

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСТАБИЛЬНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЛЮМИНОФОРОВ В МИКРОРЕЗОНАТОРАХ ИЗ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Хариноева Т. А.¹, Мартынов И. Л.¹, Баранова А. А.², Вербицкий Е. В.^{2,3}, Чистяков А. А.¹

¹) Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия

²) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

³) Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: kharinoevat@yandex.ru

STUDY OF THE ORGANIC LUMINOPHORES PHOTOSTABILITY IN POROUS SILICON MICROCAVITIES

Kharinoeva T. A.¹, Martynov I.L.¹, Baranova A.A.², Verbitskiy E.V.^{2,3}, Chistyakov A.A.¹

¹) National Research Nuclear University MEPHI, Moscow, Russia

²) Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

³) Postovsky Institute of Organic Synthesis, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

The work is devoted to the study of the photostability of the pyrimidine derivatives and conjugated organic polymers of the PPV class embedded in a porous silicon microcavity.

В настоящее время активно развивается люминесцентный метод детектирования нитроароматических соединений и других взрывчатых веществ. Работа сенсоров на базе данного метода основана на тушении люминесценции чувствительного люминофора за счет фотоиндуцированного переноса электрона при взаимодействии с молекулами взрывчатого вещества [1]. Одно из направлений дальнейшего совершенствования подобных сенсоров связано с внедрением чувствительного люминофора в пористую матрицу со свойствами фотонного кристалла, например, в микрорезонатор из пористого кремния [2]. Такой подход позволяет резко увеличить площадь взаимодействия люминофора с окружающей средой и сделать его излучение спектрально узким и направленным.

Помимо обеспечения высокой чувствительности важным вопросом при разработке люминесцентных сенсоров является корректность их работы в реальных условиях. В этой связи большое значение имеет детальное исследование фотостабильности чувствительного люминофора под действием возбуждающего излучения.

Настоящая работа посвящена исследованию фотостабильности производных пиридина и полифениленвинилена (PPV), внедренных в микрорезонатор из

пористого кремния под действием излучения с длиной волны 450 нм. Используемые в работе люминофоры имеют высокую чувствительность к молекулам нитроароматических соединений [2,3]. Микрорезонаторы из пористого кремния, используемые в работе, были изготовлены методом электрохимического травления монокристаллического кремния и состояли из двух брэгговских зеркал и расположенной между ними полости. Собственная мода микрорезонаторов находилась в диапазоне 550–600 нм. Исследуемые люминофоры внедрялись в микрорезонатор из раствора при повышенном давлении [4].

В процессе исследований продемонстрировано, что амплитуда люминесценции всех исследуемых образцов под действием возбуждающего излучения постепенно деградирует. Наиболее вероятной причиной данного процесса является фотоокисление, на что указывают как литературные данные [5], так и результаты контрольных экспериментов при пониженном давлении. При этом было установлено, что скорость падения амплитуды нелинейно зависит от интенсивности возбуждающего излучения I_{ex} уже в диапазоне 1–5 Вт/см². Так, для некоторых производных пиримидина скорость деградации амплитуд люминесцентного сигнала достигала насыщения уже при I_{ex} на уровне 10 Вт/см². Сделано предположение, что наблюдаемый эффект обусловлен ограниченной скоростью диффузии молекул кислорода внутрь микрорезонатора из пористого кремния. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации режимов возбуждения люминесцентных сенсоров молекул нитроароматических соединений на базе фотонных структур из пористого кремния.

1. Sun X., Wang Y., Lei Y., Chem. Soc. Rev. Royal Society of Chemistry, 44, Iss. 22, 8019–8061 (2015)
2. Tokranova N.A. et al., J. Phys. Chem. C. 117, Iss. 44, 22667–22676 (2013)
3. Verbitskiy E. V. et al., Dye. Pigment. 137, 360–371 (2017)
4. Osipov E. V. et al., Tech. Phys. Lett. 44, Iss 5, 392–394 (2018)
5. Sutherland D.G.J. et al., Appl. Phys. Lett. 68, Iss 15, 2046–2048 (1996)