

Конструктивные особенности полупроводниковой светотехники

Проблема блескости светодиодных светильников

В настоящее время полупроводниковая светотехника получает все более широкое распространение. Ежегодно технологии выращивания кристаллов и изготовления светодиодов достигают новых высот, позволяя внедрять в повседневную эксплуатацию современные источники света. Светодиодное освещение экономично, экологически безопасно и на сегодня не имеет подтвержденных медицинских противопоказаний. Действительно, светодиоды — самая перспективная технология освещения, которая постоянно совершенствуется и имеет огромный потенциал развития.

В отличие от простой лампы накаливания, светодиодные лампы и светильники представляют собой сложные электронные устройства с конструктивными особенностями, не присущими другим осветительным приборам. Развитие полупроводниковой светотехники не ограничивается появлением новейших светодиодов, оно включает в себя и разработку схемотехнического и конструктивного решения непосредственно ламп и светильников, которые призваны минимизировать существующие недостатки в светодиодном освещении. Одним из серьезных минусов светодиодов как источников света является их крайне высокая блескость.

Светодиоды отличаются значительной яркостью при малой площади светящейся части — поверхности, излучающей свет. В общем фоне равномерного освещения светодиод представляет собой контрастное световое пятно, прямой взгляд на которое приводит ко временному нарушению зрительных функций наблюдателя. Особенно характерно это для мощных светодиодов с высокой световой отдачей. Состояние органа зрения, вызванное чрезмерной освещенностью на сетчатке глаза, называется ослепленностью. В светотехнике величина, позволяющая оценить степень ослепленности от источника света, называется блескостью. Именно через нее оцениваются регламентируемые санитарными нормами и правилами для искусственного освещения различных объектов показатели ослепленности — отношение пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в зоне видимости. Таким образом, значения показателей яркости, которые прописаны в нормативных документах, устанавливают порог допустимой неравномерности распределения яркости в поле зрения.

Поле зрения человека даже при неподвижном взгляде двумя глазами (бинокулярное видение) достаточно обширно, но в реальных условиях оно не бывает фиксированным и еще более расширяется вследствие перевода взгляда с предмета на предмет, поворотов головы и тела. Блеский источник света не должен находиться в прямой видимости глаза во всем поле зрения. Ограничение ослепляющей яркости светодиода достигается несколькими методами, применяемыми на этапе разработки светодиодного светильника.

В общих чертах светильник представляет собой корпус с платой, на которой устанавливается некоторое количество источников света — от одного до нескольких десятков, сотен или тысяч светодиодов. Сегодня подавляющая часть светодиодных светильников состоит из нескольких десятков светодиодов мощностью 1–2 Вт. При этом распределение яркости светильника неравномерно: яркие светодиоды являются блескими источниками света по отношению к общему фону светящейся поверхности. Прямой взгляд на такой светильник вызывает эффект ослепления или, как минимум, зрительный дискомфорт, который сохраняется некоторое время после светового воздействия. Чтобы уменьшить блескость светодиодного светильника, производители создают достаточный защитный угол и применяют рассеивающие свет материалы, которыми перекрывают световое отверстие светильника. В некоторых случаях для создания равномерной яркости используется значительное число маломощных светодиодов, распределенных по всей светящейся поверхности.

Защитный угол — угол между центром светильника и граничным лучом светящейся поверхности. В пределах защитного угла прямой взгляд на блеский светильник защищен от ослепляющего воздействия. Конструктивно это достигается путем увеличения стенок корпуса или плафона в светящейся области светильника. Увеличение защитного угла приводит к серьезному изменению распределения освещенности по поверхности, вплоть до создания на ней узконаправленного светового пятна. Зачастую применение достаточного защитного угла в светодиодных светильниках невозможно. Наиболее популярное решение — использование светорассеивающих материалов.

Светорассеивающие материалы позволяют устранить эффект блескости от отдельных светодиодов и создать однородную по яркости

светящую поверхность светильника. В зависимости от типа рассеивающего материала производители добиваются достаточно комфортного и равномерного свечения. Основная проблема, возникающая при этом, — снижение общего светового потока светильника за счет низкой пропускной способности рассеивающего материала. В среднем при использовании данного метода световой поток снижается на 40% от номинального. Борьба со снижением светового потока приводит либо к удорожанию светильника за счет использования большего количества светодиодов, с логичным увеличением потребляемой мощности, либо к ухудшению светотехнических характеристик продукции.

Часто производители светодиодных осветительных приборов указывают номинальный световой поток и не предупреждают потребителей об ухудшении свойств осветительного оборудования. Например, производитель использует качественные 1-Вт светодиоды со световой отдачей 100 лм/Вт. На первый взгляд, при использовании 20 светодиодов общий световой поток должен быть 2000 лм или близок к нему, а потребляемая мощность — не более 20 Вт. Но в реальности светодиоды закрыты рассеивающим стеклом, что снижает световой поток до ~1200 лм, а реальная потребляемая мощность одного 1-Вт светодиода — 1,2 Вт (350 мА, 3,5 В), что, с учетом потерь в блоке питания, увеличивает общую потребляемую мощность светильника на треть, т. е. в нашем случае — до 26 Вт. Если взглянуть на большинство существующих предложений светодиодных осветительных приборов, становится понятно, что практически все производители заведомо вводят потребителя в заблуждение.

Одно из решений, позволяющее добиться достаточной равномерности световой поверхности светильника при использовании рассеивающего материала с максимальной возможной пропускной способностью света, — использование большого количества маломощных светодиодов. В отличие от мощных, небольшие светодиоды обладают значительно меньшей блескостью. Данный вариант применим и реализуется производителями. Но здесь также существует определенная проблема — за счет усложненного монтажа (в данном случае речь идет о нескольких сотнях и тысячах светодиодов на один светильник) серьезно возрастает себестоимость конечного изделия,

что часто сводит на нет рентабельность подобного решения.

Полупроводниковая светотехника активно развивается, но на сегодня применима далеко не во всех областях. Использование светодиодных ламп в специализированном освещении — системах светового ограждения высотных и протяженных объектов — является одним из самых выгодных решений в полупроводниковой светотехнике. В данном случае экономический эффект достигается за счет значительного ресурса работы ламп на светодиодах, что на долгое время снимает вопрос обслуживания заградительных огней на высотных и других труднодоступных объектах. Если говорить об общем освещении административных, офисных, торговых или складских помещений, то применение светодиодных светильников также абсолютно оправдано. Сравнительно небольшие осветительные приборы изготавливаются со светорассеивающим стеклом, которое устраняет блескость, при этом добросовестные производители выверяют реальный световой поток до достаточного уровня. Обычно для освещения значительных по площади помещений офисов и магазинов осветительные приборы работают в течение всего дня, что складывается в весомые объемы потребляемой электроэнергии. В данной области переход на светодиодное освещение позволит снизить затраты на электричество более чем в два раза.

В то же время бытовое освещение квартир, а также уличное освещение автомобильных дорог светодиодными светильниками в настоящее время сложно и экономически не-

эффективно. Для дома и квартиры требуется наиболее комфортное освещение, а также простота и универсальность установки источников света в любые люстры и светильники. При разработке «домашней» светодиодной лампы необходимо решить две основные задачи — устранение блескости и качественный отвод выделяемого светодиодами тепла. Первая решается либо созданием матовой колбы и применением мощных светодиодов, либо использованием большого количества маломощных источников света. В обоих случаях остается проблема теплоотвода, решить которую можно только путем увеличения лампы до размеров, необходимых для установки подходящего радиатора. Светодиодные лампы, в силу своего конструктивного решения, обладают большими размерами и далеко не всегда годятся для использования в распространенных бытовых светильниках. Сегодня нет светодиодных ламп, сравнимых с лампами накаливания по габаритным размерам при аналогичном световом потоке. Единственные приемлемые светодиодные лампы для дома — аналоги 15–20-Вт ламп накаливания, применимые только в рожковых люстрах и т. п.

Уличное освещение автомобильных дорог светодиодными светильниками — отрасль, перспективная в будущем, но не сегодня. Основные задачи при разработке уличного светодиодного светильника — создание широкой диаграммы кривой силы света (КСС) («светового пятна» на освещаемой поверхности) и, опять же, устранение блескости. Уличный светильник должен обеспечивать

максимально возможное освещение вдоль дороги, в две стороны от себя. В зависимости от формы пространственного распределения силы света впоследствии будет рассчитываться необходимое количество светильников и их расстояние друг от друга на конкретном объекте. Создание нужной КСС для уличных светодиодных светильников осложняется тем, что в поле зрения человека обязательно попадает блеский источник света. По понятным причинам зрительный дискомфорт и временная ослепленность для водителя движущегося автомобиля недопустимы. Блескость уличного светильника устраняется путем создания сложной формы корпуса с достаточным защитным углом, а также применением рассеивателей и отражателей. Как уже было сказано, эти меры устранения блескости приводят к уменьшению светового потока, что влечет за собой использование большего количества мощных светодиодов. Все существующие решения качественных светодиодных уличных светильников отличаются весьма высокой потребляемой мощностью, а также значительной ценой, что делает их экономически невыгодными в эксплуатации. Установка уличных светодиодных светильников не окупается даже за назначенный срок их эксплуатации.

Решение проблем разработки светодиодных ламп и светильников, обеспечение оптимальных светотехнических характеристик, а также постепенное снижение стоимости конечного изделия — главные задачи, которые стоят перед производителями полупроводниковой светотехники. ●