

родка из кварцевого стекла, которое пропускает практически все виды волн, включая ультрафиолетовое излучение. Облучение аргоновой плазмой эталонов и образцов текстильных материалов проводится в течение 60 секунд, в результате которого происходит изменение цвета образцов тканей. После чего вынимают из камеры эталоны и образцы текстильных материалов и проводят их визуальный контроль.

Разработанное нами высокопроизводительное устройство для испытания текстильных материалов на светостойкость рекомендуется к широкому внедрению на предприятия текстильной промышленности.

#### Список литературы

1. Ходыкин А.П., Бессмертный В.С., Ляшко А.А., Ходыкин А.А. Разработка объективного метода оценки светостойкости окраски тканей: монография. – Белгород: Изд-во БУКЭП, 2011. – 149 с.

### Физико-математические науки

#### ОПТИЧЕСКАЯ СЕПАРАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ

Иванов В.И., Иванова Г.Д., Хе В.К.

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, e-mail: valivi@mail.ru*

В промышленности и научно-прикладных исследованиях физико-химических свойств жидких и газообразных сред используют разные способы разделения смешанных объёмов разнородных частиц (смеси, жидкости разной плотности, эмульсии, твёрдые материалы, взвеси, твёрдые частицы или капельки в газе) в зависимости от размеров исследуемых веществ либо осаждение в гравитационном поле, либо центрифугирование [1].

Данная работа посвящена модели сепарации наночастиц световым полем, являющейся альтернативной выше приведенным методам.

Рассмотрим прозрачную наносuspензию, освещаемую потоком лазерного излучения с однородным распределением интенсивности. На наночастицу действует сила светового давления:

$$F_p = AI_0, \quad A = \frac{128\pi^5 a^6}{3c_0 \lambda^4} \left( \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right) n_1,$$

где  $I_0$  – интенсивность света,  $m = n_2/n_1$ ,  $n_1, n_2$  – показатели преломления веществ дисперсионной и дисперсной сред соответственно,  $a$  – радиус частицы,  $\lambda$  – длина волны излучения,  $c_0$  – скорость света [2,3].

Индукцированное световое давление приводит к изменению концентрации частиц, описываемой стандартным одномерным уравнением диффузии во внешнем поле [3], решение которого в стационарном режиме в виде зависимости концентрации частиц от интенсивности излучения и высоты [4]:

$$C(z', I_0) = \gamma l D^{-1} C_0 I_0 \frac{\exp(\gamma l z' I_0)}{(\exp(\gamma l I_0 / D) - 1)},$$

где  $C_0$  – начальная концентрация наночастиц;  $D$  – коэффициент диффузии;  $u = Vl / D$ ,  $l$  – высота кюветы,  $t' = Dt / l^2$ ,  $z' = z / l$ ,  $V = \gamma I_0$ ,

$$\gamma = \left( 64\pi^2 n_1 (m^2 - 1)(m^2 + 2)^{-1} \right) / (9c_0 \lambda^4 \eta).$$

Анализ данного выражения показывает, что для двух сортов частиц, отличающихся величиной радиуса, изменение концентрации (например, на полувисоте кюветы) резко возрастает с радиусом наночастицы. Это связано с резкой зависимостью (как радиус в 5-й степени) скорости осаждения от радиуса частицы, что может позволить значительно более эффективно разделять полидисперсные смеси [5–7].

Предложенный метод сепарации наночастиц актуален при исследовании дисперсных жидкофазных сред [8–10], а также для оптической диагностики таких сред [11,12].

#### Список литературы

1. Рафиков С.Р., Павлова С.А., Твердохлебова И.И. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. – М., 1963.

2. Ivanov V. Thermal lens response in the two-component liquid layer / V. Ivanov, G. Ivanova, V. Khe // Proc. SPIE. – 2015. – V. 9680. – P. 968042.

3. Иванова Г.Д. Нелинейная линза в дисперсной среде / Г.Д. Иванова, С.И. Кирюшина, А.В. Мяготин // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – С. 1779.

4. Крылов В.И. Метод светоиндуцированной псевдо-призмы в наножидкости / В.И. Крылов, Г.Д. Иванова, В.К. Хе // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов, межвуз. сб. науч. тр. / под общей ред. В.М. Самсонова, Н.Ю. Сдобнякова. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – Вып. 7. – С. 329–332.

5. Иванов В.И. Оптическая диагностика полимерных наночастиц / В.И. Иванов, Г.Д. Иванова, В.К. Хе // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11–6. – С. 1085–1088.

6. Okishev K. The thermal diffusion mechanism of the nonlinear absorbing in nanoparticle suspensions / V. Ivanov, K. Okishev, S. Kliment'ev, A. Kuzin, A. Livashvili // Atmospheric and Oceanic Optics. – 2010. – V. 23(2). – P. 106.

7. Иванов В.И. Термоиндуцированное самовоздействие гауссова пучка излучения в жидкой дисперсной среде / В.И. Иванов, А.А. Кузин, А.И. Ливашвили // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Физика. – 2010. – Том 5. – № 1. – С. 5–8.

8. Иванов В.И. Перспективные среды для динамической голографии / В.И. Иванов, Ю.М. Карпец // Вестник ДВО РАН. – 2003. – №1. – С. 93–97.

9. Ivanov V. The concentration mechanisms of cubic nonlinearity in dispersive media / V. Ivanov, G. Ivanova, S. Kirjushina, A. Mjagotin // Journal of Physics: Conference Series. 2016. – V. 735. – P. 012013.

10. Иванов В.И. Нанодисперсные среды для динамической голографии / В.И. Иванов, Г.Д. Иванова и др. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 58. – № 11–3. – С. 153–156.

11. Иванов В.И. Термолинзовая спектроскопия двухкомпонентных жидкофазных сред / В.И. Иванов, Г.Д. Иванова, В.К. Хе // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 39–42.

12. Ivanov V. A thermal lens response of the two components liquid in a thin film cell / V. Ivanov, G. Ivanova // Journal of Physics: Conference Series. 2016. – V. 735. – P. 012037.