

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ РАБОТЫ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ – МОДЕЛИРОВАНИЕ В ANSYS ICERAK

К.Мещерякова,
ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" Ksenia.Meshcheryakova@cadfem-cis.ru

Сегодня находят широкое применение сверхъяркие мощные светодиоды – в световой рекламе, дорожных светофорах, автомобильной светотехнике, мобильных телефонах и др. [1]. Современные мощные светодиоды должны быть исключительно надежными. Основная причина выхода этих устройств из строя – превышение допустимой температуры кристалла. Высокая рабочая температура р-п-перехода способствует ухудшению световых характеристик светодиодной лампы и уменьшению ее долговечности – одного из основных преимуществ светодиодов по сравнению с традиционными источниками света. В связи с этим, при разработке светотехнических устройств с использованием мощных светодиодов одна из важнейших задач – обеспечение допустимого теплового режима. О том, как решить эту задачу с помощью пакета ANSYS Icerak рассказывается в статье.

Для расчета системы охлаждения светодиодов, как правило, используют модель тепловых сопротивлений [2], значения которых вычисляются аналитически. Однако реальные величины могут отличаться от расчетных и зависят от внешних условий, используемого материала и тепловой нагрузки вокруг светодиода. Кроме того, в модели тепловых сопротивлений не учитывается отрицательный температурный коэффициент прямого напряжения светодиода. Более точные и полные результаты дает применение систем численного моделирования, таких как ANSYS Icerak.

Возможности ANSYS Icerak для решения задач обеспечения теплового режима светодиода рассмотрим на примере моделирования карманного фонаря (рис.1). Исходная модель включает в себя пластиковый корпус, мощный светодиод, установленный на печатную плату, алюминиевый радиатор и элемент питания. Светодиод монтируется на печатную плату из стеклотекстолита FR-4, которая устанавливается на радиатор из алюминиевого сплава. Поток

тепла движется от р-п-перехода светодиода через печатную плату к радиатору охлаждения.

Встроенный в ANSYS Icerak объект Block использовался для построения модели светодиода. Для задания значения рассеиваемой мощности P_d светодиода в ANSYS Icerak подходит полезная опция объекта Block – LED power settings. Пользователю достаточно задать

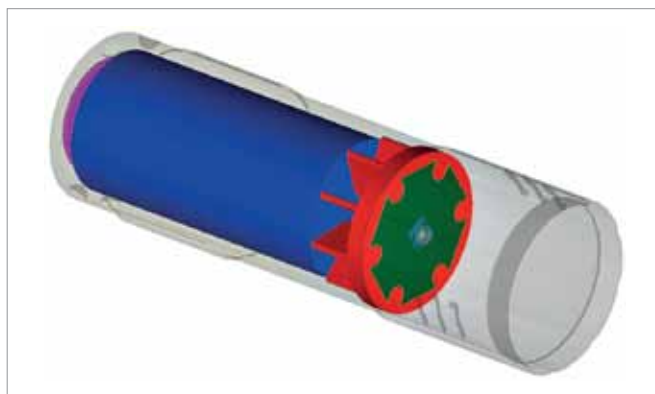


Рис.1. Модель карманного фонаря

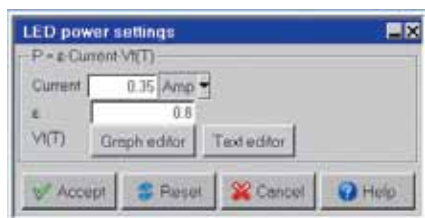


Рис.2. Задание электрических параметров светодиода

такие параметры, как I_f – номинальный прямой ток, $V_f(T)$ – зависимость прямого напряжения от температуры и $\epsilon = 1 - \eta$, где η – коэффициент полезного действия по излучению светового потока (рис.2). Значение коэффициента ϵ обычно выбирают в пределах 0,7–0,8. Рассеиваемая мощность определяется по формуле:

$$P_d = \epsilon \cdot I_f \cdot V_f(T).$$

Для светодиода в расчетной модели были заданы значение потребляемого тока в номинальном режиме 350 мА, $\epsilon = 0,8$ и температурный коэффициент прямого напряжения -3 мВ/°С.

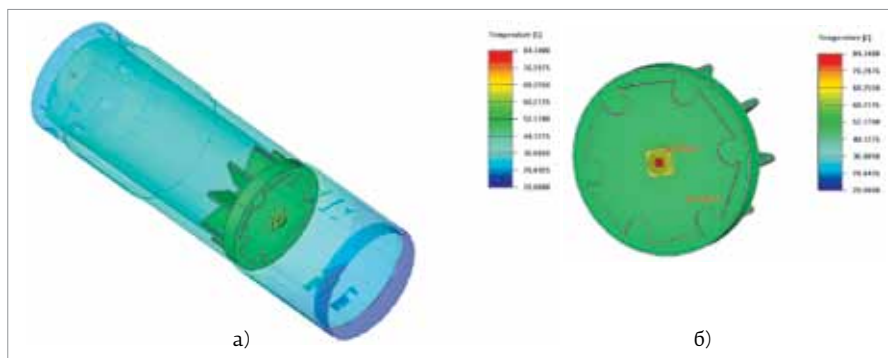


Рис.3. Результаты теплового расчета: а – фонарь целиком, б – светодиодный модуль

В результате стационарного теплового расчета карманного фонарика при естественной конвекции и температуре окружающей среды 20°С было получено тепловое поле устройства (рис.3). Максимальная температура светодиода составила 84°С, что допустимо согласно техническому описанию.

На практике часто возникает необходимость уменьшения температуры корпуса светодиода для обеспечения нужного теплового режима. Такие стандартные методы, как увеличение размера печатной платы и радиатора, трудно применять из-за ограниченного

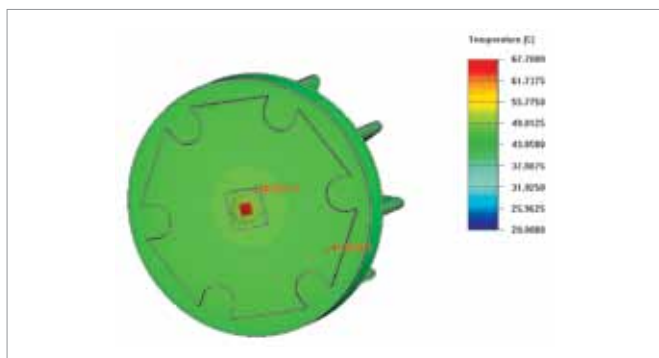


Рис.4. Результаты теплового расчета после замены материала печатной платы

объема корпуса готового устройства. Для решения данной задачи можно, например, заменить материал печатной платы на фольгированный стеклотекстолит, в котором теплопередача будет происходить через переходные отверстия. В таком случае в рассмотренной ранее

модели максимальная температура светодиода уменьшается на 17°C (рис.4).

В заключение еще раз отметим важность анализа теплового режима мощных светодиодов. Правильно подобранный режим обеспечит допустимую температуру р-п-перехода, что позволит работать при высоких токах, увеличить световую отдачу и минимизировать ее снижение из-за нагрева, а, следовательно, максимально использовать основные преимущества полупроводниковых источников света – долговечность и эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Туркин А.** Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы // Полупроводниковая светотехника. 2011. № 5. С. 28–33.
2. **Полищук А.** Обеспечение теплового режима мощных светодиодных ламп при разработке светотехнических устройств // Современная электроника. 2006. № 3. С. 52–56.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 760 руб.

ВАЛИДАЦИЯ НА СИСТЕМНОМ УРОВНЕ. ВЫСОКОУРОВНЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕСТИРОВАНИЕМ

Чэнь М., Цинь К., Ку Х.-М., Мишра П.

При поддержке ЗАО "СКАН"

Перевод с англ. под ред. А.Н. Ланцева

В этой книге описываются методы высокоуровневого моделирования и валидации комплексных систем аппаратных средств и программного обеспечения, включая архитектуры с многоядерными процессорами. Читатели узнают, как избежать затрат времени и ошибок при всесторонней системной валидации, в том числе при моделировании систем и их отказов, а также об автоматической генерации специализированных тестов и эффективных методиках валидации с использованием подобных тестов и подтверждения работоспособности систем. Методологии, описанные в этой книге, помогут разработчикам улучшить качество валидации благодаря выполнению тестов на ранних стадиях проектирования при одновременном снижении стоимости этих процессов и усилий, направленных на валидацию систем в целом.

Эта книга предназначена для студентов старших курсов, аспирантов, исследователей, разработчиков инструментов САПР, проектировщиков и менеджеров, заинтересованных в развитии эффективных инструментов и методов проектирования и валидации на системном уровне, генерации направленных тестов и функциональной валидации гетерогенных конструкций СнК.

М: ТЕХНОСФЕРА, 2014. – 296 с.,
ISBN 978-5-94836-365-3

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru