

**ПРИДАНИЕ ЛЕЧЕБНЫХ СВОЙСТВ
ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**TREATMENT OF MEDICAL PROPERTIES
TO TEXTILE MEDICAL APPLICATION MATERIALS**

*В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Р.С. ТАШМЕНОВ, Ж.С. ТОКСАНБАЕВА, Г.Ш. АШИРБЕКОВА,
Н.Н. ТОЛГАНБЕК, Ш.Б. ДУЙСЕНОВА*
*V.M. JANPAIZOVA, R.S. TASHMENOV, J.S. TOKSANBAEV, G.SH. ASHIRBEKOVA,
N.N. TOLGANBEK, SH.B. DUISENOVA*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,
Южно-Казахстанская медицинская академия, Республика Казахстан)
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan,
South Kazakhstan Medical Academy, Republic of Kazakhstan)
E-mail: vasmir1@mail.ru

В статье изучена возможность придания текстильным материалам медицинского назначения лечебных свойств. Анализ свойств биоцидов позволил установить, что наиболее широким спектром действия при одновременной индифферентности к резидентной микрофлоре человека обладают препараты на основе нанокарбоксилатов серебра и биогенных микроэлементов. Установлено, что отделка нанокарбоксилатами серебра обеспечивает защитные свойства, а биогенные микроэлементы способствуют процессам грануляции ран и быстрому ранозаживлению. Приведены результаты модифицирования материалов способом окунания, где в рабочий раствор окунали как влажные, так и сухие образцы. Показаны преимущества способа окунания перед аэрозольным методом. Атомно-силовой микроскопией определены изменения, происходящие в микроструктуре модифицированного текстильного материала.

In this article, the possibility of imparting therapeutic properties to textile materials for medical purposes has been studied. The analysis of the properties of biocides allowed to establish that the preparations based on silver nanocarboxylates and biogenic microelements possess the widest spectrum of action with simultaneous indifference to the resident human microflora. It has been established that the finishing with silver nanocarboxylates provides protective properties, and the biogenic trace elements contribute to the processes of wound granulation and rapid wound healing. The results of material modification by dipping are given, where both wet and dry samples were dipped into the working solution. The advantages of the dipping method over the aerosol method are shown. Atomic force microscopy is determined, changes occurring in the microstructure of the modified textile material.

Ключевые слова: перевязочный материал, антимикробные свойства, серебро, биоциды, микроэлементы, нанокарбоксилаты.

Keywords: dressings, antimicrobial properties, silver, biocides, trace elements, nanocarboxylate.

Раневые повязки из текстильных материалов обладают высокой поглотительной способностью, но плохо связывают экссудат. Другим отрицательным свойством текстильных повязок является их значительная адгезия к поверхности раны и болезненность при удалении. Смена повязок на текстильной основе должна происходить при адекватном обезболивании. Кроме того, повязка из текстильных материалов нуждается в обязательной фиксации. Явление антибиотикорезистентности стало одной из важнейших проблем в медицине. В связи с этим возникла необходимость создания и внедрения в медицинскую практику перевязочных материалов, содержащих высокоактивные антимикробные компоненты. Основная задача, которая ставится перед такими компонентами – не вызывать резистентности у микроорганизмов. Одним из перспективных направлений в решении данной проблемы является применение препаратов серебра.

Антибактериальные свойства серебра в виде солей, комплексов, кластеров (наночастиц) и коллоидных растворов известны давно [1]. Многие исследователи отмечают, что в наноразмерном состоянии серебро приобретает новые свойства и становится очень активным в отношении патогенной микрофлоры. Антимикробный эффект зависит от размеров частиц серебра и химической природы его соединений.

Применение активного серебра в виде наночастиц позволяет в сотни раз снизить концентрацию серебра с сохранением всех бактерицидных свойств. Использование наноконструкций серебра для пропитки перевязочного текстильного материала обусловлено их значительными и неоспоримыми преимуществами перед всеми существующими антимикробными средствами: широкий спектр антимикробной активности и отсутствие резистентности к ним патогенных микроорганизмов.

Серебро обладает выраженными антисептическими свойствами и проявляет активность по отношению к грамположительным и грамотрицательным, аэробным и анаэробным, спорообразующим бактериям в виде монокультур и микробных ассоциаций, включая антибиотикоустойчивые формы [2], [3].

В связи с этим на основе наноматериалов могут создаваться универсальные перевязочные материалы широкого спектра антимикробного действия.

При проведении модифицирования материалов способом окунания в рабочий раствор окунали как влажные, так и сухие образцы:

I вариант – окунание сухих проб; II вариант – окунание влажных проб.

I вариант: выстиранный образец выдерживали в термостате при температуре 90°C до полного высыхания;

- сухой образец материала выдерживали в течение экспериментального времени в рабочем растворе при температуре 20±2°C;

- марли отжимали между валами плюсовки, отрегулированными так, чтобы привес материала в мокром состоянии был не менее 80±2%;

- отжатую пробу высушивали в сушильном шкафу до фактической влажности $W_{ф} = 9,0 \pm 0,5\%$;

- для определения степени закрепления реагента в структуре материала образец стирали по вышепредложенной методике;

- выстиранные модифицированные образцы выдерживали в термостате при температуре 90°C до полного высыхания и подвергали влажно-тепловой обработке.

I вариант: выстиранный образец дополнительно отжимали между валами плюсовки, отрегулированными так, чтобы привес материала в мокром состоянии был не более 100 ± 2%;

- влажный образец материала выдерживали в течение экспериментального времени в рабочем растворе при температуре, равной 20 ± 2°C;

- ткань отжимали между валами плюсовки, отрегулированными так, чтобы привес материала после окунания был не менее 180 ± 2%;

- отжатую пробу высушивали до фактической влажности $W = 9,0 \pm 0,5\%$;

- для определения степени закрепления реагента в структуре материала образцы стирали по вышепредложенной методике;

- выстиранный модифицированный образец выдерживали в термостате при температуре 90°C до полного высыхания.

Способ окунания перед аэрозольным методом имеет следующие преимущества:

- меньшая трудоемкость;
- более равномерное распределение реагента по поверхности материала и в его структуре;
- окунание является частью технологического процесса отделки ткани;
- возможность подогрева рабочего раствора для эффективного закрепления реагентов в структуре материала; минимальный расход реагентов.

Технологическая схема обработка материалов способом окунания.

Технологические параметры процесса пропитки методом окунания.

Марли L толщиной H находятся в ванне со связующим на глубине П.

Связующее проникает в межволоконное пространство сквозь щели шириной δ , образованные параллельно уложенными элементарными волокнами (рис. 1 – схема проточной ванны).

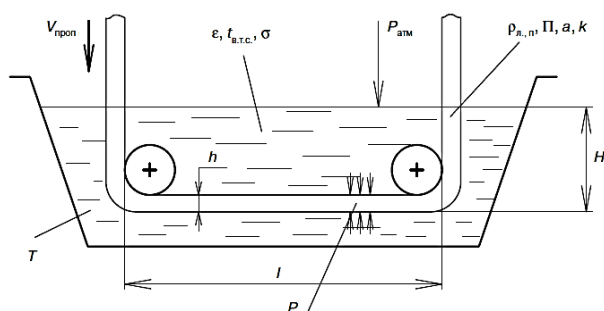


Рис. 1

Объемное содержание связующего, необходимое для пропитки единичного объема, будет равно:

$$V_{\text{св(ед)}} = \Pi H / 2,$$

где Π — относительное объемное содержание пор.

Объемное содержание пор определяется по формуле:

$$\Pi = 1 - \rho_{\text{стр}} / \rho_{\text{нап}},$$

где $\rho_{\text{стр}}$ — плотность волокнистой структуры, кг/м³; $\rho_{\text{нап}}$ — плотность материала, из которого изготовлено волокно, кг/м³.

Скорость пропитки (скорость, с которой волокно пропитывается связующим) хорошо описывается законом Дарси:

$$v_{\text{проп}} = k \Delta P / \eta l = 2kP / \eta l,$$

где k — коэффициент проницаемости.

Время пропитки на всю глубину ленты будет равно:

$$\tau_{\text{проп}} = \Pi h^2 \eta / 4kP.$$

При выходе из пропиточной ванны помимо того связующего, которое проникает в межволоконное пространство, поверхность волокнистого наполнителя захватывает еще некоторое количество связующего, толщина которого может быть определена по следующей формуле:

$$\delta = 1,32RC(\eta v / \sigma)^{2/3}$$

— для толщины ленты h , протягиваемой со скоростью v через ванну со связующим, с объемной концентрацией C и вязкостью η .

Необходимое содержание связующего в препреге обеспечивается последующим отжимом, который осуществляется роликами или эластичными губками.

Процесс пропитки водным раствором карбоксилатов металлов наполнителя (марли) происходит за счет реализации таких физических явлений, как смачивание поверхности наполнителя, диффузия водного раствора в поры и дефекты поверхности наполнителя и его приповерхностного слоя и фильтрации между частицами наполнителя (например, проникновение связующего в межволоконное пространство).

Проведен качественный анализ серебра в модифицированных образцах марли. Зависимость антисептических свойств обработанной марли от наличия в них металлического серебра подтверждена с помощью метода атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Метод АСМ позволяет получить наиболее достоверную информацию о наличии наночастиц в структуре текстильных материалов.

Основным рабочим инструментом атомно-силовой микроскопии является кантиле-

вер: упругая кремниевая балка, прикрепленная с одной стороны к держателю, а с другой – имеющая коническое острие. Разрешающая способность микроскопа определяется радиусом закругления острия иглы, составляющего в стандартных кантилеверах 10 нм, а в случае специально модифицированных – 1 нм.

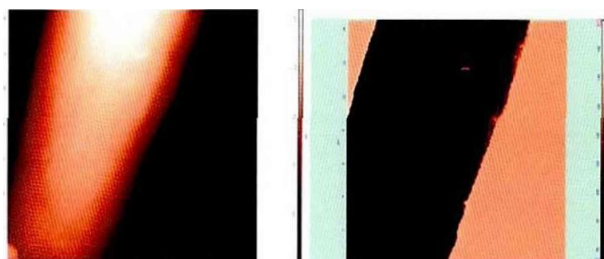
В нашей работе объектами наблюдения были как контрольные образцы марли медицинской, так и обработанная марля медицинская с наночитратом серебра.

Для исследования от полотна отделялась единичная нить, от которой в свою очередь отделялось единичное волокно диаметром примерно 5...15 мкм. Сканирование проводили в полуконтактном режиме, при котором кантилевер колеблется вблизи резонан-

са с амплитудой порядка 10...100 нм. По распределению фазового контраста были выявлены участки поверхности с разной жесткостью, инородные частицы, мелкие детали структуры на фоне общих геометрических неоднородностей (границы фибрилл).

Для установления наличия серебра в марле и характера его распределения на поверхности волокон было исследовано два образца: контрольный – исходная марля и образец, обработанный 0,02%-ным раствором наночитрата серебра. Изображения волокон представлены на рис. 2 и 3.

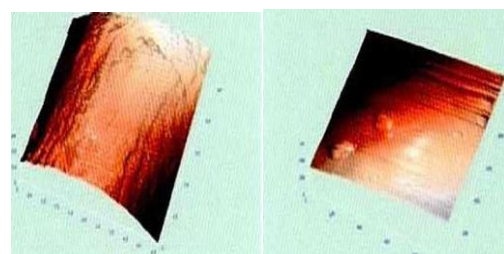
На рис. 2 представлены АСМ изображения контрольной пробы марли с различным размером скана: 15×15 мкм и 1×1 мкм, на которых частицы серебра не выявлены.



а)

б)

Рис. 2



а)

б)

Рис. 3

На рис. 3-б представлено трехмерное АСМ изображение волокон, где хорошо видно, что наночастицы серебра создают на поверхности характерный рельеф, отсутствующий на рис. 3-а, для необработанной марли.

Методом АСМ было установлено, что на 1 мкм² приходится около 17 наночастиц. Наночастицы серебра на поверхности волокон марли имели достаточно широкий диапазон размеров и различную (чаще неправильную) форму. Было определено, что горизонтальные размеры частиц составляли от 24 до 170 нм, а их высота колебалась от 1 до 31 нм, то есть частицы имели своеобразную приплюснутую форму. Число агрегации частиц, адсорбированных на поверхности волокон, находилось в интервале 4...28 нм, так как наиболее вероятный размер частиц в обработанной 0,02%-ным раствором наночитрата серебра близок к 6 нм.

Анализ полученных результатов позволяет сделать предположение о том, что вид связи наночастиц серебра с поверхностью волокон целлюлозы более соответствует хемосорбции, чем просто физической адсорбции.

ВЫВОДЫ

1. Исследован и предложен метод окунания для нанесения биоцида (наночитрата серебра) на марлю медицинскую отбеленную.

Атомно-силовая микроскопия позволила определить изменения, происходящие в микроструктуре модифицированного материала, то есть установить форму, латеральные и вертикальные размеры и количество частиц серебра на поверхности волокон.

2. Стандартные методики определения физико-механических и гигиенических ха-

рактических и микробиологические методы определения бицидности, бактерицидности и бактериостатичности позволяют оценить качество модифицированных перевязочных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсентьева И.П., Глущенко Н.Н., Павлов Г.В., Фолманис Г.Э. Использование биологических активных препаратов на основе наночастиц металлов в медицине и сельском хозяйстве // В кн.: Индустрия наносистем и материалы: оценка нынешнего состояния и перспективы развития. – М.: Центр "Открытая экономика". – 2006. С. 26...33.

2. Киселева А.Ю. Бактерицидные текстильные материалы на основе биологически активных препаратов и наносеребра // Тез. докл. на семинаре "Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы". – С.-П.: С.-Петербургский университет технологии и дизайна, 2011.

3. Suits V., Isambaeva A., Missyul E., Espaeva A., Khamza A. The formation of transport and logistics system models of Kazakhstan // Industrial Technology and Engineering. – №1 (22), 2017. P. 25...35.

4. Мосин О.В. Модификация и создание материалов с помощью наносеребра. [http://www.medicinform.net/biochemistry/nanoserebro1_1.htm]

5. Пащенко А., Яковчук Ю. Антимикробные свойства перевязочного текстильного материала, импрегнированного серебром в форме карбоксилата // Тр. МНПК: "Ауэзовские чтения -13: "Нурлы жол" – стратегический шаг на пути индустриально-инновационного и социально-экономического развития страны". – Шымкент: ЮКГУ им. М.Ауэзова, 2015. С.290...293.

REFERENCES

1. Arsent'eva I.P., Glushchenko N.N., Pavlov G.V., Folmanis G.E. Ispol'zovanie biologicheskikh aktivnykh preparatov na osnove nanochastits metallov v meditsine i sel'skom khozyaystve // V kn.: Industriya nanosistem i materialy: otsenka nyneshnego sostoyaniya i perspektivy razvitiya. – M.: Tsentr "Otkrytaya ekonomika". – 2006. S. 26...33.

2. Kiseleva A.Yu. Bakteritsidnye tekstil'nye materialy na osnove biologicheskikh aktivnykh preparatov i nanoserebra // Tez. dokl. na seminare "Nanostrukturnye, voloknistye i kompozitsionnye materialy". – S.-P.: S.-Peterburgskiy universitet tekhnologii i dizayna, 2011.

3. Suits V., Isambaeva A., Missyul E., Espaeva A., Khamza A. The formation of transport and logistics system models of Kazakhstan // Industrial Technology and Engineering. – №1 (22), 2017. P. 25...35.

4. Mosin O.V. Modifikatsiya i sozdanie materialov s pomoshch'yu nanoserebra. [http://www.medicinform.net/biochemistry/nanoserebro1_1.htm]

5. Pashchenko A., Yakovchuk Yu. Antimikrobnnye svoystva perevyazochnogo tekstil'nogo materiala, impregirovannogo serebrom v forme karboksilata // Tr. MNPK: "Auezovskie chteniya-13: "Nurly zhol" –strategicheskiy shag na puti industrial'no-innova-tsionnogo i sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya strany". – Shymkent: YuKGU im. M.Auezova, 2015. S.290...293.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов ЮКГУ им. М. Ауэзова. Поступила 20.10.18.