

УДК 004:628.921 (045)

Є. В. Ковальський, асп.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ НА ОСНОВІ СВІТЛОДІОДІВ

Національний авіаційний університет, e-mail: 1286113@gmail.com

Розглянуто проблеми проектування світлових приладів на основі світлодіодів. Використання стандартних типових підходів не дозволяє створювати вироби з покращеними характеристиками. Наведено приклади проектування світлових приладів з використанням спеціального програмного забезпечення.

Ключові слова: світлодіод, проектування, світловий прилад, програмне забезпечення.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Проектування світлових приладів (СП) завжди було актуальним завданням для світлотехнічної промисловості. Це зумовлено тим, що використання СП з високим ККД дозволяє знизити витрати енергії та підвищити ефективність освітлювальних установок. Тому питання створення нових світлових приладів з поліпшеними світлотехнічними і електричними параметрами постійно залишається відкритим.

Світловий прилад – це складний прилад, що складається з взаємопов'язаних елементів (джерела світла та живлення, корпусу, оптичної системи та ін.), параметри яких залежать від особливостей конструкції приладу та впливають на його характеристики в цілому.

Значне скорочення часу, що витрачається на проектування СП і підвищення якості прийнятих технічних рішень досягається за автоматизованого проектування з використанням комп'ютера. З розвитком комп'ютерної техніки і виходом на ринок програмного забезпечення (ПЗ) спеціалізованих програмних пакетів стало можливо спростити конструювання СП шляхом моделювання необхідних процесів досить швидко та якісно з невеликим відсотком похибки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед світлотехнічної літератури немає публікацій, у яких був би узагальнений досвід розроблення СП на основі світлодіодів (СД) з урахуванням специфіки технології їх конструювання, особливостей застосування та експлуатації.

Проте етапи та підходи до конструювання і розроблення нових СП розглянуто в працях [1, с. 411–436; 2, с. 225–284; 3], [4, с. 6–127] та [5].

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження можливостей автоматизованого проектування СП на основі СД з використанням ПЗ.

Виклад основного матеріалу. З початком використання світлодіодів як джерела світла на ринку світлотехніки відразу з'явилась велика кількість СП на основі СД з не найкращими технічними параметрами. Це було зумовлено не лише браком нормативної бази для світлодіодних СП, а й неправильними підходами до проектування самих приладів.

Параметри які впливають на загальний технічний рівень СП:

1. Функціональність – виконання функцій, створення необхідного рівня освітленості або світлової сигналізації, які визначаються його конструктивними виконанням та призначенням СП.

2. Надійність – збереження параметрів СП за умови виконання вимог транспортування, експлуатації та обслуговування.

3. Економічність – багатокомпонентний параметр, що містить вартість самого СП, вартість монтажу, обслуговування, ремонту та ін.

4. Технологічність – процес виготовлення СП, монтаж та обслуговування.

5. Контролепридатність – можливість здійснювати контроль СП під час його експлуатації та ремонту, параметрів, передбачених нормативною документацією.

6. Екологічність – низький рівень шкідливого впливу на навколишнє середовище у процесі виробництва, експлуатації та утилізації СП.

Для витримування цих параметрів на потрібному рівні конструктору необхідно враховувати взаємозв'язок елементів СП. Під час проектування СП на основі СД необхідно задовольнити ще й додаткові вимоги до конструкції приладу, притаманні для ДС.

Температурний режим. Це основний параметр конструювання СП на основі СД, потрібного для забезпечення правильного теплового режиму джерела світла. Термін експлуатації та світлова віддача сильно залежать від температури p - n переходу, а також від кольорової температури; для мінімізації температури переходу використовуються радіатори.

Світлорозподіл. Більшість СД виготовляється з одним або двома варіантами світлорозподілу; виникає потреба у використанні вторинної оптики, рефлекторів або розміщення ДС на криволінійних поверхнях для створення необхідного світлорозподілу.

Блискість. Обмеження блискості СП забезпечується захисним кутом конструкції СП, світлорозсіювачами (наприклад, молочного або рефлекторного поліметилметакрилату (ПММА)), але це знижує загальний світловий потік щонайменше на 15 %. Можливе також використання мікропризматичних розсіювачів з більш високим коефіцієнтом пропускання, ніж у ПММА, але цей спосіб менше обмежує блискість. Блискість можна усунути лише використанням відбитого світла, але ККД таких світильників рідко перевищує 50 %.

Пульсація світлового потоку. Світловий діод – джерело світла, яке живиться від низького постійного струму, тому, як правило, їх підключають до спеціальних блоків живлення (перетворювачів), які є невід'ємною частиною СП. Вони мають забезпечувати не лише живлення, але й відповідати вимогам електромагнітної сумісності; не має бути пульсацій вихідного струму та напруги; поява пульсації призводить до пульсації світлового потоку СП.

Урахування розглянутих параметрів ускладнює процес проектування СП і призводить до неоднозначних рішень, тому виникає потреба у моделюванні СП і процесів в цілому або виготовлення прототипу для проведення необхідних експериментів.

Для моделювання більшості процесів доцільно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення, що дасть можливість виключити хибні ідеї на початку розроблення СП, зменшити кількість прототипів, підвищити якість продукту, оптимізувати конструкцію.

На ринку програмного забезпечення наявна їх велика кількість (Usable Light Tool, LED Reliability Tool, Product Characterization Tool, QLed, Zemax, Comsol Multiphysics, AutoCad та інші) для проектування конструкції СП та аналізу світлотехнічних характеристик, але не всі включають набір необхідних функцій для повного проектування СП і виникає необхідність перенесення отриманих результатів з одного програмного забезпечення на інше, що є причиною вибору SolidWorks.

SolidWorks являє собою систему гібридного (твердотілого та поверхневого) моделювання; вона призначена для проектування деталей та складання в тривимірному просторі.

На прикладі програмного забезпечення SolidWorks розглянемо можливість автоматизованого проектування світлодіодної лампи.

Поставлено завдання – спроектувати світлодіодну лампу з кутом випромінювання 60° . Обране джерело світла – СД компанії Cree XR-G, вторинна оптика – 60° лінза виробництва компанії Ledil за умови, що світлодіод випромінює 3 Вт теплової енергії.

1. Розроблення конструкції приладу в цілому та її візуалізація. За допомогою програмного забезпечення було створено модель 3-М та реалістичну фотографію світлодіодної лампи (рис. 1). За цією моделлю конструктор може досить швидко виконати необхідні креслення для виготовлення радіатора чи корпусу.



Рис. 1. Загальний вигляд конструкції приладу

2. Теплове моделювання для забезпечення теплового режиму та для перевірки можливостей тепловідведення розробленого радіатора. Необхідно вказати:

- поверхню, на яку монтується плата із СД;
- теплову потужність, яку випромінює СД;
- температуру навколишнього середовища;
- коефіцієнт конвекції.

Якщо результати моделювання, показані в графічному вигляді на рис. 2, задовільні, можна переходити до наступного етапу, якщо ні – змінити корпус (радіатор) (збільшити товщину ребер, розміри і т. ін.). Під час моделювання встановлено, що максимальна температура радіатора становить 52° С. Цей результат задовольняє поставлені вимоги.

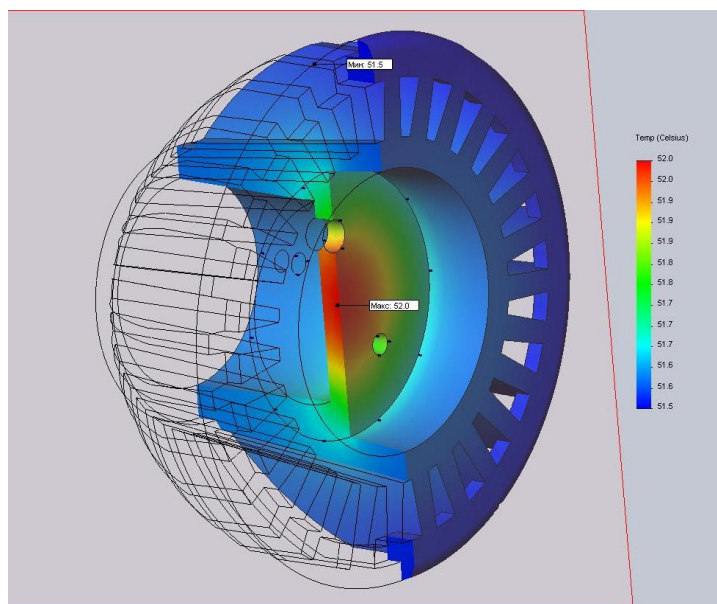


Рис. 2. Графічне зображення результатів теплового моделювання

3. Світлотехнічне моделювання, що дає можливість контролювати хід променів, визначати криву силу світла та світловий потік приладу. Необхідно вказати таке:

- випромінювальну поверхню (СД) – закріпити за нею ies файл обраного світлодіода або ввести світлотехнічні параметри вручну;
- коефіцієнт пропускання лінзи;
- коефіцієнт відбивання поверхонь.

Результати світлотехнічного моделювання можна подати як візуалізацією (рис. 3), так і в числовому вигляді або у форматі «ies» файлу, що уможлиблює побудову кривої сили світла приладу (рис. 4).

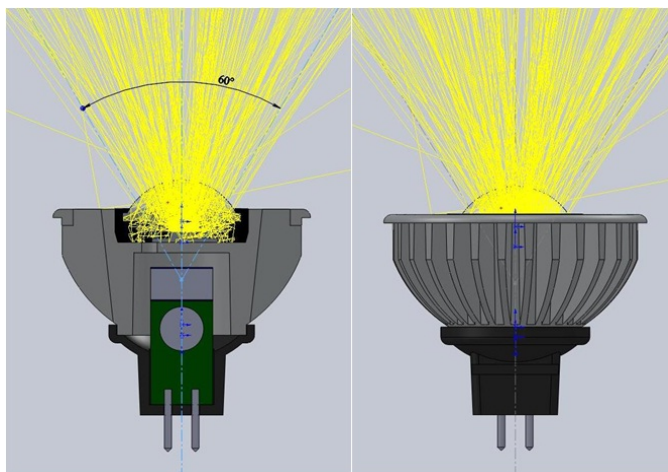


Рис. 3. Візуалізація світлотехнічного моделювання

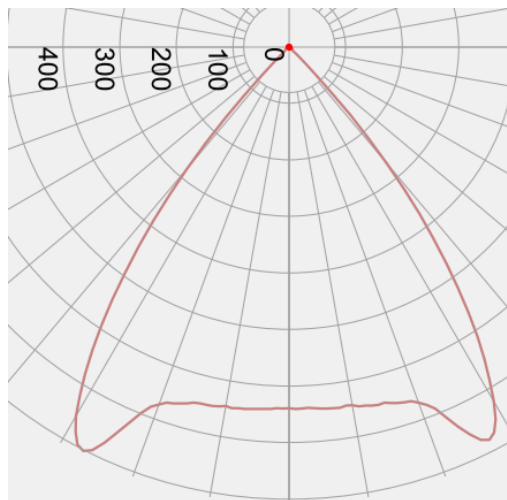


Рис. 4. Крива сили світла приладу

У результаті автоматизованого проектування сконструйована світлодіодна лампа з кутом випромінювання 60° та світловим потоком 140 лм, яка задовольняє вимоги поставленого завдання.

Висновок. Завданням світлотехнічного проектування завжди були й залишаються розроблення якісних проектів із застосуванням сучасних досягнень світової науки в галузі світлотехніки й електротехніки та мінімізація капітальних вкладень і витрат. Ці два завдання суперечать один одному. Необхідно продовжувати вдосконалювати процес та інструменти проектування за рахунок виключення ручної праці.

Список літератури

1. Айзенберг Ю. Б. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга / М. – Знак, 2006. – 972 с.
2. Айзенберг Ю. Б. Световые приборы: учеб. для электромеханических техникумов / Ю. Б. Айзенберг. – М.: Энергия, 1980. – 464 с.
3. Айзенберг Ю. Б. Основы конструирования световых приборов: учеб. пособие для вузов / Ю. Б. Айзенберг. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 704 с.
4. Трембач В. В. Световые приборы: учеб. для вузов по спец. «Светотехника и источники света» / В. В. Трембач – [2е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1990. – 463 с.
5. Куц О. К. Оптический расчет световых и облучательных приборов на ЭВМ / О. К. Куц – М.: Энергоатомиздат, 1991 – 152 с.

Е. В. Ковальский

Автоматизированное проектирование световых приборов на основе светодиодов

Рассмотрены проблемы проектирования световых приборов на основе светодиодов. Использование стандартных типовых подходов не позволяет создавать изделия с улучшенными характеристиками. Приведены примеры проектирования световых приборов с использованием специального программного обеспечения.

E. V. Kovalskyi

Automatic design of lighting devices based on LEDs

The problems of designing lighting devices based on LEDs. Using the standard model approach does not allow to create products with improved characteristics. Examples of designing light devices with special the software.