

УДК 535.34

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА  
АБЛЯЦИИ НА МОРФОЛОГИЮ И СПЕКТРЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ  
СЕРЕБРЯНЫХ НАНОЧАСТИЦ**

**Тарванен Д.А. (Университет ИТМО)**

**Научный руководитель – к. ф.-м. н., старший научный сотрудник Торопов Н.А.  
(Университет ИТМО)**

В ходе работы был проведен анализ влияния технологических параметров абляции на морфологию плазмонных серебряных наночастиц. Было проведено исследование влияния температуры на оптические свойства коллоидных растворов серебряных наночастиц.

**Введение.** Наночастицы благородных металлов являются крайне перспективным материалом для применения в плазмонике, визуализации, создании метаповерхностей с уникальными оптическими свойствами, а также биомедицине, поскольку они обладают дискретными физическими свойствами и биохимической функциональностью. Свойства таких частиц напрямую зависят от размера, формы и свойств поверхности. Таким образом, целью данной работы является изучение зависимостей свойств частиц, получаемых лазерной абляцией, от различных технологических и термодинамических параметров. Были поставлены следующие задачи:

- 1) выявление технологических параметров, непосредственно влияющих на результат абляции;
- 2) определение зависимостей морфологии и оптических свойств частиц от технологических параметров;
- 3) сопоставление экспериментальных данных с расчетными;
- 4) изучение влияния температурной обработки коллоидных растворов серебряных наночастиц на их спектры поглощения.

**Основная часть.** Серебряные частицы были синтезированы методом лазерной абляции, который позволяет добиться высокой чистоты получаемого материала. Путем варьирования таких параметров, как время облучения, частота повторения импульсов и плотность энергии были получены различные образцы коллоидных растворов серебряных наночастиц, которые показали длинноволновое смещение максимума полосы поглощения при увеличении плотности энергии наносекундных лазерных импульсов от  $0,97 \text{ Дж/см}^2$  до  $18 \text{ Дж/см}^2$ . В квазистатическом приближении были рассчитаны спектры сечения экстинкции серебряных наночастиц, которые показали хорошую сопоставимость с экспериментальными данными. Анализ морфологии частиц при помощи электронной микроскопии продемонстрировал, что имеет место непосредственное влияние параметров процесса абляции на распределение частиц по размерам. Основной размерной группой полученных частиц является диапазон  $20 \div 30 \text{ нм}$ , однако при энергиях около  $18 \text{ Дж/см}^2$  появляется большое количество частиц более  $100 \text{ нм}$  вплоть до  $600 \text{ нм}$ . Это можно связать с преодолением порога абляции и возникновением сплавных частиц.

Были выполнены исследования влияния температуры на спектры поглощения коллоидных растворов наночастиц Ag в температурном диапазоне  $0 \div 70^\circ\text{C}$ , которые показали сужение полосы поглощения при увеличении температуры. Такое поведение спектров поглощения можно связать с уменьшением показателя преломления среды, в которой находятся частицы.

**Выводы.** В результате работы были получены серебряные наночастицы методом лазерной абляции. Изучение морфологии полученных частиц при помощи электронной микроскопии показало, что основной размерной группой частиц является диапазон 20÷30 нм, однако, при плотностях энергии близких к 18 Дж/см<sup>2</sup> частицы начинают сплавляться в более крупные частицы диаметром вплоть до 600 нм. Спектры поглощения образцов показали, что при увеличении плотности энергии частиц максимум полосы поглощения смещается в длинноволновую область. Результаты исследования влияния температуры показывают сужение спектров поглощения коллоидных растворов частиц при увеличении температуры. Данный эффект показывает возможность использования серебряных наночастиц в качестве плазмонного сенсора температуры.

Тарванен Д.А. (автор)

Подпись

Торопов Н.А. (научный руководитель)

Подпись