

УДК: 532.783; 535; 535.3; 535.5; 539.4; 53.04

Н. В. Каманина^{1,2}, *Ю. А. Зубцова*¹, *В. И. Студёнов*¹,
*Yann Bretonniere*³, *Chantal Andraud*³

**СТРУКТУРИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТРИЦ: НОВЫЕ ВОДОРАСТВОРИМЫЕ
КРАСИТЕЛИ В РЕАЛИЗАЦИИ ЭФФЕКТА ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТИ
ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА**

¹ОАО «Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова»
Кадетская линия, д. 5, корп. 2, 199053 Санкт-Петербург, Россия. E-mail: nvkamanina@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
ул. проф. Попова, 5, 197376 Санкт-Петербург, Россия.

³Ecole Normale Supérieure de Lyon, Public organization for scientific cultural and professional activities,
Laboratoire de Chimie, Lyon, France. E-mail: chantal.Andraud@ens-lyon.fr

В продолжение к ранее начатым исследованиям по применению инновационных красителей, растворимых в тетрахлорэтане, для реализации эффекта вращения плоскости поляризации света, рассмотрено использование растворов водорастворимых синтезированных красителей. Показано сравнение с подобным эффектом, проявляемым при использовании водных растворов сахара. Обсуждены перспективы применения новых материалов для систем телекоммуникаций, лазерной техники и биомедицины.

Ключевые слова: органические красители, водные растворы, вращение плоскости поляризации света.

N. V. Kamanina^{1,2}, *Yu. A. Zybtsova*¹, *V. I. Studenov*¹,
*Yann Bretonniere*³, *Chantal Andraud*³

**STRUCTURATION OF ORGANIC MATRIXES: INNOVATIVE PERSPECTIVE
WATER-SOLUBLE DYES TO REALIZE THE EFFECT OF THE LIGHT
POLARIZATION PLANE ROTATION**

¹OAO «Vavilov State Optical Institute»
Cadet Line V.O., 5, Bldg. 2, 199053 St. Petersburg, Russia. E-mail: nvkamanina@mail.ru

²St. Petersburg State Electrotechnical University «LETI»,
Prof. Popova Str., 5, 197376 St. Petersburg, Russia

³Ecole Normale Supérieure de Lyon, Public organization for scientific cultural and professional activities,
Laboratoire de Chimie, Lyon, France. E-mail: chantal.Andraud@ens-lyon.fr

We consider the use of solutions of water-soluble synthetic dyes in the development of a pre-existing research on the use of innovative dyes soluble in tetrachloroethane for realization of the effect of the light polarization plane rotation. The comparison with the similar effect revealed through application of water sugar solutions has been done. The prospects of application of these materials for the aims of the telecommunication, laser technique and biomedicine systems have been discussed.

Key words: organic dyes, water solutions, light polarization plane rotation.

Введение

В настоящее время, в связи с широким применением наукоемких технологий в телекоммуникационных, лазерных, дисплейных системах, наблюдается постоянная конкуренция между материалами неорганической и органической электроники [1, 2]; при этом всё большее внимание отводится изучению физических эффектов в активных средах. К этим эффектам относится, например, эффект вращения плоскости поляризации света [3, 4], проявляемый в таких веществах, как сахар, киноварь, камфора, винная кислота, кварц, др. Заметим, что часть веществ может проявлять данный эффект как в жидком, так и в твердом состоянии, однако, зачастую эффект может исчезнуть, если вещество переведено из твердого в жидкостную фазу, например, как у кварца при его расплавлении.

В данной работе, в продолжение к ранее проведенным экспериментам с инновационными

синтезированными нецентросимметричными красителями [5], изучается поворот вектора поляризации поперечной световой волны в анизотропной среде новых водорастворимых красителей, причем концентрация последних вновь была выбрана существенно ниже, чем таковая для модельных водных растворов сахара.

Экспериментальные условия

На рис. 1 показана схема экспериментальной установки.

В отличие от схемы, что была приведена ранее в публикации [5], в настоящем эксперименте применялась не регистрация сигнала глазом наблюдателя, а автоматический контроль с помощью фотоприемников.

В качестве объектов исследования использовались красители ENS-291, ENS-295 и ENS-102, формулы которых показаны на рис. 2.

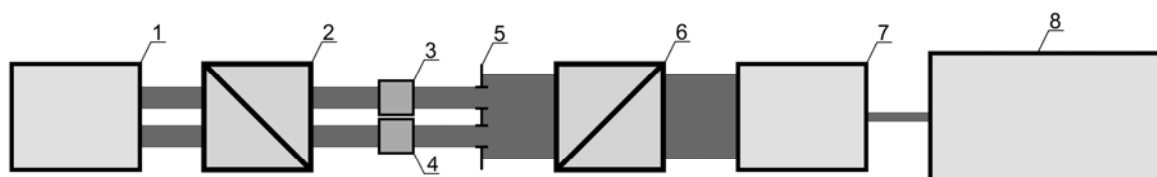


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1 – дифференциальный фотоприемник, 2 – подвижная поляризационная призма, 3 – кювета с исследуемым раствором, 4 – кювета с опорным раствором, 5 – диафрагма, 6 – неподвижная поляризационная призма, 7 – расширитель пучка (телескоп), 8 – He-Ne лазер

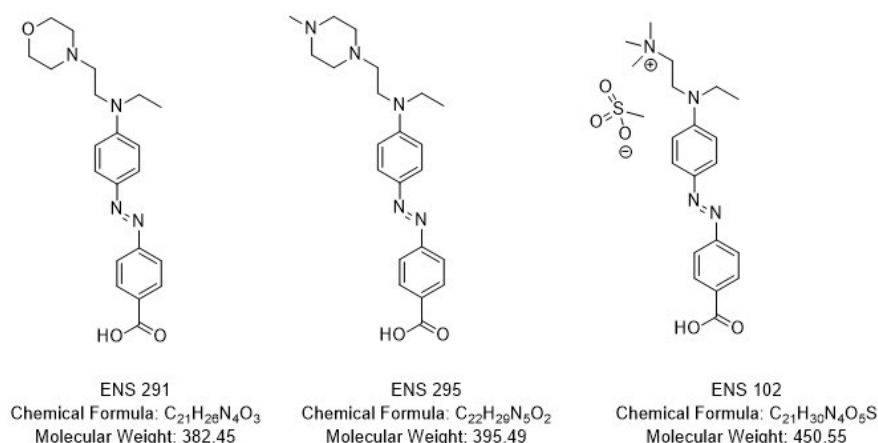


Рис. 2. Структурные и химические формулы использованных красителей

Водные растворы, приведенных выше красителей, были приготовлены с концентрацией $\sim 0,1\%$ и помещались в кварцевую кювету толщиной 10 мм. Предварительно были измерены спектры пропускания с помощью спектрофотометра СФ-26 в спектральном диапазоне от 200 до 1000 нм. Спектрофотометр был откалиброван с помощью интерференционных светофильтров на нескольких длинах волн. Погрешность эксперимента не превышала 0,2 %.

Результаты и обсуждение

На рис. 3 приведены спектры пропускания водных растворов выбранных красителей.

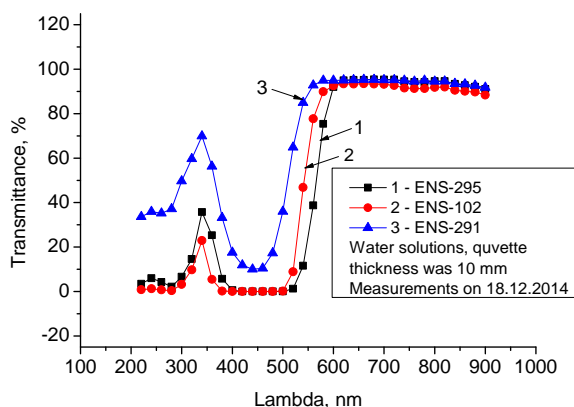


Рис. 3. Измеренные спектры пропускания водных растворов красителей ENS-295, ENS-102, ENS-291

В ходе проведения эксперимента наблюдалось, что все изучаемые водные растворы красителей обеспечивают изменение угла вращения плоскости поляризации света в диапазоне от $0,12^\circ$ (краситель ENS-291) до $0,2^\circ$ (краситель ENS-295) и до $0,25^\circ$ (краситель ENS-102) при прошедшем 10 мм пути в среде. Как и ранее (см. данные работы [5]), мы регистрировали увеличение угла вращения плоскости поляризации света при увеличении молекулярной массы красителей. Для сравнения необходимо отметить, что для 10 %-го водного раствора сахара было получено изменение угла вращения на уровне $0,5^\circ$ в аналогичных экспериментальных условиях при регистрации фотоприёмниками.

Заключение

Кратко анализируя приведенные результаты, можно сделать вывод, что вполне логично, в качестве альтернативного материала для

реализации эффекта вращения плоскости поляризации света в различных телекоммуникационных системах могут быть использованы водные растворы изученных органических красителей, причем с меньшей их концентрацией в воде, чем применяемые водные растворы сахара. Данные материалы лишены недостатков, отмеченных в публикации [5], когда для растворения красителей применялся токсичный растворитель – тетрахлорэтан. Это обстоятельство позволяет определить перспективу применения ныне представленных материалов для целей биомедицины. Стоит обратить внимание, что водорастворимые красители возможны к применению для сенсбилизации и жидкокристаллических матриц, используемых для визуализации биообъектов, например, ДНК и эритроцитов, а также для регистрации и ограничения светового излучения, модуляции, конверсии и переключения оптической информации.

Авторы благодарят д-ра физ.-мат. наук А. И. Плеханова (Новосибирск) за полезное обсуждение полученных результатов, а также выражают признательность канд. физ.-мат. наук С. В. Серову за помощь при модернизации системы регистрации. Исследования выполнены при частичной поддержке гранта РФФИ № 13-03-00044 (2013–2015), а также международного гранта по рамочной программе FP7, Marie Curie International researchers exchange proposal «BIOMOLEC» (2011–2015).

Список литературы /References

1. Charles P. Poole, Jr., Frank J. Owens. Introduction to Nanotechnology. Wiley Interscience, New York, June 2003, 400 p. ISBN 978-0-471-07935-4
2. Kamaniina N. V. Features of Optical Materials Modified with Effective Nanoobjects: Bulk Properties and Interface. New York, Physics Research and Technology, «Novinka». Published by Nova Science Publishers, Inc., New York, 2014. 116 p. ISBN: 978-1-62948-033-6.
3. Ландсберг Г. С. Оптика, 6-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 848 с. [Landsberg G. S. Optika (Optics), 6-e izd. M.: FIZMATLIT, 2003. 848 p. (in Russian)].
4. Савельев И. В. Курс общей физики. Том 2. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. 480 с. [Savel'ev I. V. Kurs obshchey fiziki (General physics course). Vol. 2. M.: Nauka, Gl. red. fiz.-mat. lit., 1978. 480 p. (in Russian)].

5. Каманина Н. В., Зубцова Ю. А., Серов С. В., Patrice Baldeck, Yann Bretonniere, Chantal Andraud. Структурирование органических матриц: новые перспективные красители в проявлении эффекта вращения плоскости поляризации света // Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2014. Т. 14, № 3. С. 24–26 [*Kamanina N. V., Zubtsova Yu. A., Serov S. V., Patrice Baldeck, Yann Bretonniere, Chantal Andraud. Strukturirovanie organicheskikh matrits: novye perspektivnye krasiteli v proyavlenii*

effekta vrashcheniya ploskosti polyarizatsii sveta (Structuration of the Organic Matrixes: Innovative Perspective Dyes in Manifestation of the Rotation Effect of Light Polarization Plane) // Zhidkie kristally i ikh prakticheskoe ispol'zovanie (Liq. Cryst. & Appl. Russ. J.). 2014. Vol. 14, № 3. P. 24–26 (in Russian)].

Поступила в редакцию 20.03.2015 г.