

Джордж Цивановик (Djordje Zivanovic) | Ричард Оцаки (Richard Ozaki)

Разработка оптимальной конструкции теплоотводов уличного светодиодного освещения

с помощью моделирования

В статье описывается методология тепловых расчетов, позволяющая разрабатывать новые самоочищающиеся теплоотводы для наружных систем светодиодного освещения при помощи средств моделирования.

Потребности рынка в инновационной продукции с использованием светодиодов значительно растут. Основные проблемы в данной среде связаны с повышением сложности изделий, увеличением сроков и стоимости создания физических прототипов. Эта проблема особенно остро стоит в области разработки твердотельных решений, где требуется знание множества дисциплин: оптики, электроники, механики и термического анализа. Термический анализ особенно важен в контексте надежности итоговых твердотельных продуктов, а моделирование может серьезно помочь в создании качественных схем теплоотведения, не требующих долгих сроков на разработку. Недавняя разработка компании BUCK d.o.o. демонстрирует преимущества моделирующего подхода.

Проекты уличного освещения

BUCK — компания из Белграда, которая производит источники освещения для архитектурных и медицинских приложений. В последнее время компания расширила свой спектр деятельности на производство уличного освещения. Был начат совместный проект с сербским представительством Panasonic по созданию самоочищающегося теплоотвода для уличных осветительных приборов. Высокие температуры снижают световой выход светодиодов и вызывают искажение цвета, что значительно сокращает время нормальной работы компонента. Поэтому конструкция системы теплоотвода является ключевым фактором нормальной работы светодиодов высокой мощности.

Проектирование систем теплоотводов уличного освещения является особенно сложной задачей, поскольку температура среды изменяется в зависимости от времени года и географического расположения светильника. Поиск оптимального решения проблем тепло-

отведения может занимать до 80% времени, потраченного командой проектировщиков на разработку нового продукта.

Ответ на вопрос о том, как максимально эффективно спроектировать охлаждение светодиодных модулей, благодаря многолетнему опыту разработки теплоотводных конструкций был найден легко: отводить тепло от светодиодного модуля, обеспечить достаточное контактное теплорассеивание и обеспечить нормальный воздухообмен.

Однако некоторые вопросы оказались более сложными:

- Какой объем воздушного потока необходим для отвода тепла от светодиодного модуля мощностью 140 Вт при температуре окружающей среды +55 °С?
- Как обеспечить поверхность с оптимальным рассеиванием тепла?
- В каких точках будут формироваться карманы с горячим воздухом?

Оптимизация конструкции теплоотвода потребует большого количества времени и денег. Группа исследований и разработок решила использовать системы программного моделирования и анализа для ускорения процесса разработки. Выбранная ими программа газодинамических расчетов (CFD) FloEFD от Mentor Graphics имеет тщательно проработанное методическое руководство и справочный раздел, которые позволяют инженерам, не являющимся специалистами в газодинамических расчетах, произвести анализ потоков газа, анализ охлаждения и другие виды анализа в рамках процесса проектирования и их среды проектирования.

Моделирование CFD

Программа моделирования FloEFD позволяет инженерам производить газодинамический анализ автоматически, без контроля специалиста в данной области. Данная опция позволяет про-

ектировщикам протестировать несколько идей в проекте, не рискуя сорвать его сроки, а также снижая время моделирования по сравнению с традиционными CFD-инструментами.

FloEFD помогает создать множество вариантов проектов за счет изменения параметров CAD-конфигураций, а затем проанализировать их без необходимости повторно указывать нагрузку, ограничивающие условия, свойства материалов и пр. Инженер может просто сравнить результаты показателей различных вариантов проекта и выбрать лучший.

Моделирующее ПО дает проектировщикам и специалистам возможность ускорить принятие ключевых решений на их рабочих станциях, позволяя им экспериментировать с различными вариантами проектов и находить самые лучшие, эффективные, надежные и экономичные решения. Интуитивный процесс виртуального создания прототипов позволяет проектировщикам оптимизировать продукт на стадии разработки, при этом первый реальный прототип зачастую уже является готовым решением, которое можно передавать в производство. В итоге сокращаются затраты на проектирование, и продукт быстрее выпускается на рынок.

Без моделирования группе исследований и разработок понадобилось бы минимум шесть или даже десять реальных прототипов, и при этом все равно не гарантировалась бы оптимальность итогового решения. Эмпирическое тестирование заняло бы месяца на три больше и увеличило бы затраты на проектирование минимум на €500 за счет стоимости прототипов. Использование FloEFD позволяет сократить время на моделирование термических процессов и поиск теплоотводного решения до одного месяца.

Пространственное моделирование

Была проведена серия процессов моделирования в FloEFD на основе CAD-модели с заданными параметрами, созданной в программе пространственного моделирования CATIA V5.

Интегрированный CFD-продукт FloEFD V5 позволяет сразу же передать модель для анализа в среде CATIA. Инженеры могут воспользоваться мастером конфигурации для подготовки пространственной модели с указанием нагрузок и ограничивающих условий, а затем создать профиль модели при помощи сети до начала его анализа. При разработке модели теплоотвода в CATIA в виде механической модели и при моделировании ее термических свойств в FloEFD становится возможным привязать термические свойства к рассматриваемым формам теплоотводов и светодиодному модулю в качестве источника тепла.

После оптимизации конструкции теплоотвода команда проектировщиков получила данные о количестве, высоте и толщине ребер радиатора, обеспечивающих наилучшее рассеивание тепла светодиодных модулей (рис. 1). В качестве этапа процесса оптимизации инженерам также хотелось проверить влияние скапливающейся в верхней части радиатора пыли на его охлаждающие свойства.

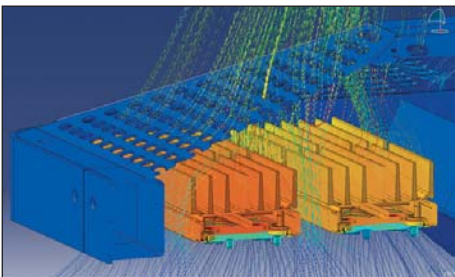


Рис. 1. Термическое моделирование первоначальной конструкции теплоотвода с отображением потоков воздуха в программе FloEFD

Накопление пыли/грязи уменьшает доступную для рассеивания тепла площадь, создает дополнительное термическое сопротивление теплу, излучаемому теплоотводом, и снижает объем воздушного потока, проходящего между ребер радиатора, что мешает отведению тепла. В процессе моделирования для симуляции грязи/пыли в верхней части радиатора проектировщиками в модель вводились соответствующие компоненты (рис. 2).

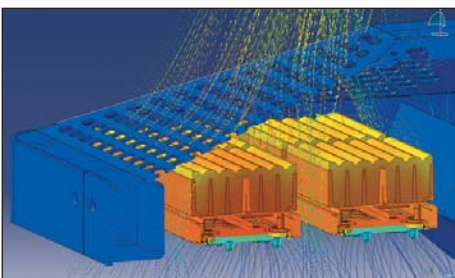


Рис. 2. За счет соответствующего моделирования команде удалось быстро и достоверно проверить версию о влиянии накопления грязи на теплоотводе на возникновение неисправности в ходе работы источника света

Конструкция самоочистки

Помимо оптимизации системы охлаждения, целью команды также являлась разработка самоочищающегося теплоотвода. Желаемый эффект самоочистки требует высоких скоростей воздушных потоков, соответствующих стандартам естественной пассивной конвекции, для минимизации накопления грязи. Поток воздуха моделировался при помощи функции исследования частиц FloEFD. Эта функция позволяет добавить к потоку газа виртуальные частицы с заданными параметрами диаметра и массы для определения мест их накопления и воздействия на поверхность. Таким образом, инженеры могут рассчитать, в каких местах грязь из потока будет оседать и накапливаться на теплоотводе или (что требуется) удаляться из него.

Использование моделирующего термические процессы ПО значительно сократило время проектирования твердотельного продукта и позволило получить эксплуатационные показатели, которых трудно было бы достичь иным образом. В результате в компании BUCK разработали новую модель теплоотвода с вертикальными ребрами, что позволило увеличить воздухопроницаемость и обеспечить эффект самоочистки (рис. 3).

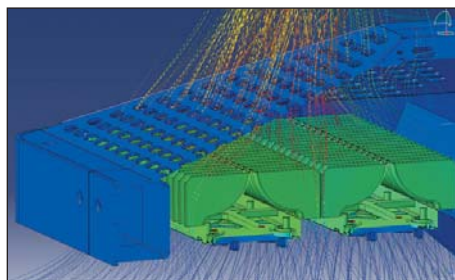


Рис. 3. Моделирование термических процессов в теплоотводе новой конструкции при накоплении грязи

Теплоотвод с функцией самоочистки по массе аналогичен стандартному, но требует меньших затрат труда и времени на фрезеровку. Упрощение процесса производства не только снижает затраты, но и значительно уменьшает потребность конечного продукта в обслуживании и увеличивает срок его работы.

Моделирование светодиодов

Светодиодный модуль в FloEFD моделирует светодиодный компонент в качестве компактного элемента на основе двурезисторной модели или сложной модели, построенной на основе результатов измерений. Подробная модель включает уникальное решение проблемы создания твердотельных элементов и позволяет использовать термические и фотометрические модели светодиодов, полученные от тестировщиков, в среде FloEFD при условиях работы с постоянным значением тока.

Данная модель точно учитывает мощность, рассеиваемую в виде светового излучения, при подсчете рассеивания тепла светодиодом, при этом температура, энергопотребление и световой выход («горячие» люмены) подсчитываются

программным обеспечением. Базовый пакет доступных на рынке светодиодов поставляется вместе с модулем, который также включает в себя возможность подсчета поглощения излучения полупрозрачными твердыми телами, такими как расположенные перед светодиодом линзы, а также возможность моделирования печатной платы в виде компактной модели с двухосной теплопроводностью. Значения, полученные при моделировании в FloEFD, отличались от измерений реальной модели не более чем на 3%.

Выбор моделей светодиодов конкретных компаний также возможен за счет указания прямого тока светодиодов. ПО подсчитывает правильную мощность нагрева и реально допустимую рабочую температуру, что позволяет провести точный анализ рассеиваемого тепла и дает возможность смоделировать поглощение излучения в полупрозрачных твердых телах, таких как стекло, а также учесть влияние таких эффектов, как светопреломление, отражение света и зависимость от длины волны (спектральные параметры излучения). Качество света, излучаемого светодиодом, также может быть подсчитано для проверки соответствия проектным задачам по световому выходу и однородности освещения.

Проектировщики BUCK использовали программу моделирования термических процессов FloEFD, интегрированную в CATIA, для выполнения задачи разработки нового теплоотвода с вертикальными ребрами, лучшей воздухопроницаемостью и эффектом самоочистки, препятствующим накоплению грязи. Благодаря использованию программы моделирования термических процессов им удалось значительно сократить время на проектирование и получить параметры, необходимые для анализа их прототипа, которые невозможно было получить иным способом. Новая конструкция теплоотвода позволила компании снизить затраты на производство и обслуживание, а также значительно увеличить срок службы продукта. Итоговый светодиодный осветительный продукт компании получил название Tangram (рис. 4), ему была присуждена награда за лучший дизайн от чикагского музея архитектуры и дизайна Athenaeum. ●



Рис. 4. Финалист-победитель среди светодиодных осветительных решений с самоочищающимся теплоотводом

Авторы выражают благодарность за поддержку, оказанную в написании данной статьи, Мирче Сланина (Mircea Slanina), сотруднику TRIAS microelectronics SRL и дистрибьютору Mentor Graphics.

Оригинал статьи опубликован на <http://ledsmagazine.com>