

УДК 677.027

**БАКТЕРИЦИДНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ
ПЕРЕВЯЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ НАНОЦИТРАТА СЕРЕБРА**

**BACTERICIDAL TEXTILE
TREATMENT MATERIALS BASED
ON NANO CITRATE SILVER**

*В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Р.С. ТАШМЕНОВ, Ж.С. ТОКСАНБАЕВА, Г.Ш. АШИРБЕКОВА,
Н.Н. ТОЛГАНБЕК, А.Н. ШАЙМАХАНОВА*
*V.M. JANPAIZOVA, R.S. TASHMENOV, J.S. TOKSANBAEVA, G.SH. ASHIRBEKOVA,
N.N. TOLGANBEK, A.N. SHAIMAKHANOVA*

**(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 рассмотрена возможность пропитки текстильных перевязочных материалов водными растворами наночитрата серебра. Проведенные исследования показали зависимость антибактериального эффекта перевязочных материалов, импрегнированных водными растворами цитрата серебра.

ра, от концентрации этих растворов. Проведены эксперименты по аэрозольному способу пропитки материала, показаны преимущества и недостатки этого метода. Приведены результаты по определению бактерицидных свойств образцов марли, обработанных 0,02%-ным раствором наноцитрата серебра, которые показали, что пропитанные материалы обладают высокой антимикробной активностью.

This article discusses the possibility of impregnation of textile dressings with aqueous solutions of silver nano citrate. Studies have shown the dependence of the antibacterial effect of dressings impregnated with aqueous solutions of silver citrate on the concentration of these solutions. Experiments on the aerosol method of impregnation of the material, the advantages and disadvantages of this method. The results of the determination of the bactericidal properties of gauze samples treated with a 0.02% silver nano citrate solution, which showed that the impregnated materials have a high antimicrobial activity, are presented.

Ключевые слова: текстильные перевязочные материалы, наноцитрат серебра, бактерицидные свойства, аэрозольный способ, пропитка.

Keywords: textile dressings, silver nano citrate, bactericidal properties, aerosol method, impregnation.

Актуальность создания ранозаживляющих средств нового поколения связана с ожидаемым дополнительным лечебным эффектом. Кроме того, существует потребность в ранозаживляющих материалах, представленных в разных медицинских формах (суспензия, гель для стоматологии, повязки, салфетки для хирургии и пр.). Необходимость в ранозаживляющих средствах, в том числе и в новых перевязочных материалах, продиктована широким распространением раневых повреждений как гражданского, так и военного характера.

Попытки создания перевязочного материала с дополнительными лечебными свойствами привели к устойчивой тенденции разработки материалов, обладающих бактерицидным действием (салфетки, бинты, пластыри и др.). Немногочисленную группу антисептических перевязочных материалов получают путем импрегнации обычного перевязочного материала антисептиками. При этом все недостатки обычных антисептиков (раздражающее и токсическое действие, возможность образования резистентных штаммов микроорганизмов, отсутствие избирательности) переносятся на перевязочный материал. Исследования, представленные в литературе, показывают, что применение сов-

ременных антисептиков для обработки ран обеспечивает снижение количества бактерий приблизительно на 50...70% только на 14 сутки. Лучшие препараты (например, повидон-йод) гарантируют бактериологическую эффективность на уровне 90%. Отсюда следует, что после лечения из 1000 микроорганизмов остаются вирулентными 100, что может привести к возобновлению болезни.

Наиболее перспективным направлением расширения ассортимента и улучшения свойств текстильных материалов различного состава является не столько разработка новых видов химических веществ для производства текстильных волокон, сколько модификация уже существующих волокон и готовых текстильных материалов с целью придания им новых свойств. Освоение нанотехнологий текстильной отраслью требует создания не только новых технологий и оборудования, но и решения проблем контроля качества текстильных материалов с новыми свойствами. Чаще всего модификация текстильных материалов для получения требуемых свойств происходит за счет нанесения на поверхность текстиля различных покрытий [1].

В настоящее время активно проводятся исследования в области наноматериалов на

основе серебра. Использование пропитки тканей наночастицами серебра дает возможность получать текстильные материалы, обладающие антибактериальными свойствами. Большое внимание уделяется функциональной активности наночастиц серебра с точки зрения придания как бактерицидных, так и бактериостатических свойств различным материалам и изделиям. Эти свойства делают незаменимыми данные модифицированные текстильные материалы для производства текстиля медицинского назначения. Таким образом, потребность в производстве высококачественных текстильных материалов специального назначения с высокими гигиеническими характеристиками, а также антимикробными и антистатическими свойствами обуславливает актуальность разработки данной темы.

В связи с актуальностью направления по модификации текстильных материалов были проведены исследования возможности изменения поверхностных свойств текстильных перевязочных материалов с целью дальнейшего нанесения на их поверхность наночастиц серебра и получения текстильных материалов с антибактериальными свойствами.

Объектом исследования служил текстильный перевязочный материал ПМ (бинт марлевый нестерильный ГОСТ 1172–93, хлопок 100%) импрегнированный растворами наночитрата серебра в концентрации 0,005%; 0,01%; 0,012%; 0,017%; 0,02%.

Количественную оценку антимикробной активности образцов ПМ с различным содержанием цитрата серебра проводили по величине зоны задержки роста микроорганизмов вокруг пробы образца.

Для выбора оптимального метода обработки текстильных материалов предварительно была проведена экспериментальная оценка различных технологий [2].

Испытания проводили при следующих условиях:

- температура воздуха 20 ± 2 °С;
- относительная влажность воздуха 65 ± 2 % [2].

Для обработки текстильных перевязочных материалов использовали аэрозольный способ.

При проведении модифицирования материалов аэрозольным способом рабочий раствор распыляли как на влажные, так и на сухие образцы:

I вариант – обработка сухих проб ткани аэрозольным напылением;

II вариант – обработка влажных проб ткани аэрозольным напылением.

I вариант осуществлялся следующим образом:

- выстиранный образец выдерживали в термостате при температуре 90°С до полного высыхания (до постоянного веса);

- подготовленный сухой образец материала располагали на горизонтальной поверхности, обрабатывали антисептическим раствором с помощью разбрызгивающего устройства (пульверизатора) при комнатной температуре до полного привеса в мокром состоянии 80 ± 2 %;

- обработанный образец высушивали до фактической влажности $9,0 \pm 0,5$ %;

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

- выстиранный образец текстильного перевязочного материала выдерживали в термостате при температуре 90°С до полного высыхания.

II вариант проводился следующим образом:

- выстиранный образец ткани дополнительно отжимали между валами плюсовки, отрегулированными так, чтобы привес в мокром состоянии составлял не более 100 ± 2 %;

- подготовленный влажный образец материала располагали на горизонтальной поверхности, обрабатывали с помощью разбрызгивающего устройства (пульверизатора) антисептическим раствором при комнатной температуре до полного привеса 180 ± 2 %;

- модифицированные образцы выдерживали в термостате при температуре 90°С до полного высыхания;

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

- выстиранные модифицированные образцы выдерживали в термостате при температуре 90°С до полного высыхания.

Преимущество способа аэрозольного напыления сухих и влажных проб перед способом окунания заключается в том, что обеспечивается более экономичный расход антисептика. Однако необходимо отметить следующие недостатки:

- невозможность дополнительного подогрева рабочего раствора для эффективного закрепления его реагентов на ткани;
- необходимость применения дополнительных мер защиты на рабочем месте, что связано с большой вероятностью попадания реагента в атмосферу;
- неоднородность покрытия реагентом поверхности материала, что в большей степени характерно для сухих образцов.

Технологическая схема обработки текстильных перевязочных материалов аэрозольным способом показана на рис. 1: 1 – распылитель; 2 – марля медицинская; 3 – пятно факела распылителя; 4 – направление движения распылителя.

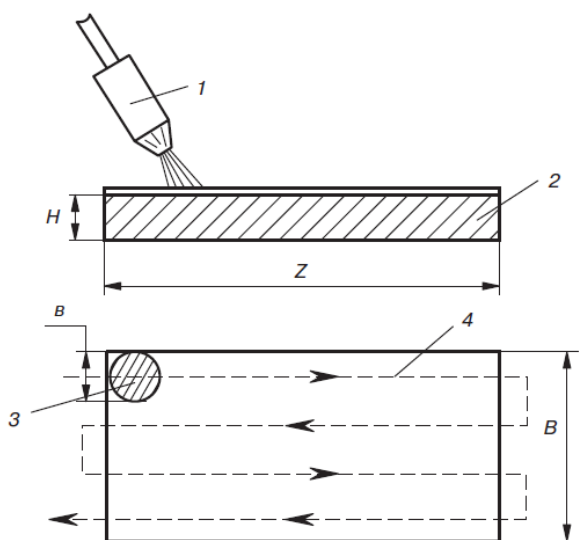


Рис. 1

На поверхность волокнистой заготовки напыляют слой связующего толщиной

$$\delta = \text{НП},$$

где Н – толщина пропитываемого материала; П – относительная объемная пористость пакета.

Если нанесение связующего на поверхность наполнителя осуществляется распылителем, имеющим производительность Пр (см/с), v – ширина факела напыляемого связующего; Z, В, Н – размеры пропитываемого пакета, то скорость движения распылителя v равна:

$$v = \text{Пр} / (\text{НвП}),$$

а время распыления:

$$\tau = (\text{НвЗП})/\text{Пр}.$$

Проникновение связующего в межволоконное пространство осуществляется под действием капиллярных сил.

Образцы испытуемой марли медицинской одинакового веса и размера (около: 2×2 см) помещали в аэрозольную камеру фирмы Глас-Колл. Затем распыляли 7 мл бактериальной суспензии, содержащей в 1 мл изотонического раствора хлорида натрия 10⁶ жизнеспособных клеток. В качестве генератора аэрозолей применяют стандартный распылитель-небулайзер. Сразу после распыления определяли количество выживших микроорганизмов на поверхности тест-образца марли методом отпечатка его на чашке Петри с МПА (мясопептонный агар). Учет результатов проводили через 24 ч инкубации чашек с отпечатками в термостате при T=37°C. Сравнивая количество выросших колоний микроорганизмов (КОЕ) в отпечатках марли с антимикробным нанесением и контрольными образцами марли, высчитывали процент гибели тест-микроорганизмов. Количество клеток, выросших в контроле, принимали за 100%, в опыте – за X%. Определяли значение X, то есть процент выросших колоний с антимикробной марли медицинской. Бактерицидное действие выражалось в процентах от контроля.

Бактерицидные свойства образца марли, обработанные 0,02%-ным раствором нанокитрата серебра аэрозольным методом, приведены в табл. 1, откуда следует, что бактерицидность достаточно высокая.

Антисептическая композиция	Снижение роста числа колоний бактерий		
	(бактерицидность), %		
	Bacillus	St. Aureus	E.coli
1.Контрольный образец	0	0	0
2.Марля обработанная 0,02%-ным раствором наноцитрата серебра	12мм (89,6%)	13мм (90,31%)	9мм (74,2%)

Установлено, что обработка марли 0,02%-ным раствором наноцитрата серебра приводит к повышению общей бактерицидности образцов для штаммов *Bacillus* и *St. Aureus* и немного снижена по отношению к штамму *E.coli*.

При проявлении высокого бактерицидного эффекта через 24 ч рост колоний микроорганизмов снижается на 25% и выше. Снижение роста колоний через 24 ч на 90,31% характеризует проявление достоверных высоких бактерицидных свойств.

Таким образом, используемый раствор наноцитрата серебра для придания текстильным перевязочным материалам антибактериальных свойств показал, что он обладает высокой антимикробной активностью, широким спектром антибактериального действия, вместе с тем имеет место отсутствие деструктирующего влияния на материалы и гарантия экологической безопасности [4]. Кроме того, они не являются токсичными в тех концентрациях, которые обеспечивают стабильный антибактериальный эффект.

ВЫВОДЫ

1. Исследован и предложен аэрозольный метод нанесения биоцида (наноцитрата серебра) на перевязочные материалы. Проведено исследование оптимальной концентрации раствора цитрата серебра для придания перевязочному материалу антимикробных свойств.

2. Применение серебра в наноразмерной форме позволяет в сотни раз снизить его концентрацию с сохранением бактерицидных свойств этого металла в химически чистой форме.

3. Большая удельная площадь поверхности модифицированных материалов увеличивает область контакта наночастиц серебра с микроорганизмами, повышая его бактерицидные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абхалимов Е.В., Парсаев А.А., Ершов Б.Г.* Получение наночастиц серебра в водных растворах в присутствии ионизирующих карбонатов // Коллоидный журнал. – 2011. Т.73. № 1, С. 3...8.
2. Отчет о научно-исследовательской работе "Разработка технологии наномодифицирования текстильных материалов и изделий частицами металлов. – М.: ОАО ЦНИИШП, 2007.
3. *Kornphimol Kulthong, Sujittra Srisung.* Determination of silver nanoparticle release from antibacterial fabric into artificial sweat // Particle and fibre toxicology. – BioMed Central, №4, 2010. (The European Biocidal Products Directive 98/8/EC-BPD).
4. *Мамонова И.И.* Влияние наночастиц переходной группы металлов на антибиотикорезистентные штаммы микроорганизмов: Дис. ... док. биол. наук. – 2013.
5. *Satayev M., Samonin V., Saipov A., Azimov A., Amiraliev B., Ainabekov N.* Mathematical description of mass transfer process at adsorptive oil purification // Industrial Technology and Engineering. – №1 (22), 2017. P. 11...25.

REFERENCES

1. *Abkhalimov E.V., Parsaev A.A., Ershov B.G.* Poluchenie nanochastits serebra v vodnykh rastvorakh v prisutstvii ioniziruyushchikh karbonatov // Kolloidnyy zhurnal. – 2011. T.73. № 1, S. 3...8.
2. Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote "Razrabotka tekhnologii nanomodifitsirovaniya tekstil'nykh materialov i izdeliy chastitsami metallov. – М.: ОАО TsNIIShP, 2007.
3. *Kornphimol Kulthong, Sujittra Srisung.* Determination of silver nanoparticle release from antibacterial fabric into artificial sweat // Particle and fibre toxicology. – BioMed Central, №4, 2010. (The European Biocidal Products Directive 98/8/EC-BPD).
4. *Mamonova I.I.* Vliyanie nanochastits perekhodnoy gruppy metallov na antibiotikorezistentnyye shtammy mikroorganizmov: Dis. ... dok. biolog. nauk. – 2013.
5. *Satayev M., Samonin V., Saipov A., Azimov A., Amiraliev B., Ainabekov N.* Mathematical description of mass transfer process at adsorptive oil purification // Industrial Technology and Engineering. – №1 (22), 2017. P. 11...25.

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