

**ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЗАМОРОЗКИ НА СОРБЦИЮ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ПОЛИРОВАННЫМИ КОЛЛАГЕНОВЫМИ ВОЛОКНАМИ\***

Г.Ф. Копытов<sup>1</sup>, В.В. Малышко<sup>2,3</sup>, А.А. Басов<sup>3,5</sup>, А.В. Моисеев<sup>4</sup>,  
Р.В. Власов<sup>5</sup>, В.Ю. Фролов<sup>5</sup>, Д.И. Шашков<sup>5</sup>

<sup>1</sup> *Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, г. Москва, Россия*

<sup>2</sup> *Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия*

<sup>3</sup> *Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия*

<sup>4</sup> *Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия*

<sup>5</sup> *Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

Исследовано влияние 10-кратной циклической заморозки (с чередованием температур 0 и  $-37.0$  °С) на сорбционную активность наночастиц серебра (AgNPs) на поверхности полированных коллагеновых волокон. При этом проводилось изучение как сорбции AgNPs, находящихся в составе препарата, содержащего хитозан, так и сорбционной активности AgNPs, стабилизированных поливинилпирролидоном и полученных методом кавитационно-диффузионного фотохимического восстановления. Установлено значительное преобладание наночастиц диаметром до 30 нм при обработке коллагеновых волокон гелевой композицией с AgNPs, которые были получены методом кавитационно-диффузионного фотохимического восстановления, тогда как после инкубации волокон полированного кетгута в коммерческом препарате, содержащем хитозан и AgNPs, с последующим температурным воздействием (циклической заморозкой) были выявлены агрегации серебросодержащих наноструктур на поверхности кетгута, что, вероятно, обусловлено взаимодействием наночастиц с белковым матриксом данного шовного материала.

**Ключевые слова:** кетгут, циклическая заморозка, коллагеновые волокна, наночастицы серебра.

**Введение**

Коллагеновые нити в качестве рассасывающегося шовного материала естественного происхождения активно используются в современной медицинской практике, в том числе в пластической хирургии, стоматологии, гинекологии [1–4]. По своей структуре этот материал (кетгут) представляет собой полученные из подслизистой основы крупного рогатого скота волокна из коллагена, которые помимо описанного выше применения могут быть использованы и для изготовления раневых покрытий, повязок, кожных трансплантатов [5]. Это обеспечивается не только возможностью фармакологической модификации обычного кетгута для создания эффективной фиксации лекарственных средств с последующим замедленным высвобождением нековалентно связанных фармпрепаратов в раневой области, но и существованием различных типов коллагеновых волокон, качественно отличающихся между собой благодаря разной степени обработки их поверхности [6, 7].

Известно, что в процессе получения модифицированного кетгута может выполняться дополнительный этап его полировки, позволяющий снизить так называемый «пилящий эффект» волокна путем уменьшения неровностей на его поверхности, обеспечивая тем самым менее травматическое прохождение нити через сшиваемые ткани. Подобная обработка способна также повышать сорбцию наночастиц при нанесении на полированную поверхность, что было продемонстрировано на примере соединений титана и приводило к возрастанию антибактериальной активности обработанных имплантов в отношении *Staphylococcus epidermidis* и *Escherichia coli* [8]. Кроме того, при нанесении даже незначительного количества (около 1%) наночастиц серебра (AgNPs) на полированную поверхность кремниевой пластины свойства последней могут значительно изменяться [9], что указывает на высокую эффективность использования подобных наночастиц при модификации различных материалов [10, 11]. Одним из дополнительных факторов, существенно влияющих на процесс сорбции и формирование AgNPs на поверхности разных материалов, является использование низких температур [12, 13].

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (Конкурс – МК-2020, проект № 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>