

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 621.3.049.77

DOI: 10.17223/00213411/64/6/62

С.С. ДЖИМАК^{1,2}, Д.И. ШАШКОВ¹, В.В. МАЛЫШКО^{2,3}, А.В. МОИСЕЕВ⁴, Г.Ф. КОПЫТОВ¹**ФОРМИРОВАНИЕ ОДНОРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР, СОДЕРЖАЩИХ СЕРЕБРО, НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРА ГЛИКОЛЕВОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЗАМОРОЗКЕ ***

Проведено исследование влияния 10-кратной циклической заморозки (до -37°C) на образование наноструктур, содержащих серебро, на поверхности полимера гликолевой кислоты (дексон) и нити с покрытием из фторполимеров (фторекс) при обработке их гелем, в состав которого входили наночастицы серебра. Установлено, что в гидротермальных условиях активация линейной агрегации наночастиц серебра (с формированием структур длиной до 500 нм) происходила только на волокнах дексона, тогда как на нитях фторекса наблюдалось появление лишь большого количество изолированных наночастиц диаметром от 1 до 5 нм. В целом появление линейной агрегации на волокнах дексона подтверждает регенерацию ионов серебра на поверхности полимера гликолевой кислоты из наночастиц, синтезированных путем кавитационно-диффузионного фотохимического восстановления, и позволяет использовать данное явление для получения наноструктур, содержащих серебро, с целью пролонгированного применения их в жидких средах.

Ключевые слова: электронная микроскопия, циклическая заморозка, линейная агрегация, наночастицы серебра.

Введение

Разработка технологий, позволяющих получать наноматериалы, содержащие серебро, с контролируемыми размерами и текстурой, представляет существенный интерес для разных областей науки и техники. Это обусловлено рядом особых свойств наночастиц серебра (AgNPs), способных, например, повышать резистентность различных материалов при неблагоприятном воздействии среды [1], проявлять микробицидное действие без оказания видимого отрицательного влияния на организм человека [2–4], создавать гибридные наноструктуры с уникальными электропроводящими, оптическими и каталитическими свойствами [5, 6], а также обладающих многими другими полезными эффектами, используемыми в производстве различных высокотехнологичных устройств [7–12].

Известно, что микробицидный эффект обусловлен, главным образом, ионами серебра, которые имеют широкий антибактериальный спектр. При этом появление штаммов бактерий с лекарственной устойчивостью, которая происходит со множеством антибиотиков, гораздо менее вероятно. Однако ионы серебра (Ag^+), связываясь в организме с галогенид-ионами, прежде всего хлоридами (Cl^-), выпадают в нерастворимые кристаллы, а следовательно, их бактерицидная активность в экссудате резко снижается. Поэтому, чтобы преодолеть эти препятствия, в качестве антимикробных компонентов синтезируют и применяют *in vivo* AgNPs, которые, взаимодействуя с матриксом, выделяют ионы серебра с поверхности сформированных наноструктур в течение длительного времени. В зависимости от удельной поверхности наноматериалов ионы серебра высвобождаются с разной скоростью, а небольшие AgNPs, диаметром 10 нм и менее, помимо бактерицидной активности, могут проявлять и противовирусный эффект. Благодаря этим характеристикам наночастицы являются полезными составляющими разного рода противоинфекционных средств, создание, синтез и применение которых представляют собой актуальную задачу для ряда областей науки [2, 3, 13, 14].

Ранее было показано, что перепад температур способствует усилению процессов коалесценции наночастиц серебра с формированием крупных агломератов и частиц металлического серебра [15–17]. То есть при усилении агрегации наночастиц происходит уменьшение их удельной площади, что негативно сказывается на их физико-химических свойствах и способствует снижению их антибактериальной активности. В то же время изменение температур и чередование циклов заморозки и разморозки может вызывать образование однородных наноструктур, состоящих в том числе из наночастиц серебра [18]. Формирование подобных гомологичных наноструктур на по-

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (Конкурс – МК-2020) (МК-1670.2020.7), а также государственного задания Минобрнауки Кубанскому государственному университету (FZEN-2020-0022).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>