

УДК 535.211

СИНТЕЗ СЕЛЕНОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ ПОД СЛОЕМ ЖИДКОСТИ

Голубев Я.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. т. н. Самохвалов А.А.

(Университет ИТМО)

В рамках данного исследования нами были изучены режимы получения селеновых наноматериалов при лазерной абляции под слоем жидкости и возможность применения данных материалов для уничтожения бактерий. Селен обрабатывался лазерным излучением с наносекундной и фемтосекундной длительностью импульса, полученные структуры были изучены методами сканирующей электронной микроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния, спектроскопии плазмы и спектрофотометрии, а также были проведены антибактериальные тесты на культурах бактерий в НИИ им. Пастера.

Введение. Достаточно остро в настоящее время стоит проблема борьбы с бактериями в различных задачах и различных условиях. Для этой цели возможна обработка клеточных культур различными препаратами. Особый интерес в такой ситуации представляют наноматериалы, зарекомендовавшие себя в различных областях биомедицины. В данной работе мы изучаем свойства и антибактериальный эффект наноструктур селена, который в настоящее время активно изучается и показывает себя как перспективная основа для будущих препаратов.

Основная часть. Одним из самых гибких и эффективных способов получения наноматериалов является их формирование при лазерной абляции мишени под жидкостью. Данный метод зарекомендовал себя для синтеза наночастиц благородных металлов. Селен, однако, демонстрирует необычный эффект, при котором образующиеся коллоиды состоят не из сферических наночастиц, а коралловидных вытянутых структур. Данные коллоидные растворы показали свою высокую эффективность при уничтожении бактерий.

В наших экспериментах мы использовали две лазерные установки — Минимаркер ($\lambda = 1064$ нм, $\tau = 200$ нс) и Авеста Antaus ($\lambda = 1030$ нм, $\tau = 300$ фс). Излучение лазера было сфокусировано на селеновую мишень, находящуюся под слоем дистиллированной воды. От мишени отделялись фрагменты вещества, которые в результате переконденсации приобретают вид сложных связанных коралловидных структур. Варьировались все параметры воздействия на мишень: мощность излучения, количество проходов, использование дополнительной фрагментации коллоидного раствора.

Размер и форма полученных наноструктур были изучены методами сканирующей электронной микроскопии, оптические свойства коллоидных растворов были исследованы с помощью спектрофотометрии. Для получения лучшего представления о динамике формирования коллоидов, были исследованы спектры плазмы селена под слоем жидкости. Кроме того, полученные наноструктуры были исследованы методом спектроскопии комбинационного рассеяния для установления их фазы.

Антибактериальные свойства коллоидов были исследованы в НИИ им. Пастера. В качестве тестовых культур использовались бактерии Золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*). Рост бактерий или его отсутствие регистрировали двумя методами: по оптической плотности и путем высева на плотные питательные среды и подсчета выросших через 24 часа колоний. Высевы делали после 5 минут экспозиции бактерий с раствором частиц и через 60 минут.

Выводы. В результате исследований был подтвержден значительный антибактериальный эффект наноструктур селена, а также подробно изучены различные режимы их получения при лазерной абляции под слоем жидкости. Была подробно изучена форма и состав получаемых наноматериалов, а также их антибактериальная эффективность по отношению к золотистому стафилококку. В связи с высокой эффективностью данного метода и простотой получения подобных коллоидов (по сравнению с, например, антибиотиками) полученные результаты могут представлять практический интерес в виде методологии создания дешевых и эффективных антибактериальных препаратов.

Голубев Я.Д. (автор)

Подпись

Самохвалов А.А. (научный руководитель)

Подпись