolic. The optimization of reflector, computing modulation and experimental tests was conducted. For the modulation TracePro program environment was used. Results of experimental data processing was carried out in the program environment Mathematica.

The data obtained from the experiment coincides with the result obtained by simulation. Thus, calculation and optimization reflector were conducted correctly.

Keywords: LED device, secondary optics, reflector for a light-emitting diode, computer model, optimization of form of reflector.

Вступ

На даному етапі розвитку світлотехніки найбільш перспективним напрямком є світлодіодна техніка. Головними перевагами світлодіода як джерела світла є: великий термін служби, що перевищує цей показник в порівнянні з іншими джерелами світла в декілька разів; економія електроенергії за рахунок потреби в меншій силі струму для створення необхідного світлового потоку. Ще одною перевагою світлодіода перед традиційними джерелами світла є те, що їхня величина світлової віддачі з кожним збільшується в результаті наукових розробок в той час як традиційні джерела енергії досягли свого максимуму в цих показниках і не мають перспективи розвитку.

Зважаючи на особливості світлодіодних джерел, вони потребують спеціальних засобів для перерозподілу світлового потоку. Також з кожним роком виходять нові більш потужні світлодіоди. І з кожним роком вимоги до якості оптики світлодіодів зростає. Таким чином, необхідні розробки нових більш точних методів для розрахунку світлодіодної оптики.

Одною з головних задач розробника нового світлового пристрою є мінімізація втрат в оптичній системі, а також отримання необхідного розподілу сили світла (освітленості).

Аналіз останніх досліджень і публікацій

З вітчизняних вчених проблему моделювання світлорозподілу світлодіодних пристроїв вирішували Шевченко В.О., Степура В.І., Колотюк А.П.[1-2], та інші. В ході досліджень авторами було встановлено, дані розподілу сили світла у просторі, розподілу яскравості джерела зазвичай відсутні у технічній документації, або наведені дані не відповідають дійсності. Тому було вирішено, що для моделювання світлодіодних світильників та модулів спочатку необхідно проводити експериментальні дослідження світлотехнічних характеристик світлодіодного джерела.

В роботі [3] було здійснено комп'ютерне моделювання світлотехнічних характеристик світлодіодного джерела. Результат моделювання співпав з паспортними даними світлодіода.

Проблематика статті

Для внутрішнього освітлення приміщення використовують кілька типів світильників для різних світлових зон приміщення. Зазвичай обирають 2-3 типи світильників з різним типом світлорозподілу, наприклад, потужні з широкою КСС – для загального освітлення, з глибокою чи концентрованою КСС – для

акцентного освітлення. При проектуванні торгового освітлення іноді виникає проблема надмірної освітленості тієї чи іншої зони внаслідок накладання загального і акцентного освітлення. Вилучення зі схеми одного світильника приведе до низької освітленості даної ділянки, а якщо схему лишити без змін, то ділянка буде пересвіченою. Проблема заключається в наступному: всі наявні на сьогоднішній день світлові прилади мають одну чітку криву розподілу сили світла у просторі. Заміна одного світильника з лінійки іншим є недоцільним. Якщо ж можна було б керувати інтенсивністю світлового потоку конкретного світильника, то проблема була б вирішена.

Постановка завдання

Метою даної роботи є розробка моделі світлодіодного приладу з можливістю керування світловим потоком.

Виклад основного матеріалу

Для виконання поставленого завдання було розроблено модель відбиваючого елемента на основі параболоїда зі змінним діаметром світлового отвору (рис.1). Менший діаметр складає 16 мм, базовий діаметр світлового отвору становить 120 мм. Відбиваючий елемент складається з набору пластин, які заходять одна за одну без зазорів, що дозволяє змінювати величину вихідного діаметру.

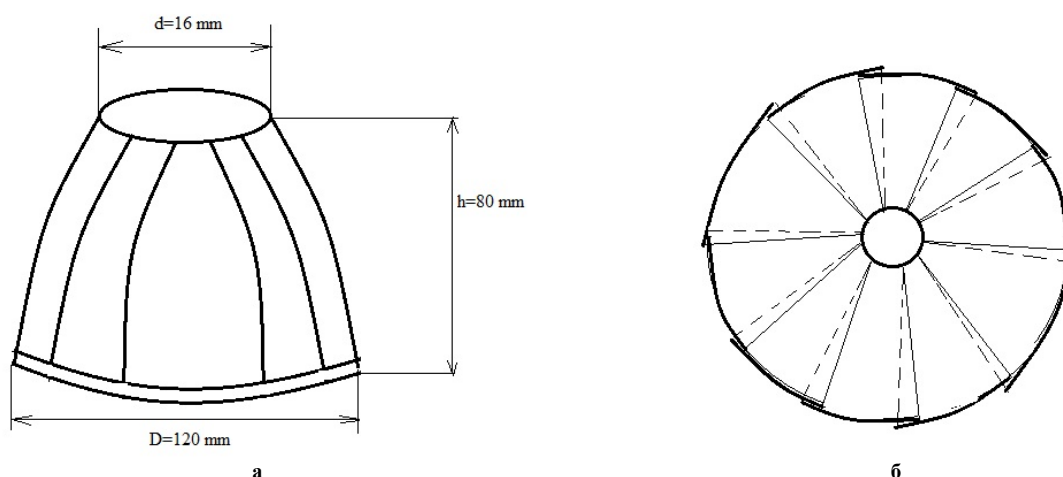


Рис. 1. Загальний вигляд відбиваючого елемента

Математичне моделювання профільної кривої відбивача було здійснено в програмному середовищі Mathematica. Профільна крива відбивача, яка близька до параболоїдної форми, наведена на рис. 2а, а також його тривимірна модель (рис.2.б.)

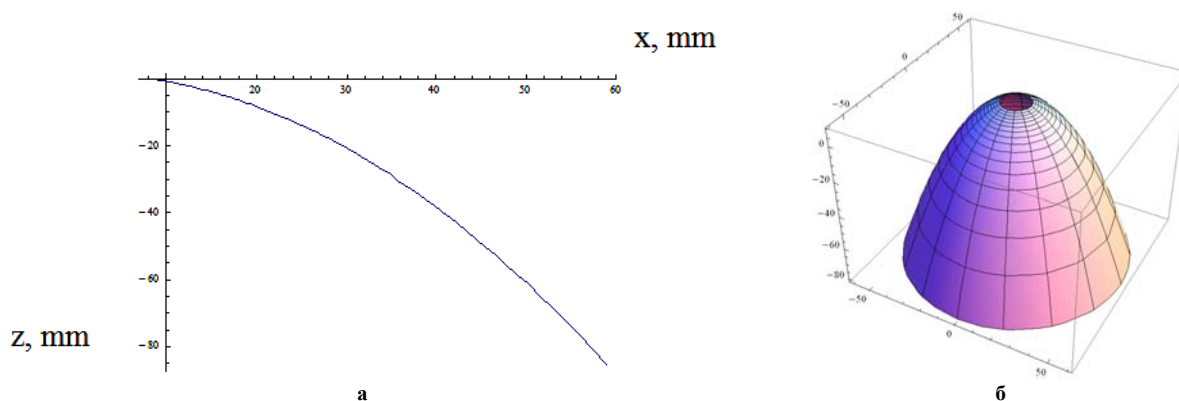


Рис. 2. Профільна крива та тривимірна модель відбиваючого елемента

В якості джерела світла було обрано світлодіод Cree XLamp-CXA1507. Даний світло діод належить до сімейства COB світлодіодів, коли на одній підложці розташовані кілька джерел випромінювання, які покриті зверху шаром люмінофору для рівномірного свічення. Вибір даної марки світлодіоду обґрунтований високою надійністю і якістю продукції від даного виробника, наявністю технічної документації та файлів для моделювання в програмах оптичного розрахунку, таких як Zemax, TracePro та ін.

Для комп'ютерного моделювання і оптимізації форми відбивача була обрана програма TracePro. Із сайту виробника продукції Cree отримали розподіл світлових променів у кількості 50000 від джерела XLamp-CXA1507, який було інтегровано в програму для дослідження світлорозподілу з відбиваючим елементом. Комп'ютерна модель оптичної системи наведена на рис.3.

В результаті комп'ютерного моделювання отримали криві сили світла від світлодіода без оптики (рис.4а), з відбивачем діаметром світлового отвору 120 мм(рис. 4б), відбивачем з діаметром 130 мм(рис. 4.в).

Як видно з результатів моделювання, надана виробником модель світлорозподілу від джерела має помилку. Світло діод повинен мати рівномірну КСС, а на результатах моделювання бачимо «завал» кривої в нульовій зоні. Насправді в цьому місці має бути максимальне значення сили світла, що можна перевірити з технічної документації розподілу світлового потоку даного джерела. Дана помилка вплинула на подальші результати, і на КСС з відбиваючим елементом також бачимо «завал» кривої в нульовій зоні, чого при даному типу оптики бути не повинно.

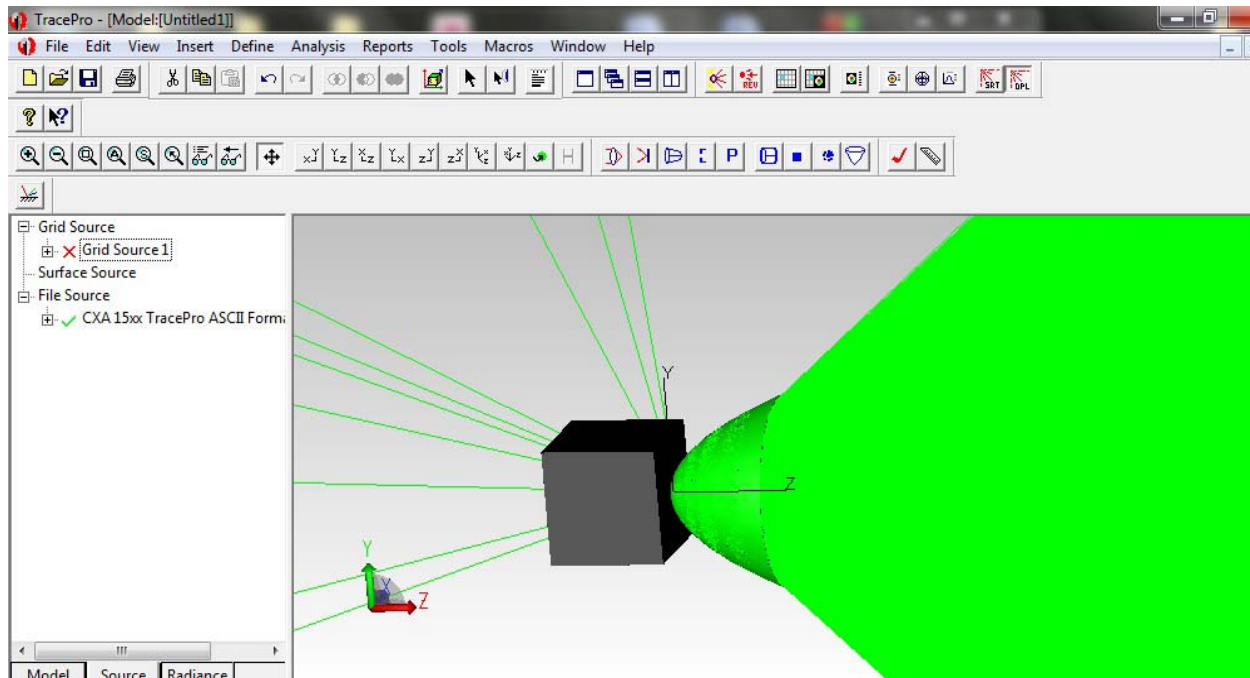


Рис. 3. Комп'ютерна модель оптичної системи в програмному середовищі TracePro

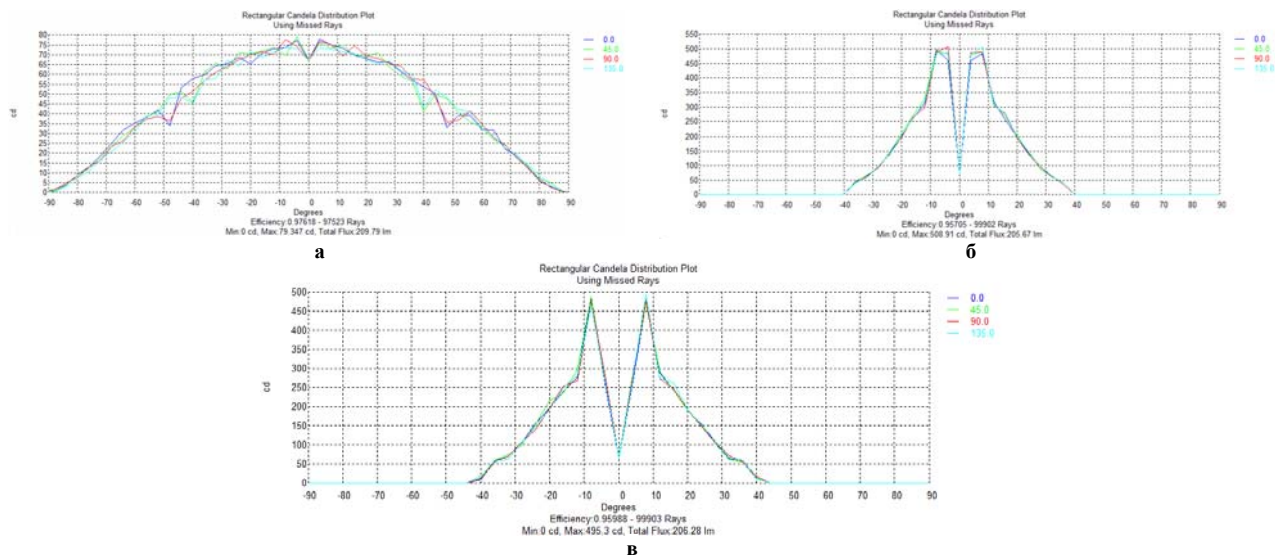


Рис. 4. Результати комп'ютерного моделювання

На основі проведеного комп'ютерного моделювання і оптимізації було створено дослідний зразок відбивача (рис.5 а) і досліджено його світлотехнічні характеристики: рис.5б – світлодіод без оптики; рис.5 в – характеристика відбивача з діаметром світлового отвору 120 мм; рис.5 г – відбивач з діаметром 130 мм.

Дослідження сили світла проводилося за допомогою поворотного стенду КЯ 4.13200002 та вимірювального приладу фотометр-радіометр ФР-2.

При дослідженні світлодіоду без оптики отримано рівномірну криву сили світла ламбертовського типу, яка і повинна бути в даного джерела.

З результатів видно, що при більшому діаметрі світлового отвору інтенсивність кривої сили світла зменшилася і вона стала більш плавно. Таким чином, поставлену задачу можна вважати вирішеною. За допомогою даного типу відбивача можна керувати світловим потоком, змінюючи діаметр світлового отвору, не змінюючи при цьому конструкцію в цілому.

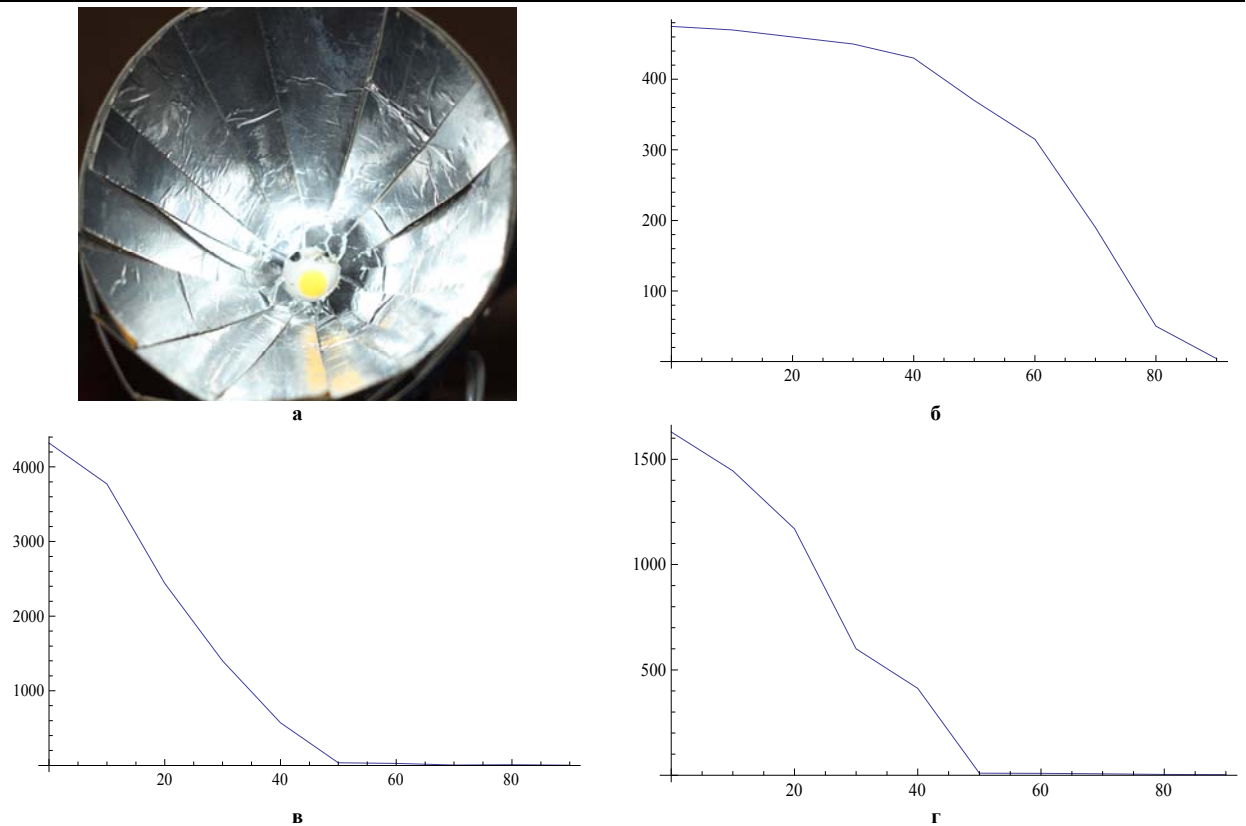


Рис. 5 Дослідження оптичної системи зі світлодіодним джерелом та відбивачем зі змінним діаметром світлового отвору

Висновки

В ході проведених досліджень було розроблено комп'ютерну і математичну модель відбивача, який дозволяє управляти світловим потоком джерела світла. На основі розробленої моделі було виконано дослідний зразок і проведено дослідження світлорозподілу відбиваючого елемента. Зі збільшенням діаметру світлового отвору рівномірність розподілу сили світла збільшувалася, а інтенсивність зменшувалася.

Також існують значні розбіжності між результатами досліджень і комп'ютерним моделюванням. Дана похибка пов'язана з некоректним типом даних, представлених виробником, які вплинули на подальший хід комп'ютерного моделювання.

Таким чином, для точного проектування світлового приладу вихідні дані необхідно перевіряти дослідним шляхом.

Література

1. Шевченко В. О. Дослідження світлорозподілу світлодіодних модулів /В. О. Шевченко, В. І. Степура// Електроніка та системи управління. – 2010. – №1(23). – С. 68-74.
2. Шевченко В.О. Моделювання світлових приладів на основі світлодіодів/ В. О. Шевченко, А.П.Колотюк// Світлотехніка та електроенергетика. – 2010. – №1. – С. 24-30.
3. Зеленков І.А. Застосування програмних засобів для моделювання світлодіодних світлових приладів / І.А. Зеленков, Н.І.Кулик // Електроніка та системи управління. – 2011 р. – № 3(29) – С. 45-49.
4. Технічні характеристики світлодіоду Cree XLamp-CXA1507. Реж. доступу: <http://www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA1507>
5. TracePro Trial Version: Get Started / Examples Guide Реж. доступу: <http://www.lambdare.com/tracepro/tracepro-examples>

References

1. Zelenkov I.A. Zastosuvannya programnih zasobiv dlya modelyuvannya svitlodiodnih svitlovih priladiv / I.A. Zelenkov, N.I.Kulik // Elektronika ta sistemi upravlinnya. – 2011 r. – # 3(29) – S. 45-49.
2. Shevchenko V. O. Doslidzhennya svitlorozpodilu svitlodiodnih moduliv /V. O. Shevchenko, V. I. Stepura// Elektronika ta sistemi upravlinnya. – 2010. – #1(23). – S. 68-74.
3. Specifications LED Cree XLamp-CXA1507. Web Resource. <http://www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA1507>
4. TracePro Trial Version: Get Started / Examples Guide Реж. доступу: <http://www.lambdare.com/tracepro/tracepro-examples>

Рецензія/Peer review : 19.9.2016 р.

Надрукована/Printed : 10.11.2016 р.

Стаття рецензована редакційною колегією