

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

Н. В. Каманина^{1,2}, *Ю. А. Зубцова*¹, *С. В. Серов*¹,
*Patrice Baldeck*³, *Yann Bretonniere*³, *Chantal Andraud*³

**СТРУКТУРИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТРИЦ: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ
КРАСИТЕЛИ В ПРОЯВЛЕНИИ ЭФФЕКТА ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТИ
ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА**

¹ОАО «Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова»,
отдел «Фотофизика сред с нанобъектами»,

Кадетская линия, д. 5, корп. 2, 199053 Санкт-Петербург, Россия. E-mail: nvkamanina@mail.ru

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
ул. проф. Попова, д. 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

Кратко рассмотрен эффект вращения плоскости поляризации световой волны при использовании растворов новых синтезированных красителей. Приведено сравнение с подобным эффектом, проявляемым при использовании водных растворов сахара. Установлена зависимость между углом вращения плоскости поляризации света и молекулярной массой вводимого красителя. Обсуждены перспективы применения данных материалов для систем телекоммуникаций и биомедицины.

Ключевые слова: органические красители, растворы, молекулярная масса, вращение плоскости поляризации света

N. V. Kamanina^{1,2}, *Yu. A. Zubtsova*¹, *S. V. Serov*¹,
*Patrice Baldeck*³, *Yann Bretonniere*³, *Chantal Andraud*³

**STRUCTURATION OF THE ORGANIC MATRIXES: INNOVATIVE PERSPECTIVE DYES
IN MANIFESTATION OF THE ROTATION EFFECT OF LIGHT POLARIZATION PLANE**

¹OAO «Vavilov State Optical Institute»,

Cadet Line, 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

An effect of the rotation of the light polarization plane has been briefly considered with the usage of the innovative synthesized dyes. The comparison with the same effect that revealed while applying the aqueous sugar solution has been done. The dependence between the angle of the rotation of the light polarization plane and dyes molecular masses has been established. The perspective to apply these materials for the aims of the telecommunication and biomedicine systems has been discussed.

Key words: Organic dyes, solutions, molecular mass, rotation of the light polarization plane

Введение

В силу актуальности изучения физико-химических эффектов в новых органических материалах, способных конкурировать по своим оптическим свойствам с неорганическими структурами [1], с учетом возможности использования органических систем в оптимизации технологических процессов, а также в возможном их применении для целей телекоммуникаций, дисплейной, лазерной, биомедицинской техники, промышленного производства и др., – исследование свойств инновационных структурированных материалов является своевременным и достаточно востребованным. При этом стоит сказать, что изучение именно оптических эффектов в материалах [2–6] занимает особое место. Это связано с существенным расширением областей применения последних, так как энергия фотона лежит в диапазоне электронных и колебательных переходов в веществе, следовательно, это обстоятельство позволяет использовать свет для получения уникальной информации о структурных и динамических свойствах материалов.

В данной работе обнаружен эффект вращения плоскости поляризации света: поворот вектора поляризации поперечной световой волны в анизотропной среде – в растворах новых эффективных красителей, что сравнимо, а при учете концентрационных зависимостей даже превосходит по измеряемым параметрам данные, получаемые для водных растворов сахара.

Экспериментальные условия

На рисунке 1 показана схема экспериментальной установки, аналогичная таковой, используемой в традиционных сахариметрах и поляриметрах.

Растворы красителей с концентрацией от 0,05 до 0,5 вес. % помещались в кювету 5. В качестве растворителя применялся тетра-хлорэтан. Использовались нецентросимметричные красители состава: $C_{21}H_{23}N_3$ (JM271-C1); $C_{23}H_{27}N_3$ (YB-C2); $C_{27}H_{35}N_3$ (WD-C4); $C_{33}H_{47}N_3$ (JM47-C7); $C_{41}H_{63}N_3$ (YB-C11), соответственно. Предварительно были измерены спектры пропускания с помощью спектрофотометра СФ-26, функционирующего в видимом диапазоне спектра.

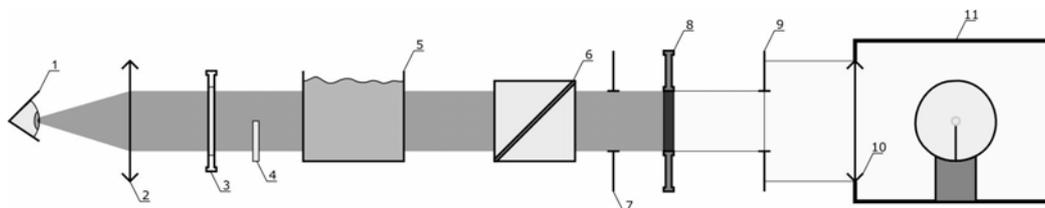


Рис. 1. 1 – глаз исследователя, 2 – окуляр, 3 – вращаемый поляризатор (анализатор), 4 – вращающая поляризацию пластинка, 5 – исследуемый раствор в кювете, 6 – поляризационная призма, 7, 9 – диафрагмы, 8 – вращаемая карусель с различными фильтрами, 10 – линза, 11 – осветитель (лампа накаливания или гелий-неоновый лазер на длине волны 633 нм)

Результаты и обсуждение

На рисунке 2 приведены спектры поглощения растворов выбранных красителей в тетра-хлорэтане, там же для сравнения приведен спектр пропускания чистого растворителя. Наблюдается смещение спектральных зависимостей в ближний ИК-диапазон. На рисунке 3 показаны зависимости угла вращения

плоскости поляризации света от молекулярной массы изучаемых красителей.

Видно, что все изучаемые растворы красителей обеспечивают изменение угла вращения плоскости поляризации света от $0,548^\circ$ (0,05 % р-р JM271-C1) до $1,9^\circ$ (0,5 % р-р WD-C4), причем для 0,5 % растворов всех исследуемых красителей наблюдается область насыщения в диапазоне молекулярных масс 375–400 а.е.

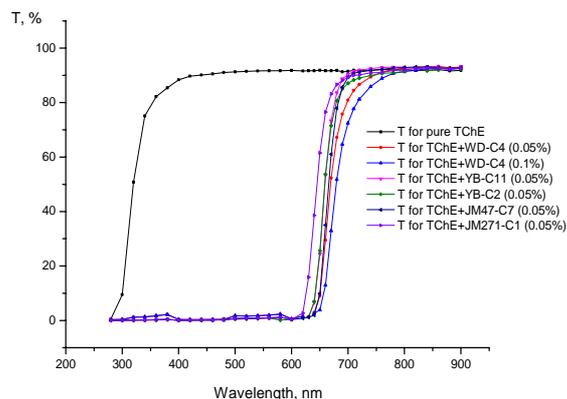


Рис. 2. Спектры пропускания растворов красителей

Заметим, что для 10 %-го водного раствора сахара было получено изменение угла вращения в аналогичных экспериментальных условиях, на уровне 3° при толщине кюветы 10 мм.

Заключение

Таким образом, в данной работе уже на первом этапе проведенных исследований, показана перспективность использования исследуемых растворов новых нецентросимметричных красителей (в сравнении с данными, получаемыми для растворов сахара) для систем телекоммуникаций и др., где требуется провести изменение или корректировку направления плоскости поляризации света. Недостатком данных материалов является использование тетрагидрофурана в качестве растворителя, что может сдерживать применение рассматриваемых красителей для целей биомедицины. Заметим, что данные красители возможны к применению для сенсбилизации полимерных и жидкокристаллических матриц, используемых для ограничения световых потоков, модуляции и записи-считывания оптической информации.

Благодарности

Авторы благодарят проф. В. В. Беляева (Москва) и д-ра физ.-мат. наук А. И. Плеханова (Новосибирск) за полезное обсуждение, а также выражают признательность канд. физ.-мат. наук В. И. Студёнову за помощь в работе. Исследования выполнены при частичной поддержке гранта РФФИ, № 13-03-00044 (2013–2015), а также международного гранта по рамочной программе

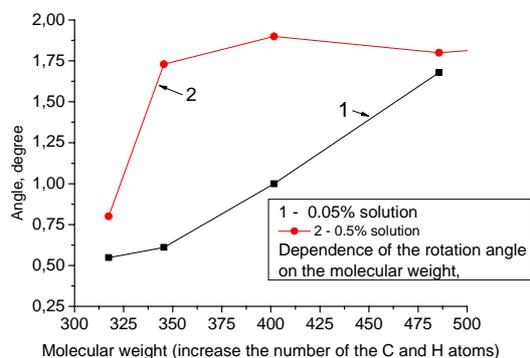


Рис. 3. Зависимость угла вращения от молекулярного веса красителей

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.
2. Ландсберг Г. С. Оптика. 6-е изд. М. : Физматлит, 2003. 848 с. [Landsberg G. S. Optika (Optics). 6-е изд. М. : Fizmatlit, 2003. 848 p.]
3. Smalyukh I. I., Shiyonovskii S. V., Lavrentovich O. D. Three dimensional imaging of orientation order by fluorescence confocal polarizing microscopy // Chem. Phys. Lett., 2001. Vol. 336. P. 88–96.
4. Беляев В. В. Физические методы измерения коэффициентов вязкости нематических жидких кристаллов // УФН. 2001. Т. 171, № 3. С. 267–298. [Belyaev V. V. Physical methods for measuring the viscosity coefficients of nematic liquid crystals // Phys. Usp. 2001. Vol. 44. P. 255–284; DOI: 10.1070/PU2001v044n03ABEH000831].
5. Kamanina Natalia V., Kuzhakov Pavel V., Likhomanova Svetlana V., Andraud Chantal, Rau Peana, Kajzar Francois. Photorefractive, Photoconductive, Dynamic Features and Interfaces of the Optical Materials Modified with Nanoobjects // Nonlinear Optics and Quantum Optics. 2014. Vol. 45 (4). P. 283–292.
6. Kamanina Natalia V. Features of Optical Materials Modified with Effective Nanoobjects: Bulk Properties and Interface. Physics Research and Technology, «Novinka», Published by Nova Science Publishers, Inc., New York, 2014. 116 p.

Поступила в редакцию 17.08.2014 г