

УДК 621.373.826

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БИНАРНЫХ КОЛЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Лютикова Ольга Алексеевна<sup>(1)</sup>, Гебеш Алина Владиславовна<sup>(2)</sup>, Ибрагимов Артем Рустамович<sup>(3)</sup>

*Студенты 6 курса <sup>(1)(2)</sup>,  
кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Аспирант 2 года <sup>(3)</sup>,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: Д.М. Мельников,  
к.т.н., доцент кафедры "Лазерные технологии в машиностроении"*

Фотонно-кристаллические пленки, получаемые в результате самоорганизации коллоидных частиц, перспективны для использования в фотонике, оптоэлектронике, сенсорике и медицине. В настоящее время получены опытные образцы устройств, действие которых основано на эффектах, характерных для фотонных кристаллов. Однако, фотонно-кристаллические коллоидные пленки могут быть также использованы для получения плазмонных структур. Исследованиями процесса их формирования занимались как авторы настоящей работы [1], так и ряд других ученых [2-3]. В таких структурах нанопериодическая фотонно-кристаллическая матрица из более крупных частиц диоксида кремния, полистирола и полиметилметакрилата играет роль структурообразующего шаблона, а частицы благородного металла нанометрового размера образуют в нем регулярный массив. Матрица получается посредством самоорганизации коллоидных микросферических частиц, а формирование массива металлических частиц может быть реализовано различными способами. Для этого используются методы пропитки, вакуумного осаждения тонких пленок, а также самоорганизация из смеси двух коллоидных растворов. Последний из перечисленных методов подразумевает одновременное с формированием матрицы внедрение частиц в ее межсферические пустоты. Этот метод позволяет создавать 3D структуры с уникальными свойствами. Однако технология его реализации до сих пор не отработана в достаточной степени, поэтому исследования в данном направлении представляют значительный интерес.

Целью работы является проведение и изучение результатов эксперимента, посвященный получению образцов бинарных коллоидных кристаллов из смеси растворов.

В работе использовалась лазерная установка на базе Nd:YVO<sub>4</sub>, с перестройкой во вторую гармонику. Длина волны излучения  $\lambda = 532$  нм, длительность импульса  $\tau = 5$  нс, частота повторения импульсов  $f = 2$  кГц. Мишень предварительно полировалась и помещалась в кювету с дистиллированной водой или этиловым спиртом. В результате эксперимента был получен коллоидный раствор золота на спирту и дистиллированной воде. Растворы диоксида кремния были получены по методу, предложенному Штобером с соавторами [4]. Процесс получения частиц методом Штобера основан на реакции гидролиза алоксидов в водно-спиртовой среде в присутствии ионов аммония в

качестве катализаторов процесса гидролиза и поликонденсации. Спирт используется в системе в качестве растворителя алоксидов кремния, т.к он не смешивается с водой. Далее два раствора смешивались между собой. Осаждение фотонно-кристаллических пленок осуществляют методами естественной седиментации, электрофореза, вертикального осаждения, Ленгмюра-Блоджетт и центрифугирования. Метод вертикального осаждения может быть реализован откачкой раствора из объема, в котором вертикально расположена подложка, либо вытягиванием из объема вертикально ориентированной подложки.

Задачами работы являются:

- получение наночастиц золота необходимых размеров;
- получение пленки, которая имеет структуру фотонного кристалла;
- улучшение оптических свойств пленки за счет внедрения наночастиц золота.

Данные исследования являются началом комплексного исследования процесса получения бинарных фотонно-плазмонных кристаллов методом самоорганизации из смеси коллоидных растворов. В дальнейшем авторы предполагают использовать их для получения образцов структур, демонстрирующих гигантское комбинационное рассеяние.

## Литература

1. Панфилова Е. В., Доброносова А. А. Особенности формирования и свойства тонких пленок и массивов частиц золота, получаемых на поверхности опаловых пленок //Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – №. 8 (68). С. 1-10.
2. Zhan P., Wang Z. L., Dong H., Sun J., Wu J., Wang H.-T., Zhu S. N., Ming N. B., Zi J. The anomalous infrared transmission of gold films on twodimensional colloidal crystals. *Advanced Materials*. 2006. V. 18. p. 1612–1616.
3. Ding B., Pemble M. E., Korovin A. V., Peschel U., Romanov S. G. Gold film terminated 3-dimensional photonic crystals. *Applied Physics*. 2011. V. 103. p. 889–894.
4. Stober W., Fink A., Bohn E. Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range // *J. Colloid and Interface Sci.*, 1968. V. 26. P. 62–69.