

УДК 616-073.65

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЫЛИ И САЖИ НА СПЕКТРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И НАГРЕВ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЕЙ

Бумаи Ю.А.¹, Доманевский Д.С.¹, Куклицкая А.Г.¹, Трофимов Ю.В.², Цвирко В.И.²¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь²РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси»

Минск, Республика Беларусь

Необходимость учитывать новые научные открытия в области физиологии зрения при разработке современных светильников для освещения рабочих мест, бытовых нужд и уличного освещения, требует проведения экспериментальных исследований влияния различных факторов не только на световой поток и долговечность, но и на спектральный состав испускаемого светодиодными модулями излучения [1].

В процессе эксплуатации светодиодного излучателя в производственных помещениях, на внешней поверхности его рассеивателя образуется слой мелкодисперсных твердых частиц пыли и сажи, который помимо снижения интенсивности излучения может влиять и на его спектральный состав [2].

С целью изучения влияния поверхностного слоя загрязнений на спектральный состав излучения были проведены модельные эксперименты на отдельных светоизлучающих диодах (СИД), входящих в состав светодиодных излучателей.

В модельных экспериментах исследовалась зависимость спектрального состава излучения СИД МХ6 Cree (cool white) белого свечения («холодный белый») фирмы Philips от наличия слоя мелкодисперсных частиц на поверхности его линзы. Для имитации поверхностного слоя мелкодисперсных твердых частиц производственной пыли и сажи, на поверхность линзы СИД наносился слой сажи, полученной при сжигании камфары.

Для регистрации спектров излучения и цветových диаграмм использовался комплекс аппаратуры фирмы Instrument Systems, включающий оптический сканирующий спектрометр Spectro-320, фотометрический шар, терморегулирующий столик для подключения светодиодов LED-850.

Осуществлялась регистрация спектров излучения СИД и цветových диаграмм для СИД с чистой поверхностью линзы, затем на излучающую поверхность наносился слой камфарной сажи и опять регистрировались спектры излучения и цветových диаграммы при тех же значениях тока питания.

На рисунке 1 приведены нормированные на максимум спектры излучения светодиода МХ6 Cree (cool white) белого свечения с чистой излучающей поверхностью и после нанесения на поверхность линзы камфарной сажи.

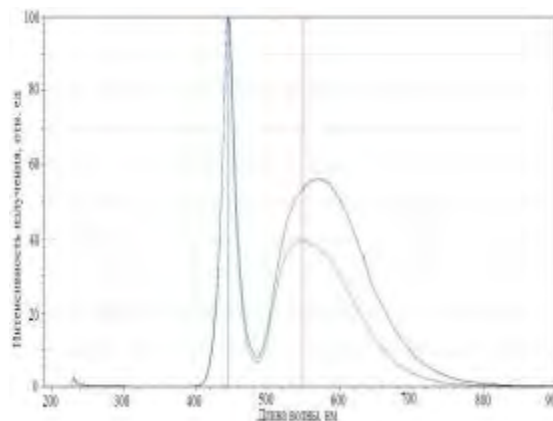


Рисунок 1 - Спектры излучения светодиода МХ6 Cree (Cool white) с чистой поверхностью линзы (нижняя кривая) и с нанесенной на поверхность линзы камфарной сажей (верхняя кривая)

На обоих приведенных спектрах присутствуют полосы в сине-фиолетовой и желто-зеленой областях спектра. В спектре излучения СИД с нанесенной на поверхность рассеивателя камфарной сажей наблюдается перераспределение энергии по сравнению со спектром СИД с чистой поверхностью.

В присутствии поверхностного слоя мелкодисперсных частиц относительная интенсивность желто-зеленой полосы заметно возрастает, полоса расширяется за счет сдвига длинноволновой границы в красную область. Положение коротковолновой границы полосы не меняется. Максимум желто-зеленой полосы смещается в длинноволновую область - с 550 нм в исходном спектре до 580 нм после нанесения сажи. Изменения формы и смещения максимума сине-фиолетовой полосы (448 нм) не отмечается.

Перераспределение энергии в спектре СИД, поверхность которого покрыта слоем мелкодисперсных частиц, приводит к изменению цветových координат СИД на цветовой диаграмме, которая приведена на рисунке 2.

На приведенной диаграмме маркерами отмечается смещение цветových координат излучения светодиода из сине-голубой области в желто-зеленую. То есть, за счет перераспределения энергии между излучением СИД МХ6 Cree (cool white) становится более «теплым».

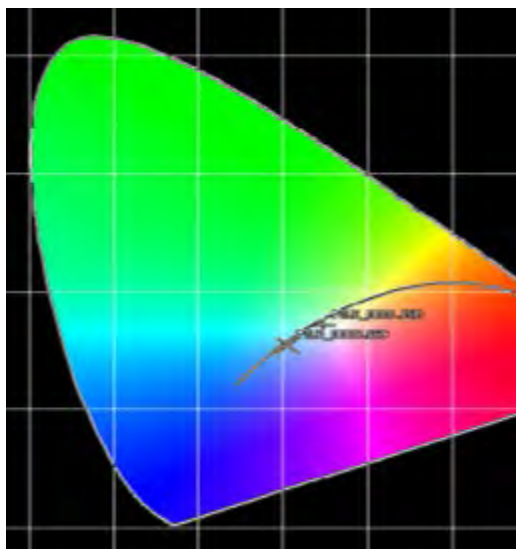


Рисунок 2 – Цветовая диаграмма СИД MX6 Cree (cool white)

С использованием термографа ИРТИС-2000 (РФ) проведены экспериментальные исследования динамики поверхностных тепловых полей макетного образца светодиодного излучателя, разработанного в Центре светодиодных и оптических технологий (ЦСОТ) НАН Беларуси в нормальных рабочих условиях и в условиях, когда на излучающую поверхность нанесен тонкий слой мелкодисперсных частиц (камфарной сажи).

Макетный светодиодный модуль, разработанный в ЦСОТ, представляет собой многокристальный светодиод - 58 элементов, образующих шестигранник. Излучение светодиодного модуля имеет сложный спектр, с широкими полосами в фиолетовой и желто-зеленой областях видимого диапазона - то есть, спектральный состав излучения аналогичен спектральному составу СИД MX6 Cree (cool white).

На рисунках 3 и 4 представлены термограммы фронтальной поверхности светодиодного модуля, зарегистрированные через 20 минут после включения с чистой излучающей поверхностью и с нанесенной на излучающую поверхность камфарной сажей.

В присутствии поверхностного слоя мелкодисперсных частиц отмечается выраженный избыточный разогрев в проекции отдельных светодиодов, тогда как разогрева вне проекции практически не наблюдается.

Разность температур в проекции отдельного светодиода и вне этой проекции в случае чистой излучающей поверхности составляет приблизи-

тельно 3°C, тогда как с нанесенной на поверхность камфарной сажей разность температур достигает 20°C.

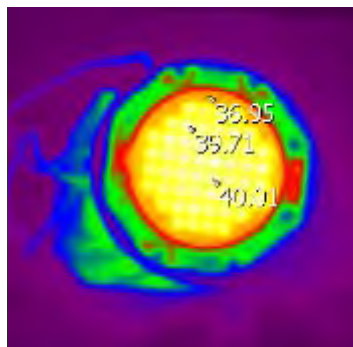


Рисунок 3 – Термограмма светодиодного модуля с чистой излучающей поверхностью

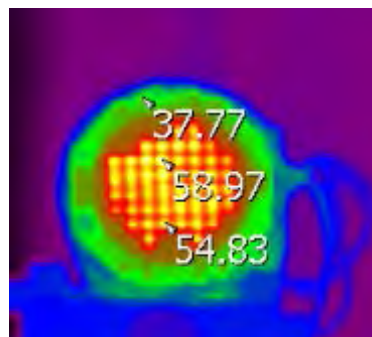


Рисунок 4 – Термограмма светодиодного модуля с нанесенной на излучающую поверхность камфарной сажей

Таким образом, экспериментально показано, что наличие пленки из мелкодисперсных твердых частиц на поверхности светодиодного излучателя приводит не только к существенному разогреву отдельных светодиодов в его составе, но и к смещению спектра его излучения в длинноволновую область.

1. Ноздрачев А.Д., Баженов Ю.И., Бараникова И.А., Батуев А.С. Начала физиологии: Учебник для вузов / Под ред. акад. А.Д.Ноздрачева. СПб.: Лань, 2001. 1088 с.
2. Доманевский Д.С., Куклицкая А.Г., Бумай Ю.А., Трофимов Ю.В., Шумаков Д.В. Исследование особенностей ИК-эмиссии светодиодов с поверхностным слоем, имитирующим производственные загрязнения. В сб. «Приборостроение 2012», Минск, БНТУ, 2012. С. 271-272.