

ХИМИЯ

УДК 535.514.4:668.816

Т. Г. КОСМАЧЕВА, Я. В. АКУЛИЧ, Н. А. ИВАНОВА, академик В. Е. АГАБЕКОВ
**СВЕТСТОЙКИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ПЛЕНКИ С РАСШИРЕННЫМ
СПЕКТРАЛЬНЫМ ДИАПАЗОНОМ**

Институт химии новых материалов НАН Беларуси, Минск, Беларусь
6068992@mail.ru; ichnm-lpp@mail.ru; nadezh_iva@mail.ru; agabekov@ichnm.basnet.by

Йодные ПВС пленки, модифицированные хризофенином и IR-806, были испытаны на устойчивость к облучению «белым» светом. Установлено, что такие анизотропные пленки светостойки и эффективно поляризуют в ближних УФ- и ИК-областях спектра.

Ключевые слова: поливиниловый спирт, полимерная пленка, поляризующая способность, дихроичные красители, светостойкость.

T. G. KOSMACHEVA, Y. V. AKULICH, N. A. IVANOVA, V. E. AGABEKOV

LIGHT-RESISTANT POLARIZING FILMS WITH AN EXTENDED SPECTRAL RANGE

Institute of Chemistry of New Materials of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
6068992@mail.ru; ichnm-lpp@mail.ru; nadezh_iva@mail.ru; agabekov@ichnm.basnet.by

The iodine PVA films modified with chrysophenine and IR-806 dyes were tested for resistance to exposure by «white» light. It is established that such anisotropic films are lightfast and efficiently polarize in the near UV and IR regions of the spectrum.

Keywords: polyvinyl alcohol, polymer film, polarizing ability, dichroic dyes, lightfastness.

Введение. Разработка поляризующих полимерных пленок для видимой и ближних УФ- и ИК-областей спектра и изучение их оптических свойств представляет практический интерес, поскольку они являются обязательными компонентами устройств, используемых в ЖК-индикаторах и идентификаторах латентного изображения, электрических дисплеях, оптических светофильтрах и других оптоэлектронных устройствах.

Цель работы – создание светостойчивых поляризующих ПВС-пленок для ближних УФ- и ИК-областей спектра со значениями светопропускания ≥ 60 % и поляризующей способности ≥ 95 % в интервале длин волн от 350 до 880 нм.

Экспериментальная часть. Объектами исследований являлись йодсодержащие поляризующие пленки на основе ПВС [1; 2], модифицированные красителями хризофенином и IR-806 (2-[2-[2-chloro-3-[2-[1,3-dihydro-3,3-dimethyl-1-(4-sulfobutyl)-2H-indol-2-ylidene]-ethylidene]-1-cyclopenten-1-yl]-ethenyl]-3,3-dimethyl-1-(4-sulfobutyl)-3H-indolium hydroxide, inner salt sodium salt).

Исходная композиция для отлива ПВС-пленок, окрашенных дихроичными красителями, представляет собой водно-спиртовой раствор полимера, содержащий глицерин (пластификатор), KI (дихроичный агент), KBr, борную кислоту и тетраборат натрия (желирующие добавки) [3].

Принцип действия йодного поливинилспиртового поляризатора основан на дихроизме поглощения анизотропного комплекса ПВС – йод [4; 5]. Спектры поглощения йодных поляризующих пленок, содержащих 0,5 масс. % KI, имеют слабо выраженные максимумы при $\lambda = 360$ нм и $\lambda = 600$ –700 нм, где наблюдалась их высокая поляризующая способность (98–99 %) [6].

Для расширения спектрального диапазона йодных ПВС-пленок состав поливочной композиции модифицировали введением дихроичных красителей хризофенина и IR-806 с максимумами поглощения 389 и 806 нм соответственно.

Устойчивость ПВС-пленок к воздействию света оценивали при облучении лампой Osram 300W Ultra-Vitalux (имитатор солнечного света) в течение 100 ч. В процессе облучения периодически записывали спектры поглощения в неполяризованном свете на спектрофотометре SOLAR PV 1251В. Спектры поглощения, пропускания и поляризующую способность (ПС) пленок в диапазоне 200–1120 нм регистрировали в поляризованном свете на спектрофотометре Ocean Optics HR 4000 CG.

Поляризующую способность пленки рассчитывали по формуле [7]

$$ПС = (T_{\max} - T_{\min}) / (T_{\max} + T_{\min}),$$

где T_{\max} и T_{\min} – экспериментально найденные значения пропускания пленкой света, линейно-поляризованного в параллельном и перпендикулярном направлениях относительно оси ориентации пленки.

Спектрально-поляризационные характеристики йодных ПВС-пленок с красителем IR-806 в количестве 0,05–0,25 масс. % имеют высокие значения ПС 79,1–99,5 % и светопропускания $T_{\max} = 38,2–83,3$ % в диапазоне длин волн 500–865 нм. При концентрации красителя IR-806 0,19 масс. % ПВС-пленка характеризуется ПС ≥ 95 % в интервале длин волн 460–890 нм (рис. 1, а).

Пленки с красителем IR-806 обладают высокими значениями дихроизма ($R_D = 18,6$) и ориентационного параметра S (0,89), что указывает на параллельное расположение молекулярной оси красителя и полимерных цепей ПВС.

Таким образом, применение дихроичного красителя IR-806 позволило расширить спектральный диапазон для йодных поляризационных ПВС-пленок от 600 до 865 нм с сохранением поляризующей способности от 95,4 до 99,5 %.

Ранее было установлено [8], что одноосно ориентированная йодная ПВС-пленка, содержащая краситель хризофенин, поляризует свет в области 350–750 нм (ПС ≥ 97 %).

Для получения йодсодержащих пленок эффективных в ближних УФ- и ИК-областях спектра использовали добавки смеси красителей – хризофенина и IR-806. Йодные ПВС-пленки, окрашенные смесями данных красителей, эффективно поляризуют свет в широком спектральном диапазоне. Концентрация красителя IR-806 во всех образцах составляла 0,1 масс. %.

Поляризующая способность пленок в области длин волн 450 нм изменяется от 86,7 до 99,4 % при увеличении добавки хризофенина от 0,05 до 0,15 масс. % соответственно. В видимой области спектра 600–650 нм ПС также увеличивается от 90,0 до 99,2 % с изменением соотношения концентраций красителей. В ближней ИК-области спектра 850–880 нм поляризующая способность окрашенных ПВС-пленок составляет 89,9–98,6 %. Следует отметить, что при введении в пленку по 0,1 масс. % каждого из красителей, T_{\max} достигает максимально высоких значений –

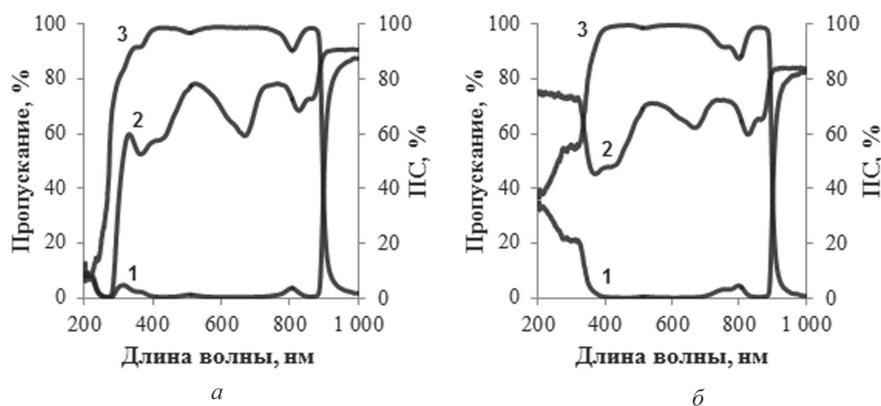


Рис. 1. Спектральная зависимость минимального (1) и максимального (2) пропускания и ПС (3) йодной ПВС-пленки, содержащей 0,19 масс. % красителя IR-806: а – до облучения, б – после облучения

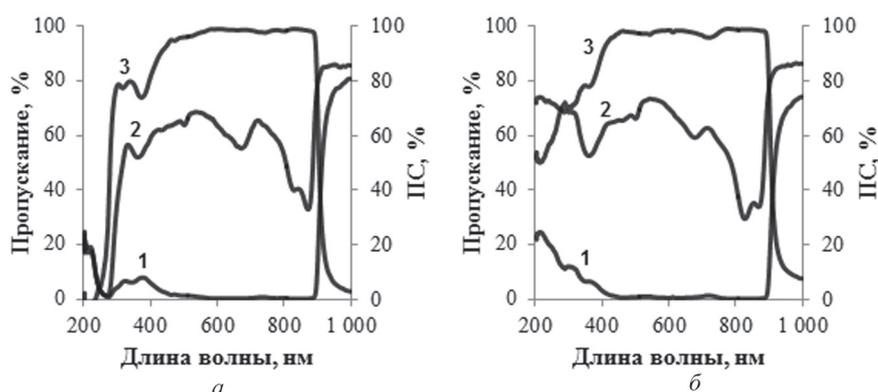


Рис. 2. Спектральная зависимость минимального (1) и максимального (2) пропускания и ПС (3) йодной ПВХ-пленки, содержащей по 0,1 масс. % красителей IR-806 и хризофенина: *а* – до облучения, *б* – после облучения

63,0–77,3 % (при сохранении заданных величин ПС ≥ 90 %) в расширенном спектральном диапазоне – 450–880 нм (рис. 2, *а*).

Таким образом, используя добавки красителей хризофенина и IR-806, можно расширить спектральный диапазон действия йодных ПВХ-пленок от 350 до 880 нм с сохранением их высокой поляризующей способности – более 91,6 %.

Для проверки светостойкости полученные образцы, модифицированные красителями IR-806 и хризофенином, подвергались облучению лампой Osram 300W Ultra-Vitalux (интенсивность излучения 11 мВт/см²). Концентрации красителей во всех образцах составляли по 0,1 масс. %, а время облучения – 100 ч (таблица).

Спектрально-поляризационные характеристики йодных ПВХ-пленок, модифицированных красителями хризофенином и IR-806

λ , нм	IR-806-KI				IR-806-хризофенин-KI			
	до облучения		после облучения		до облучения		после облучения	
	T_{\max} , %	ПС _{расч.} , %	T_{\max} , %	ПС _{расч.} , %	T_{\max} , %	ПС _{расч.} , %	T_{\max} , %	ПС _{расч.} , %
Ближняя УФ-область (300–400 нм)								
350	57,5	84,9	57,9	74,6	55,0	91,6	50,6	81,1
375	57,5	77,7	55,1	82,6	53,4	93,2	45,5	93,3
390	63,1	80,3	59,4	89,4	56,1	96,6	47,4	97,3
Видимая область (400–740 нм)								
400	67,6	83,7	62,1	92,8	57,0	97,8	47,7	98,3
500	77,6	95,7	72,5	97,9	75,8	97,0	66,3	99,0
600	69,2	98,6	70,8	98,9	69,3	98,9	68,0	99,6
700	69,2	98,6	71,7	94,9	69,5	98,8	68,1	97,8
Ближняя ИК-область (740–1400 нм)								
780	75,9	95,6	75,8	86,1	77,8	95,5	71,3	90,9
800	74,1	91,7	72,6	82,3	74,9	91,2	67,4	87,4
825	67,6	94,8	65,3	93,6	68,5	93,8	59,8	95,5
850	69,2	98,3	67,5	98,2	72,4	98,2	64,7	98,8
865	67,6	98,2	67,1	98,2	72,8	98,6	65,1	98,8
880	72,4	97,5	71,9	97,7	77,3	97,7	69,2	98,4

Введение красителя IR-806 в ПВХ-композицию повышает устойчивость пленок к воздействию света: ПС сохраняет высокие значения 94,9–98,9 % для видимой и ближней ИК-областей спектра. Йодные ПВХ-пленки с добавкой смеси красителей хризофенина и IR-806 также достаточно устойчивы к облучению – ПС остается на уровне 97,7–99,6 % в видимом и ближнем ИК-спектральных диапазонах (таблица, рис. 1, *б* и 2, *б*).

Заключение. Йодные поливинилспиртовые пленки, окрашенные смесями красителей хризофенина и IR-806, эффективно поляризуют свет в расширенном спектральном диапазоне 350–880 нм (ПС составляет 91–99 %) и они устойчивы при облучении светом, имитирующим солнечный, в течение 100 ч.

Список использованной литературы

1. Влияние одноосного ориентирования йодсодержащих поливинилспиртовых пленок на их оптические характеристики / Т. Г. Космачева [и др.] // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2002. – № 3. – С. 120–123.
2. Агабеков, В. Е. Модификация композиций для йодных поляризаторов дихроичными красителями с целью расширения их спектрального диапазона / В. Е. Агабеков, Н. А. Иванова, Т. Г. Космачева // Матер. III-й Междунар. конф. по химии и хим. технологии. 16–20 сент. 2013 г. Ереван, Армения / редкол. Н. Б. Князян [и др.]. – Ереван: Институт общей и неорганической химии НАН РА, 2013. – С. 385–387.
3. Агабеков, В. Е. Пленочные поляризаторы для жидкокристаллических устройств отображения информации / В. Е. Агабеков, Н. Г. Арико, Н. А. Иванова // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2002. – № 4. – С. 98–112.
4. Oishi, Y. Formation of Poly(vinyl alcohol)-Iodine Complex in Water Swollen Films on Extension / Y. Oishi, K. Miyasaka // Polym. J. – 1987. – Vol. 19, N 3. – P. 331–336.
5. Kojima, Y. Sorption and permeation of iodine in water-swollen poly(vinyl alcohol) membranes and iodine complex formation / Y. Kojima, K.-I. Furunata, K. Miyasaka // J. Appl. Polym. Sci. – 1985. – Vol. 30, N 4. – P. 1617–1628.
6. Влияние ПАВ и окислителей на оптическую анизотропию и механические свойства поливинилспиртовых пленок / К. С. Космачев [и др.] // Сб. мат. междунар. науч.-практ. конф.-семинара «Волокна и пленки-2011», г. Могилев. – Могилев, 2011. – С. 115–119.
7. Dirix, Y. Optical properties of oriented polymer/dye polarizers / Y. Dirix, T. Tervoort, C. Bastiaansen // Macromolecules. – 1995. – Vol. 28. – P. 486–491.
8. Ахроматические поляризаторы на основе йодсодержащих ПВС-композиций / Т. Г. Космачева [и др.] // Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ-2013): тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. г. Гомель. – Гомель, 2013. С. 240.

Поступило в редакцию 30.03.2015