

УДК 004.94:628.9(045)

І. А. Зеленков, канд. техн. наук,
Н. І. Кулик, асп.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ

Інститут електроніки і систем управління НАУ, e-mail: iesu@nau.edu.ua

Розглянуто можливість проектування світлових приладів за допомогою спеціального програмного забезпечення. На прикладі конкретного світлодіодного джерела перевірено роботу програми TracePro.

Ключові слова: моделювання, світлові прилади, світлотехнічні програми.

Вступ. Програмне забезпечення для моделювання світлових приладів та їх складових не дуже часто фігурує на сучасному ринку програм. Частково це зумовлено низьким попитом на цей продукт, оскільки розроблення і виробництво світлових приладів є досить вузькою і специфічною галуззю промисловості.

З іншого боку, для розроблення світлових приладів та їх компонентів, а також у дослідницькій діяльності програмне забезпечення їх моделювання є незамінним. Спеціалізовані світлотехнічні програми дозволяють швидше і легше розраховувати необхідні характеристики. Завдяки комп'ютерному моделюванню можна створити реальну достовірну віртуальну модель, а отже, немає потреби виготовляти матеріальний прототип. Це значно зменшує фінансові витрати на створення нових світлових приладів, оскільки після моделювання у програмі можна одразу приступати до серійного виробництва.

За функціональністю оптичні програми можна поділити на декілька груп [1; 2]:

- інструменти для проектування і розрахунку детермінованих оптичних систем (straight ray analysis – аналіз методом прямих променів). До них належать об'єктиви фотоапаратів, телескопи, біноклі і т. ін. Тут може бути передбачена траєкторія кожного світлового променя. Одночасно здійснюється керування будь-яким світловим променем. Дещо інакшими на відміну від математичного апарату, але схожими за інтерфейсом можуть бути інструменти для моделювання проходження лазерних пучків;

- програми для розрахунку оптичних систем, де передбачити хід променя неможливо. В англійській термінології цей процес називається non-sequential ray tracing – непослідовне трасування променів;

- програми для проектування світлотехніки, під якою розуміють недетерміновану оптичну систему (світильники, автомобільні фари і ліхтарі). Свіжою тенденцією в розвитку програм аналізу є введення в них модулів оптимального проектування;

- програми для оброблення результатів оптичних вимірювань, підготовки математичних моделей джерел світла.

До другого і третього типів програм належать: TracePro – програма для світлотехнічного аналізу, розробка фірми Lambda Research Corporation; ReflectorCAD – розробка Breault Research Organization, програма для проектування відбивачів; LucidShape – потужна тривимірна система для автоматизованого проектування освітлення й оптичних властивостей моделі.

Постановка завдання. Необхідно перевірити, чи дійсно програмне забезпечення відповідає таким критеріям, як швидкість, універсальність та фізична достовірність.

Для перевірки необхідно побудувати в програмному середовищі модель реального світлового приладу та порівняти вихідні дані розрахунку програми і заявлені у специфікації.

Виклад основного матеріалу. Як програмне середовище використаємо програму TracePro.

TracePro – програма для світлотехнічного аналізу, розробка фірми Lambda Research Corporation. Більш нова версія цієї програми OptisWorks – розробка фірми Optis (Франція) є універсальним інструментом оптичного і світлотехнічного аналізу, а також світлотехнічного

проектування. TracePro – програма трасування променів для дослідження твердотільних моделей. Цей метод дозволяє запускати випромінювання на модель без будь-яких допущень щодо того, в якій послідовності будуть перетинатися промені з поверхнею. Із кожним перетином окремих променів поглинається, відбивається, заломлюється і розсіюється. Якщо промені поширюються у різних напрямках по площі твердотільної моделі, TracePro прослідковує хід кожного окремого променя. TracePro повністю розраховує поглинання, дзеркальне відбивання, заломлення і розсіювання світла. Під час моделювання у TracePro метод Монте-Карло використовують для імітації розсіювання і дифракції світла, а також для дискретизації розподілу променів, що випускаються джерелом світла.

Програма TracePro ґрунтується на специфічних інструментах твердотільного моделювання, ACIS, створених Spatial Corporation. Використовуючи ACIS, TracePro може зручно використовувати дані твердотільного моделювання спільно з будь-якими програмами на основі ACIS. TracePro також може здійснювати обмін даними з більшістю інших програм на основі CAD через формати IGES, STEP та інші CAD формати, використовуючи додаткові транслятори. TracePro може імпортувати проектні файли лінз з поширених програм для проектування лінз.

Переваги цієї програми на відміну від подібних:

- програма є універсальною і може використовуватись для проектування будь-яких елементів світлових приладів;
- програма дає можливість назначати властивості для світлотехнічних матеріалів, при цьому властивості можна як обрати зі списку, так і створити власні;
- програма дозволяє співпрацювати з іншими програмами за допомогою імпорту і експорту у форматах IGES, STEP та інших CAD форматах.

Побудову моделі у програмі TracePro поділяють на три етапи:

- побудова всіх елементів оптичної системи за допомогою набору стандартних фігур, таких як куб, конус, циліндр, тор, сфера і тонка пластинка;
- призначення властивостей для кожної оптичної поверхні;
- трасування променів з можливістю обрати параметри випромінювання та отримання результатів у вигляді кривих сил світла, розподілу світлового потоку та показників освітленості.

Як приклад моделі був обраний світлодіод марки Siemens LWT676 із специфікацією від виробника (рис. 1). Модель у програмному середовищі побудовано так, що вихідні дані кривої сили світла збігаються із заявленою виробником у специфікації.

Для побудови моделі спочатку необхідно з елементарних блоків побудувати корпус та джерело випромінювання і потім призначити властивості для відбивних поверхонь і випромінювача.

Модель складається з трьох елементів: корпусу, розсіювача та світлодіодного джерела. Під час моделювання спочатку був побудований корпус світлодіода згідно з розмірами, заявленими у документації (рис. 1, а), у якому функцію відбивача виконує конусоподібний отвір за допомогою таких команд:

- Insert опції Primitive solids – обрано тонку плівку (Thin sheet) і побудовано основу розміром 3×3,4 мм (розмір указано в параметрах тонкої плівки);
- Edit опції Surface – обрано Sweep для нарощення корпусу до половини під кутом 4°;
- Edit опції Surface – обрано Sweep для створення симетричної другої половини корпусу;
- Insert опції Primitive solids – обрано конус (Cone) з радіусами отворів 0,65 і 1,2 мм;
- Edit опції Boolean – обрано Subtract для вирізання кінцевого отвору для відбивної поверхні;
- Define опції Apply Properties – обрано Surface і вибрано для поверхні відбивача тип відбивання ідеальне дзеркало (Perfect mirror).

Потім за допомогою команди Insert опції Primitive solids було обрано циліндр (Cylinder) для побудови розсіювача радіусом 1,2 мм. Далі за допомогою команди Define опції Edit

Properly обрано Data Surface Properties для створення нової властивості розсіювача, який підпорядковується закону Ламберта.

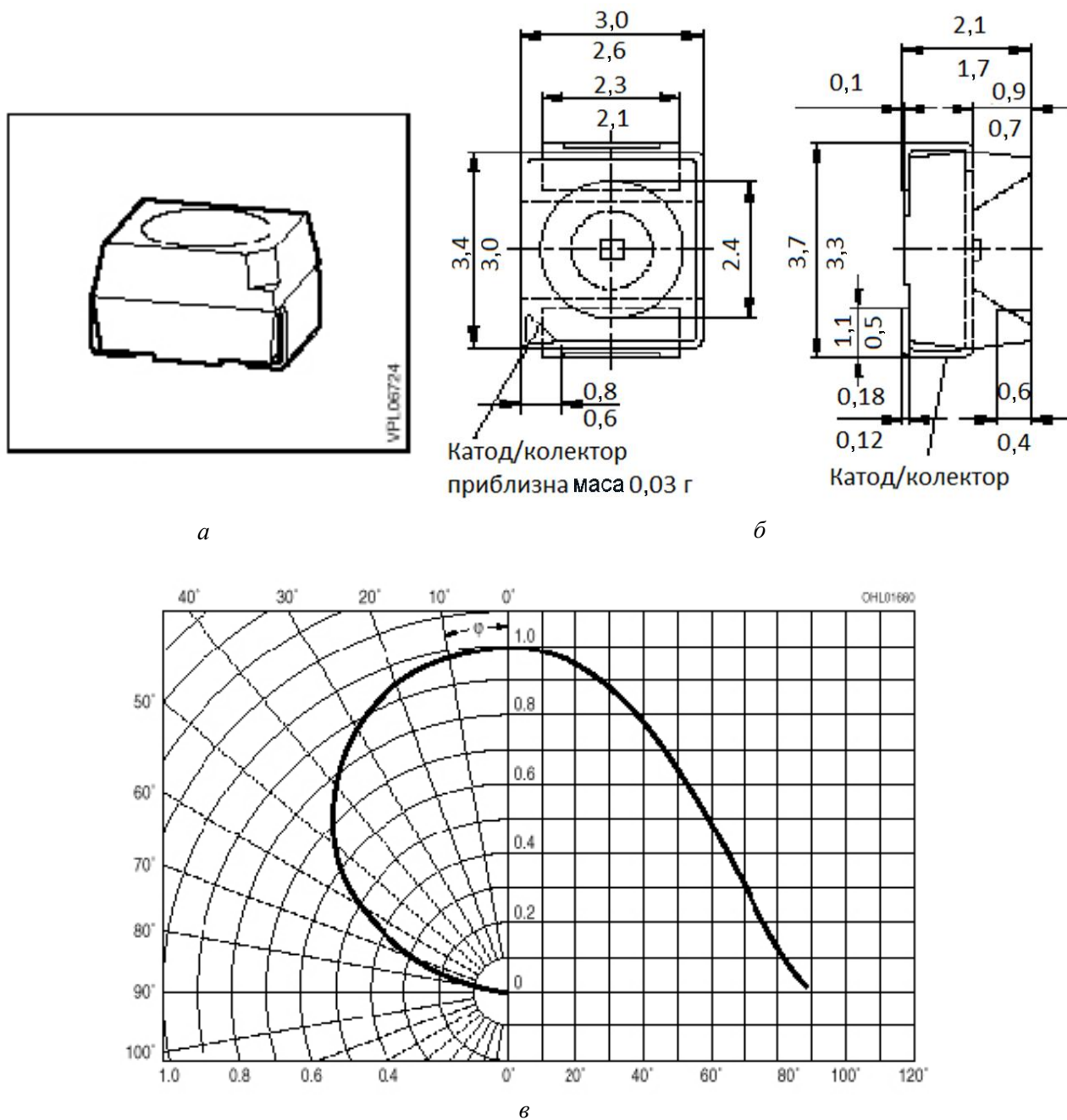


Рис. 1. Світлодіод Siemens LWT676: а – загальний вигляд; б – розміри; в – крива сили світла

Наступним кроком створено сам світлодіод розміром $0,4 \times 0,4 \times 0,15$ мм, за допомогою команди Insert опції Primitive solids обрано Block.

Потім за допомогою команди Analysis опції Raytrace Options для випромінювальної поверхні світлодіода призначено його світловий потік 0,05 лм, тип випромінювання та кількість променів для трасування. Трасування променів виконувалося за кількості променів 5000 (рис. 2).

За допомогою команди Analysis опції Candela Options обрано Candela Distributions для вибору властивостей графіка кривих сили світла. За допомогою команди Analysis опції Candela Plots обрано Polar Candela Distribution для виведення результатів у вигляді графіка кривих сили світла.

Після трасування променів як вихідні дані отримано криву сили світла, яка близька за своєю формою до заявленої в документації (рис. 3).

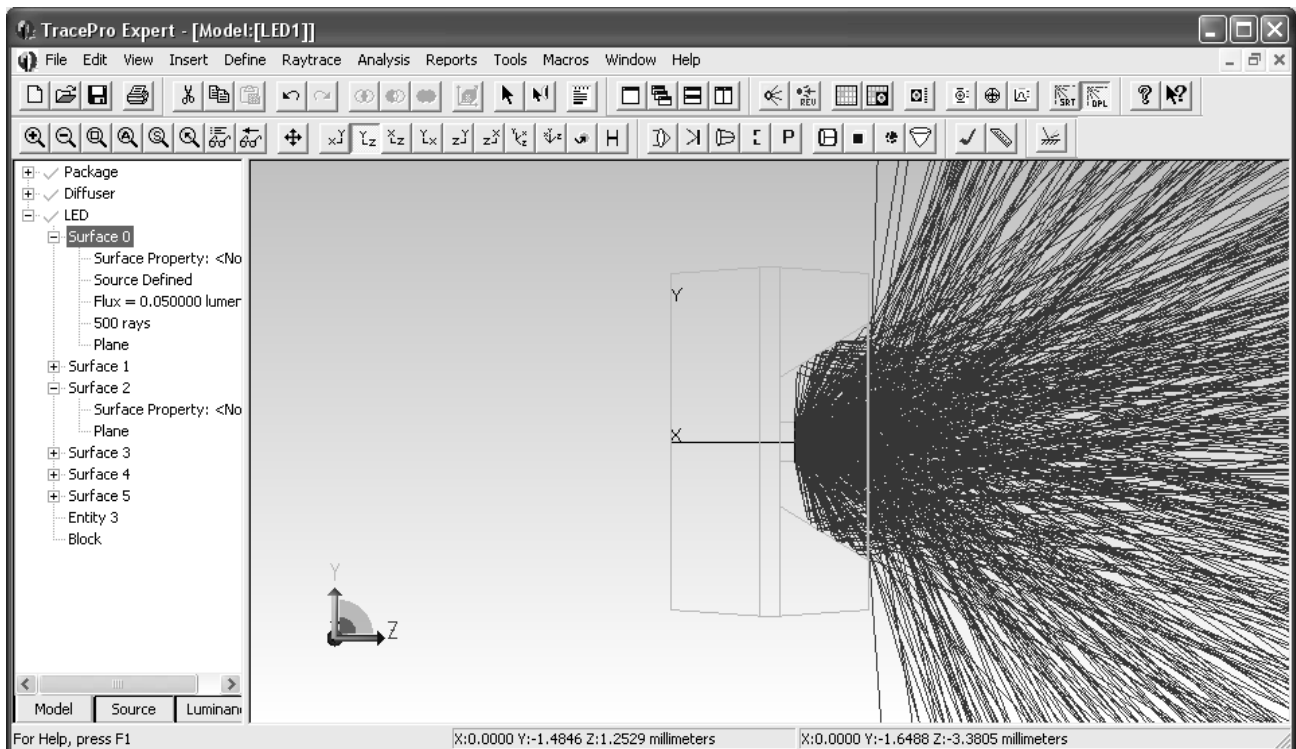


Рис. 2. Трасування променів у проєкті TracePro

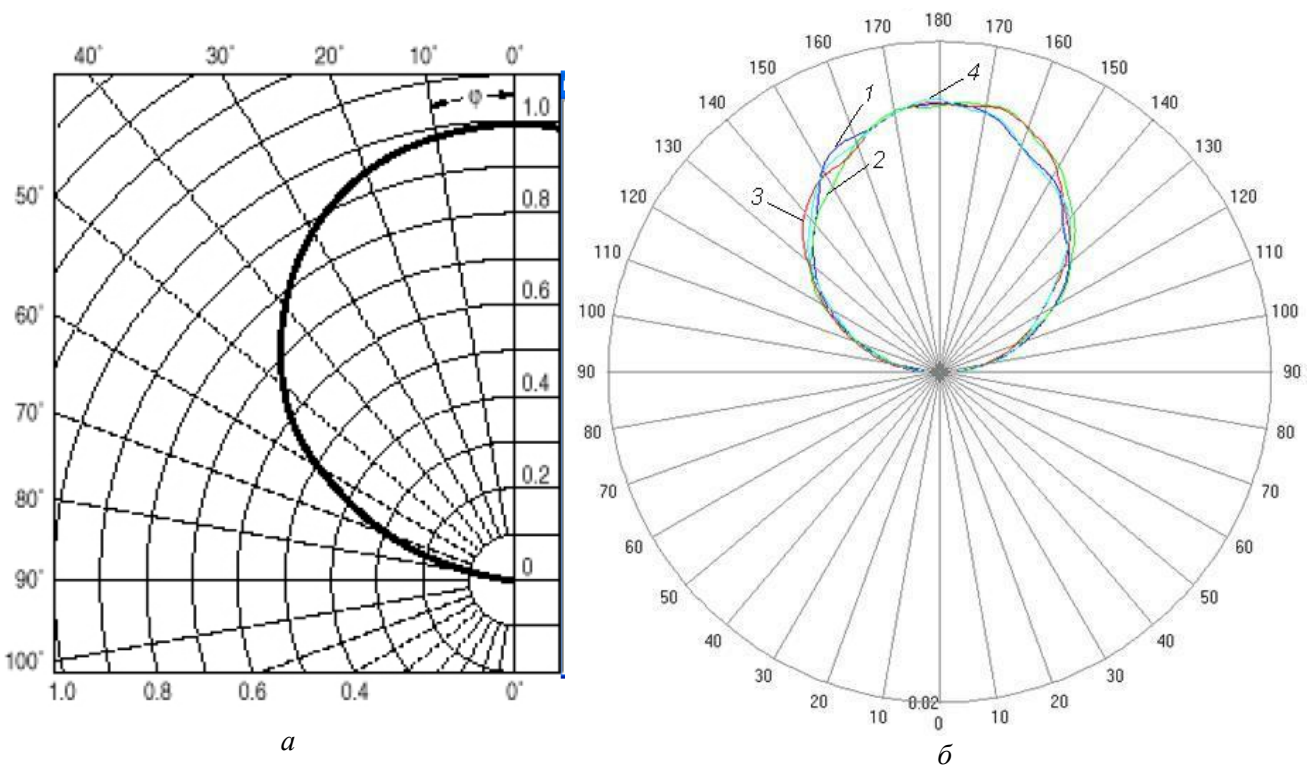


Рис. 3. Порівняння кривих сили світла: *a* – з технічної документації; *б* – змодельованої у програмі:

1 – 0°; 2 – 45°; 3 – 90°; 4 – 135°; *б* – зображення їх на спільних координатах:

..... – 0°; - · - - 45°; --- – 90°

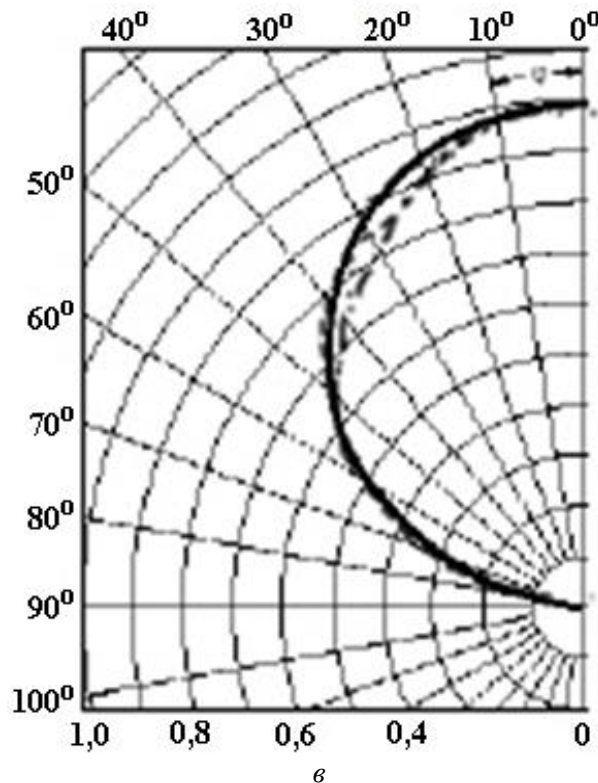


Рис. 3. Закінчення. (Див. також с. 48)

Якість інших програм буде перевірено у наступній роботі.

Висновки. Для перевірки роботи програмного забезпечення було застосовано програму TracePro як таку, що максимально забезпечує потреби під час проектування світлових приладів та їх компонентів. Під час моделювання світлодіода Siemens LWT676 переконалися у швидкодії цієї програми, а також у тому, що за її допомогою можна змодельовати всі компоненти світлового приладу. Порівнянням кривих сили світла з технічної документації та змодельованої у програмі виявлено, що вони близькі за значенням за винятком мінімальних розбіжностей. Отже, програма TracePro забезпечує швидкий та достовірний результат і є універсальною.

Список літератури

1. Алямовский А. А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – С. 698–699.
2. Алямовский А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский – СПб.: БХВ-Петербург, 2005 – С. 542–544.

И. А. Зеленков, Н. И. Кулик

Применение программных средств для моделирования светодиодных световых приборов

Рассмотрена возможность проектирования световых приборов с помощью специального программного обеспечения. На примере конкретного светодиодного источника проверена работа программы TracePro.

I. A. Zelenkov, N. I. Kulik

Application of software for modelling of lighting emitting diodes devices

The problem of lighting devices designing was considered. By example of concrete lighting emitting diodes device the operation of TracePro was inspected.