

Деградация как основная причина снижения световой эффективности и светового потока светодиодов



Начало 21 века ознаменовалось стремительным развитием светотехники на основе полупроводниковых источников света, на которые сделана ставка в решении задач, поставленных в Федеральном законе №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...». Широкое внедрение новой техники и технологий в освещении стало причиной того, что на внутренний рынок РФ хлынул поток светодиодной продукции низкого качества. Все преимущественные характеристики светодиодных источников света, такие как срок службы 50 - 100 тыс. часов, степень защиты IP - 65, высокое качество цветопередачи, которые рекламируются фирмами - производителями, в действительности оказываются значительно ниже заявленных (полезный срок службы светодиодов может достигать 5 - 10 тыс. часов). В светодиодных излучающих системах спад светового потока происходит значительно быстрее, чем в люминесцентных лампах. Причиной этому является быстрая деградация излучающих первичных элементов, белого люминофора и полимерных материалов линз. Рассмотрим основные **неисправности светодиодов**.

Деградация кристалла.

Одна из причин деградации кристалла светодиода является рост дефектности кристаллической решетки. Причём области кристалла, где появляются дефекты, продолжают потреблять энергию и генерировать тепло без излучения.

Другой причиной деградации является электрическая миграция в кристалл материалов, из которых сделаны электроды. В кристалл проникают атомы металлов, из которых сделаны электроды, и нарушают кристаллическую структуру, образуя каналы

утечки, в результате чего многократно возрастает ток утечки. Значительная часть тока начинает проходить через металлические включения кристалла, которые не излучают свет. В результате уменьшается напряжение на электродах светодиода и уменьшается световой поток.

Этот процесс протекает гораздо быстрее при высоких рабочих температурах и работе светодиодов на токах, превышающих номинальные значения. Зависимость показателей деградации кристаллов от выбранного значения рабочего тока представлена на рисунке 1.

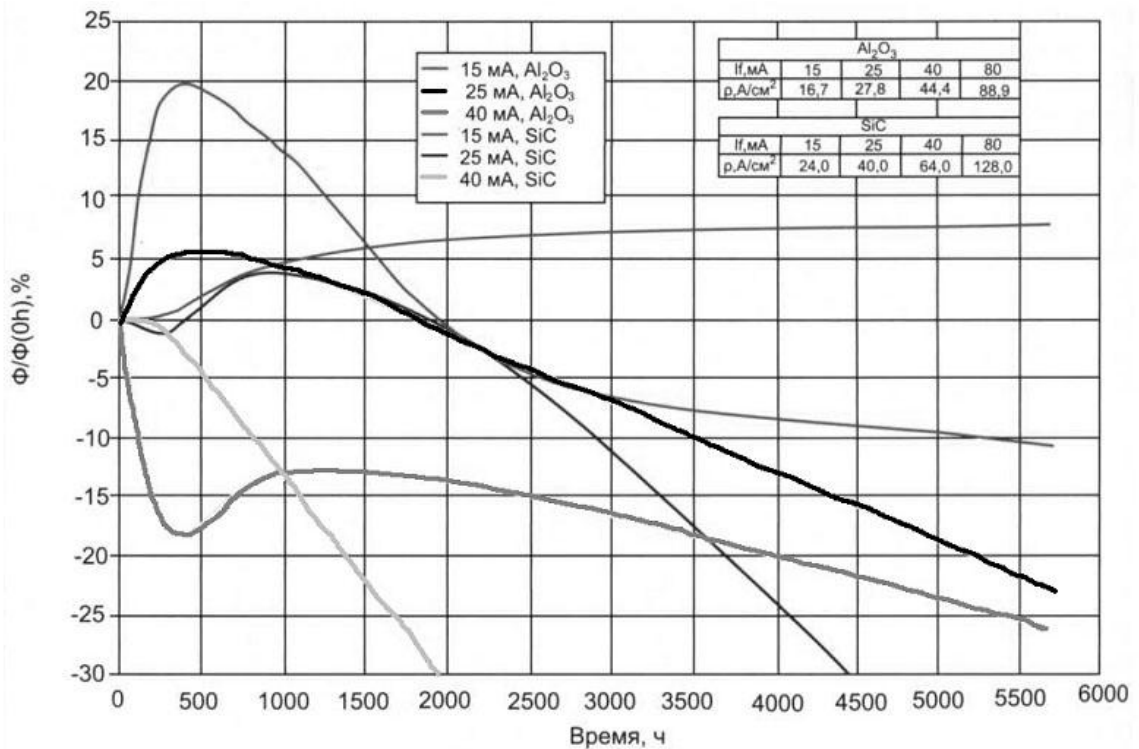


Рис. 1. Зависимость показателей деградации светового потока светодиодов от плотности тока.

Некоторые производители специально повышают рабочий ток светодиода («разгоняют») для получения большей яркости, но при этом не обеспечивают должный отвод тепла. Как следствие, срок службы кристалла значительно сокращается. Например, зачастую азиатские производители в светодиодные световые приборы устанавливают кристаллы, предназначенные для подсветки экранов мобильных телефонов, рассчитанные на ток 3-5 мА, а устанавливают рабочий ток 20 мА. Такие световые приборы обрабатывают не более 2000 часов. Видимо, такой подход очень не дорог и весьма практичен, что позволяет быстро одержать победу в недобросовестной конкуренции. По мнению некоторых специалистов, к возникновению дефектов в кристаллической решетке может привести действие статического электричества.

Деградация люминофора.

Деградация люминофора является основной причиной снижения светового потока светодиодов. Большинство люминофоров постепенно теряют свою эффективность, что может быть связано как с изменением валентности активаторов за счёт окисления, так и деградацией кристаллической решётки, когда атомы диффундируют через материал и химически реагируют с окружающей средой. Эти процессы протекают из-за большой удельной лучистой нагрузки и высоких температур, так как люминофор наносится непосредственно на кристалл, который нагревается и имеет большую плотность излучения. Высокая температура люминофора может быть причиной безызлучательных переходов и обратимого снижения квантового выхода люминесценции и светового потока светодиода. Совместное воздействие высокой удельной нагрузки оптического излучения и высокой температуры способны спровоцировать кооперативные процессы, приводящие к перестройке структуры излучающих центров и явиться причиной необратимого снижения квантового выхода люминесценции и старения светодиода. В результате деградации происходит не только снижение квантового выхода люминофора, но и изменение спектральных характеристик его свечения. Например, при старении люминофора заметно проявляется синий оттенок свечения светодиода, что связано как с изменением свойств самого люминофора, так и с тем, что в спектре начинает доминировать собственное излучение кристалла.

В связи с тем, что для определения фотостойкости светодиодных люминофоров не разработаны методы и ГОСТы контроля, целесообразно применять методику оценки показателей долговечности люминофоров люминесцентных ламп, рекомендуемую ГОСТ 6825-91. Согласно этой методике, качество люминофорных покрытий определяется по данным стендовых испытаний контрольных ламп, изготовленных из текущих партий люминофоров. Лампы испытывают в номинальном режиме эксплуатации в течении не менее 100 часов, производя измерения светового потока ламп. По данным измерений строят график спада светового потока, экстраполируя данные на весь срок службы, и определяют качество люминофорных покрытий. Низкая производительность, большие материальные и энергетические затраты этой методики обуславливают актуальность разработки ускоренного способа контроля. Светотехническое производство нуждается в способах и средствах оперативного текущего контроля люминофоров на любой стадии

изготовления источников света: от входного контроля поступающих в производство партий люминофора до промежуточных, на любой стадии изготовления, создающих предпосылки совершенствования технологии и повышения качества источников света и самих люминофоров.

Методологически проблема разработки эффективного способа контроля фотостойкости люминофорного покрытия предполагает решение двух основных задач:

1. Выявление механизмов старения люминофорного слоя светодиодов в условиях совместного воздействия высокой удельной нагрузки оптического излучения и высокой температуры.

2. Соблюдение условий автоматичности в способе экспресс - контроля.

Деградация первичной оптики.

Первичная оптика светодиодов чаще всего изготавливается из пластмассы или силикона. В светодиодах белого свечения, построенных на базе ультрафиолетовых светодиодов, покрытых трехцветным люминофором, помутнение этих материалов может быть обусловлено действием большой удельной лучистой нагрузки и высоких температур, поэтому предложенную нами методику можно перенести на контроль деградации оптических материалов.

Длительное воздействие оптического излучения кристалла большой удельной нагрузки на органические и неорганические материалы сопровождается снижением прозрачности оптических элементов конструкции светодиодов, что, в конечном счете, приводит к снижению световой эффективности и световой отдаче светодиодных изделий

По материалам:

<http://alternativenergy.ru/tehnologii/321-neispravnosti-svetodiodov.html>

И. В. Васильев, А.Т. Овчаров, Т. Г. Коржнева (с)