

Н.Д. ЖУМАБАЙ*, Р.Х. ДЖАНАБЕКОВА, Е.В. СЕЛИВЕРСТОВА,
Н.Х. ИБРАЕВ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОДНОСЛОЙНОГО ОКСИДА ГРАФЕНА И РОДАМИНОВОГО КРАСИТЕЛЯ В РАСТВОРАХ

Институт молекулярной нанофотоники, Карагандинский государственный
университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан
E-mail: Naziko_jumabaeva_kz@mail.ru

The influence of single-layer grapheme oxide on the spectral properties of the rhodamine dye was studied. It is shown that the presence of grapheme oxide leads to static and dynamic fluorescence quenching of rhodamine C.

Графен – это новый материал, который благодаря своим уникальным свойствам претендует на широкое использование не только в фотовольтаике, но и в молекулярной электронике и нанотехнологиях в целом [1]. Благодаря многообразию существующих форм графена можно улучшить необходимые параметры электродов съема. Кроме того, затраты на производство графена меньше чем у других углеродных материалов [2]. Такая комбинация свойств делает его перспективным при модификации и создании солнечных устройств. При использовании графена (листов оксида графена) для создания сенсibilизированных красителем солнечных ячеек, очень важно иметь представление о взаимодействии компонентов внутри ячейки [3]. Для исследования влияния оксида графена на спектрально-люминесцентные свойства красителя были использованы следующие вещества: однослойный оксид графена (SLGO, Cheaptubes, USA) и родамин С.

Спектры поглощения и флуоресценции красителя были измерены на спектрофотометре Cary-300 (Agilent). Спектры флуоресценции были измерены на спектрофлуориметре Cary Eclipse (Agilent). Времена жизни возбужденного состояния молекул красителя измерялись с помощью импульсного спектрофлуориметра с пикосекундным разрешением с регистрацией в режиме время-коррелированного счета фотонов (Becker&Hickl, Germany).

Спектры поглощения красителя в присутствии и без графена показаны на рисунке 1.

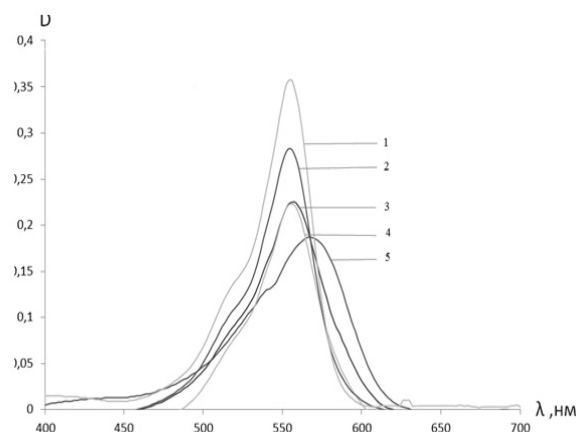
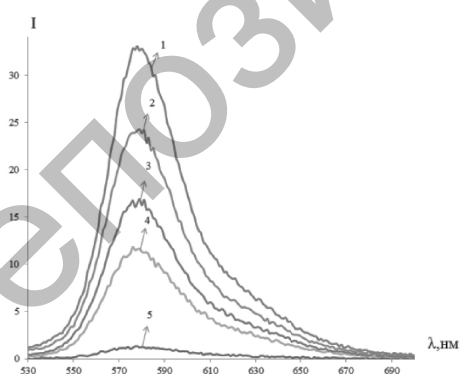


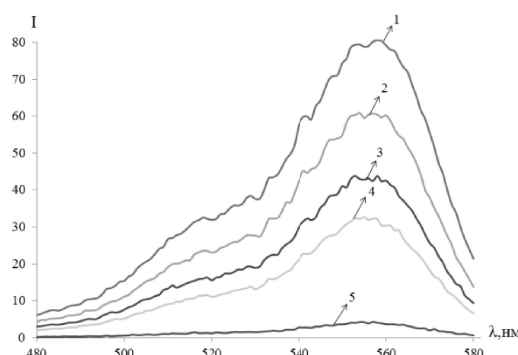
Рисунок 1 - Спектры поглощения родамина С при различной концентрации SLGO: 1 – 0; 2 – 0,0065 мг/мл; 3 – 0,013 мг/мл; 4 – 0,025 мг/мл; 5 – 0,05 мг/мл

Как видно из представленных данных, в спектрах поглощения растворов красителя с увеличением концентрации SLGO наблюдается уменьшение оптической плотности растворов и заметное уширение спектра (почти в 2 раза) со сдвигом максимума в длинноволновую область (таблица 1).

На рисунке 2 представлены спектры флуоресценции растворов красителя. Фотовозбуждение образцов проводилось светом с $\lambda = 530$ нм. При освещении растворов светом с меньшей длиной волны заметного сдвига и изменения формы полос поглощения зарегистрировано не было. Как видно из рисунка, даже незначительная примесь оксида графена в растворе красителя приводит к заметному тушению интенсивности флуоресценции (на 35 %). Дальнейшее увеличение концентрации SLGO приводит практически к полному тушению свечения красителя. Вместе с тем, как видно из таблицы 1, заметных сдвигов и уширения полос поглощения не наблюдается.



а)



б)

Рисунок 2 - Спектры а) флуоресценции и б) возбуждения родамина С при концентрации SLGO: 1 – 0; 2 – 0,0065; 3 – 0,013; 4 – 0,025; 5 – 0,05 мг/мл . $\lambda_{в} = 530$ нм

Спектры возбуждения исследуемых растворов представлены на рисунке 3. Наблюдение спектров возбуждения проводилось при 580 нм.

Таблица 1 - Спектральные параметры красителя при различных концентрациях SLGO в растворах

Концентрация GO	$\lambda_{п\ max}$ (нм)	$\lambda_{1/2}$ (нм)	D	$\lambda_{ф\ max}$ (нм)	$\Delta\lambda_{1/2}$ (нм)	I, о.е.	$\tau_{фл, нс}$
0мг/мл	554	40	0,357	576	40	32,7	1,90
0,0065мг/мл	554	40	0,283	577	40	23,9	1,85
0,013мг/мл	554	40	0,221	576	40	16,7	1,75
0,025мг/мл	558	52	0,223	576	40	11,8	1,68
0,05мг/мл	564	70	0,185	576	40	1,17	1,60

Также были измерены кинетики затухания флуоресценции родамина С в растворах при различных концентрациях SLGO (рисунок 3).

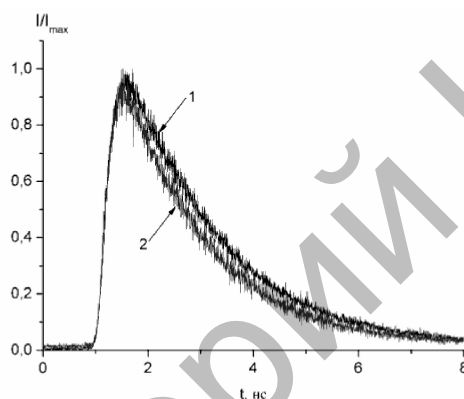


Рисунок 3 - Кинетика затухания флуоресценции Родамина С при различных концентрациях SLGO (мг/мл); 1 – 0.0065; 2 – 0.013;

Как видно из данных, представленных в таблице 1 и на рисунке 2 при добавлении SLGO спектры поглощения красителя батохромно сдвигаются. При этом происходит уширение спектра, а также его деформация, о чем свидетельствует рост оптической плотности коротковолнового плеча в спектре поглощения красителя. Между оксидом графена и спектром флуоресценции красителя нет перекрытия, поэтому тушение флуоресценции красителя происходит посредством процесса переноса электрона. При этом взаимодействие между возбужденным красителем и SLGO приводит к уменьшению выхода флуоресценции красителя, и такое тушение представляет собой межграницный процесс переноса заряда с возбужденного красителя на поверхность графена. В случае статического тушения время жизни оставалось бы практически неизменным. Наблюдаемое тушение длительности флуоресценции также было описано другими авторами в случае адсорбции красителя на поверхности наночастиц диоксида титана, когда тушение обусловлено переносом электрона от красителя к полупроводнику.

Проведенные исследования дают представление о том, каким образом осуществляется взаимодействие оксида графена и молекул органического

красителя, что позволит эффективно его использовать в сенсibilизированных красителем солнечных ячейках. Кроме того, полученные данные позволят расширить область применения в фундаментальной науке и технологических применениях, в органических солнечных элементах, в сенсорах для определения отдельных молекул и его использование для изготовления электродов в ионисторах и т.п.

Литература

1. Ю.М.Шульга и др. Окрашивание наночастиц оксида графена и цветные полимерные композиции на их основе // *Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies*// 2013, т.11, №1, С. 161-171.
2. 10 А.Г.Алексенко “Графен”. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 168с.
3. В.И.Земский, Ю.Л.Колесников, И.К. Мешковский «Физика и техника импульсных лазеров на красителях». – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005.–176 с.

УДК 669+54-142

А.Ш. КАЖИКЕНОВА^{*1}, Д.Б. АЛИБИЕВ¹, А.М. МАКАШЕВА²,
М. КАРАТАЕВ¹, В. УРЛАХЕР³

МЕТОД РАСЧЕТА ВЯЗКОСТИ КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ КЛАСТЕРНО-АССОЦИАТНОЙ МОДЕЛИ

¹Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан

²Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан

³Университет им. Г.Гейне, Дюссельдорф, Германия

E-mail: aigul-kazhikenova@mail.ru

On the basis of random particles concept there were developed the models of temperature dependence of metals fusions kinematic viscosity taking into account influence of three types the random particles, crystal moving, liquid moving and steam moving particles. Dependence of kinematic viscosity on temperature is connected with formation of the clusters consisting of complexes of crystal moving particles. On this basis there were removed cluster associated viscosity model taking into account not only formations of clusters but also degrees of their association. The model of viscosity offered by the authors cluster associated is based on Boltzmann's distribution on the kinetic making energy system. The comparative analysis of temperature dependence model of viscosity generalized cluster associated with the models developed according to the concept of random particles is provided in the work.

В последние годы, в связи с изменяющейся конъюнктурой на рынке цветных и редкоземельных металлов, возрастает интерес к изучению их физико-химических свойств таких, как вязкость, пластичность, плавкость и др. В связи с этим, измерения физических свойств следует рассматривать как приоритетное направление экспериментального изучения строения реальных металлических расплавов.