

Экспериментальное определение энергии активации процесса старения светодиодов при форсированных испытаниях

Манего С.А.

Белорусский национальный технический университет

Старение светоизлучающих диодов (СИД) приводит к необратимому дрейфу их параметров. В результате возникают постепенные параметрические отказы, которые обуславливаются выходом их параметров за нормы ТУ. В итоге детерминированный по своей природе процесс старения СИД влияет на величину вероятностных показателей надежности светодиодного изделия. Необходимость учета наряду со случайными (катастрофическими) отказами закономерно возникающих и связанных с процессом старения СИД постепенных отказов, обусловила разработку модели старения на основе уравнения Аррениуса.

При моделировании сложного процесса старения светоизлучающих диодов, механизмы которого не идентифицированы, деградация контролируемого параметра СИД связана с преодолением некоторого условного энергетического барьера. Он интегрально определяет весь комплекс отдельных процессов, таких как окисление, гидратация, электродиффузия, термодиффузия и т.д., которые могут иметь место в ходе старения СИД. Поэтому для модели старения СИД, отражающей процесс деградации исследуемого параметра, скорость изменения (дрейфа) параметра, исследуемого в процессе старения изделия, можно описать следующим уравнением

$$V=A \cdot \exp(E_a/kT),$$

где A - коэффициент пропорциональности, который в узком диапазоне рабочих температур СИД принято считать постоянным; E_a - энергия активации процесса старения СИД, который выражается дрейфом исследуемого параметра, эВ.

Основное преимущество данного подхода состоит в том, что основные исходные данные $V(T)$ для расчета E_a , получаются из эксперимента, который выполняется при температурах, значительно меньших температур испытаний, необходимых для достижения заметного потока параметрических отказов. Последнее важно для обеспечения автоматичности процессов старения, которые воспроизводятся при форсированных испытаниях, и протекают в реальной жизни. Данная методика позволяет выполнять оперативную оценку влияния различных внешних факторов на стабильность параметров СИД.