

УДК 535.347, 546.55

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАНОСТЕРЖНЯМИ В ПРОЦЕССЕ ОДНООСНОГО РАСТЯЖЕНИЯ

Кафеева Д.А. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), Гладских И.А. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – PhD Дададжанов Д.Р.
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Введение. Как известно, металлические наночастицы (МНЧ) обладают редким сочетанием ценных качеств: уникальными оптическими свойствами, обусловленными локализованным плазмонным резонансом, каталитической активностью, высокой ёмкостью двойного электрического слоя и антибактериальными свойствами [1]. Важными факторами, определяющими свойства МНЧ, являются форма, размер и пространственное расположение НЧ. Однако существующие методы электронной лучевой литографии и экспонирования фокусированным ионным пучком, позволяющие формировать упорядоченные массивы МНЧ и контролировать их анизотропные свойства, отличаются высокой стоимостью и трудозатратностью. Альтернативным подходом для контроля оптической анизотропии и пространственного расположения МНЧ может служить внедрение наночастиц в термопластичный полимер с последующим одноосным растяжением [2].

Основная часть. В ходе работы были синтезированы серебряные и золотые наностержни (НС) методом направленного роста из зародышей в присутствии цетримониум бромида в роли стабилизатора. Регистрация спектров поглощения образцов осуществлялась с помощью многоканального фотонного анализатора РМА-12 (Hamamatsu, Япония) при освещении неполяризованным и поляризованным светом. Анализ спектров поглощения показал наличие двух выраженных максимумов как для коллоидных растворов НС серебра, так и золота, что соответствует возбуждению поперечного и продольного плазмонного резонансов. Полученные коллоидные НС затем были внедрены в полимерную матрицу на основе поливинилового спирта. Было показано, что композитные плёнки с внедрёнными НС серебра и золота при возбуждении неполяризованным светом обладают изотропными оптическими свойствами, что объясняется случайной ориентацией НС и усреднением их анизотропии. Для последующего исследования влияния механических воздействий образцы подвергались одноосному растяжению при одновременном нагревании и увлажнении. Изучение оптической анизотропии нанокомпозитных плёнок осуществлялось при регистрации спектров поглощения образцов, в случае, когда ось поляризатора параллельна или перпендикулярна оси растяжения плёнки. В результате этого было установлено, что в случае если ориентация поляризатора перпендикулярна оси растяжения плёнки, то наблюдается ослабление интенсивности поглощения моды, соответствующей продольному плазмонному резонансу. Напротив, при повороте поляризатора в положение параллельно оси растяжения нанокомпозитных плёнок, поглощение продольного резонанса вновь проявляется, что в свою очередь свидетельствует об модифицированной ориентации НС в плёнке.

Выводы. Таким образом, упорядоченные кластеры металлических НС в плёнках с поляризационно-зависимыми свойствами, могут быть применены в приложениях для визуализации, нелинейной оптики, фототермии или кодирования данных, а также стать основой для развития новых материалов с уникальными оптическими характеристиками [3]. Исследование проведено при поддержке Российского научного фонда (проект 21-72-10098).

Список использованных источников:

1. Крутяков Ю. А. и др. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы //Успехи химии. – 2008. – Т. 77. – №. 3. – С. 242-269.

2. Yadav P. R. et al. Plasmon-coupled gold nanoparticles in stretched shape-memory polymers for mechanical/thermal sensing //ACS Applied Nano Materials. – 2021. – T. 4. – №. 4. – C. 3911-3921.
3. van der Zande B. M. I. et al. Optical properties of aligned rod-shaped gold particles dispersed in poly (vinyl alcohol) films //The Journal of Physical Chemistry B. – 1999. – T. 103. – №. 28. – C. 5761-5767.