

УДК 677.027

**АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ****<sup>1</sup>Джанпаизова В.М., <sup>1</sup>Ташменов Р.С., <sup>2</sup>Токсанбаева Ж.С., <sup>1</sup>Аширбекова Г.Ш.,  
<sup>1</sup>Толганбек Н.Н., <sup>1</sup>Шаймаханова А.Н.**<sup>1</sup>*Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент;*<sup>2</sup>*Южно-Казахстанская медицинская академия, Шымкент, e-mail: vasmir1@mail.ru*

В статье обсуждается возможность использования нанотехнологий при производстве медицинского текстиля. С использованием метода поверхностного нанесения реагентов на текстильные перевязочные материалы получены экспериментальные образцы, модифицированные наночитратом серебра. Для оценки потребительских свойств, по стандартной методике были испытаны опытные образцы и получены данные о показателях гигиенических и физико-механических свойств текстильных перевязочных материалов, пропитанных водными растворами наночитрата серебра. Приведено описание методов и используемой аппаратуры для модифицирования текстильных материалов наночастицами металлов. Получены данные по показателям: жесткость, воздухопроницаемость, усадка, удлинение, водопоглощение, капиллярность и гигроскопичность. Сравнительный анализ этих гигиенических и физико-механических показателей показал, что обработка наночитратом серебра оказала положительное влияние на основные показатели перевязочных материалов, улучшенную жесткость, уменьшенное набухание, уменьшенную усадку, улучшенное водопоглощение, капиллярность и гигроскопичность, благодаря структурированию волокон текстильного материала. Коэффициент воздухопроницаемости увеличивается особенно после пропитки раствором наночитрата серебра, так как механическая обработка приводит к разрыхлению, системы нитей, становится менее плотной, увеличивается расстояние между волокнами и сквозными порами. Разрывная нагрузка модифицированной марли практически не отличалась от контрольных образцов. Получение модифицированных текстильных перевязочных материалов с лечебными свойствами позволяет расширить ассортимент медицинских средств.

**Ключевые слова:** текстильные перевязочные материалы, наночитрат серебра, гигиенические свойства, физико-механические показатели, модификация

**ANALYSIS OF CONSUMER PROPERTIES OF MODIFIED TEXTILE DRESSINGS****<sup>1</sup>Dzhanpaizova V.M., <sup>1</sup>Tashmenov R.S., <sup>2</sup>Toksanbaeva Zh.S., <sup>1</sup>Ashirbekova G.Sh.,  
<sup>1</sup>Tolganbek N.N., <sup>1</sup>Shaymakhanova A.N.**<sup>1</sup>*M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent;*<sup>2</sup>*South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, e-mail: vasmir1@mail.ru*

This article discusses the possibility of using nanotechnology in the production of medical textiles. Using the method of surface application of reagents to textile dressings, experimental samples modified with silver nanocitrate were obtained. To assess consumer properties, the standard method was used to test prototypes and obtain data on the indicators of hygienic and physical and mechanical properties of textile dressings impregnated with aqueous solutions of silver nanocitrate. The characteristics of methods and equipment for modifying textile materials with metal nanoparticles are described. Data on the parameters of stiffness, breathability, shrinkage, elongation, water absorption, capillarity and hygroscopicity were obtained. A comparative analysis of these hygienic and physical-mechanical indicators showed that silver nanocitrate treatment had a positive effect on the main indicators of dressings, improved stiffness, reduced swelling, reduced shrinkage, improved water absorption, capillarity and hygroscopicity due to the structuring of textile material fibers. The coefficient of breathability increases especially after impregnation with a solution of silver nanocitrate as mechanical processing leads to loosening, the system of threads becomes less dense, the distance between the fibers and the through pores increases. The breaking load of the modified gauze practically did not differ from the control samples. Obtaining modified textile dressings with medicinal properties allows you to expand the range of medical products.

**Keywords:** textile dressings, silver nanocitrate, hygienic properties, physical and mechanical parameters, modification

Во всем мире наблюдается интенсивное распространение нанотехнологий, то есть технологий, предназначенных для получения и эффективного практического использования нанообъектов и наносистем с особыми свойствами, которые применяются во многих отраслях промышленности. Основной характеристикой нанотехнологий является способность контролировать процессы изменения вещества на уровне макромолекул, создавая новые вещества с новыми химическими, физическими

и биологическими свойствами. Комбинация методов и приемов позволяет создавать и модифицировать контролируемые объекты, которые включают в себя компоненты размером 1–100 нм и обладают принципиально новыми качествами, позволяющими улучшить эксплуатационные и потребительские характеристики, а также свойства получаемых продуктов [1, 2]. Известно, что медицинский текстиль занимает значительную часть производства противомикробного текстиля. Одним из актуальных

направлений современных исследований в области выбора антимикробных препаратов для медицинского текстиля сегодня является борьба с устойчивыми к антибиотикам микроорганизмами и внутрибольничными инфекциями.

Существуют различные технологии производства текстильных материалов с антисептическими свойствами. Биологическая активность волокон и текстильных материалов определяется свойствами содержащихся в них веществ. Способы придания антибактериальных свойств волокнистым материалам можно разделить на следующие группы:

- укрепление ионов металла в тонкой структуре волокон при их формовании;
- взаимодействие ионов металлов с волокнами по химическим связям, метод химической модификации.

Структурная модификация может быть связана с химическими волокнами, в которые вводят биоциды во время процесса модификации. Химической модификации подвергаются все виды текстильных материалов. Различные методы используются для химической модификации полотен [3]. Одним из них является поверхностное нанесение биоцидных препаратов, которое осуществляется пропиткой, опрыскиванием или погружением с последующим высушиванием [4, 5].

Анализируя существующие способы придания антисептических свойств текстильным материалам, можно отметить метод поверхностного нанесения реагентов на материалы, способом окунания. Это распространённый метод на практике довольно прост в исполнении, не требует сложного специального оборудования и даёт высокий практический результат [5].

Придание текстильным материалам антимикробных свойств преследует две основные цели: защита от действия микроорганизмов и защита от действия патогенной микрофлоры объектов, контактирующих с текстильными материалами.

Наночастицы серебра используются для придания антибактериальных свойств. Ионы соединений металлов проявляют определенный стерилизующий эффект. Считается, что часть кислорода в воздухе или воде превращается в активный кислород с помощью катализатора, содержащего ион металла, разрушая тем самым органическое вещество, создавая стерилизующий эффект. Наноматериалы обладают улучшенными каталитическими свойствами благодаря своему высокому поверхностному заряду, атомы которого меняются при использовании наноматериалов с размером частиц,

количество реагентов частиц на единицу площади значительно увеличилось. Наночастицы серебра имеют очень большую удельную поверхность, что увеличивает их контакт с бактериями или грибами и значительно улучшает их бактерицидные и фунгицидные свойства. Наносеребро очень быстро реагирует с белками [6].

Было обнаружено, что бактерицидный эффект ионизированного серебра в 1750 раз сильнее карболовой кислоты, в 3,5 раза сильнее, чем хлорид ртути и хлорид извести. Кроме того, спектр противомикробного действия серебра намного шире, чем у многих антибиотиков и сульфаниламидов. Серебро обладает более сильным противомикробным действием против аэробных и анаэробных микроорганизмов, чем пенициллин, биомицин и другие антибиотики, и оказывает вредное воздействие на штаммы (сорты) *virus10* и грибы. Использование активного серебра в виде наночастиц позволяет в сотни раз снизить концентрацию серебра, сохраняя при этом все бактерицидные свойства. В исследовании для придания антибактериальных свойств текстильным перевязочным материалам использован нанокитрат серебра

Целью исследования является сравнительный анализ потребительских свойств модифицированных нанокитратом серебра текстильных перевязочных материалов.

#### Материалы и методы исследования

Объект исследования в данной статье – текстильная повязка Э58 РМ (нестерильная марля ГОСТ 1172-93, 100% хлопок), пропитанная растворами нанокитрата серебра. Образцы ткани размером 200×200 мм после определения точной массы на аналитические весы, пропитанные аппретирующими водными растворами составы на двухвальной плюсовке лабораторной с отжимом 90%. Сушка ее и термообработка проводятся в сушилке с терморегулятором и на термопрессе.

Температура термообработки составляет 1400 °С в течение 2 мин. После сушки образцы термообработки отмывают в дистиллированной воде, следует сушка при комнатной температуре. Количественное определение антимикробной активности образцов ПМ с различным содержанием цитрата серебра определялось размером зоны подавления роста микроорганизмов вокруг образца [6].

Воздухопроницаемость аппретированных текстильных материалов определяют на приборе ВПТМ-2 по ГОСТ 12088-77 [7].

Для определения разрывных характеристик используют разрывную машину РТ-250М (ГОСТ 3813-72) [8].

С помощью метода атомно-силовой микроскопии (АСМ) определена зависимость антисептических свойств обработанной марли от наличия в них частиц металлического серебра.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Особое внимание было уделено гигиеническим свойствам медицинской марли, поскольку они имеют большое значение в процессе получения перевязочных материалов (табл. 1).

Анализ гигиенических свойств модифицированных образцов медицинской марли, отобранных по номенклатуре, показал улучшение таких свойств, как водопоглощение, капиллярность (по основе от 92 мм до 103 мм, по утку от 80 мм до 103 мм), гигроскопичность, которая отражает общее улучшение качества медицинской марли.

Качество продукта оценивается по его потребительским свойствам. Пропитка наноцитратом серебра позволила улучшить свойства марли. В процессе эксплуатации текстильные изделия подвержены процессам натяжения, усадки, взрывоопасных нагрузок, истиранию, поэтому модифицированная марля должна иметь характеристики высокой прочности [5]. Марля должна быть мягкой, выдерживать определенные разрывные нагрузки и иметь низкую усадку. Такие свойства обеспечивают его удобное использование с получением антисептических свойств для перевязок. Для оценки потребительских свойств модифицированные образцы марли были испытаны с использованием стандартных методов для наиболее значимых показателей номенклатуры тре-

бований к марле с антисептическими свойствами (табл. 2).

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что процесс модификации оказал положительное влияние на основные механические характеристики марли.

Так, улучшились показатели жёсткости модифицированной марли. Контрольный образец марли после мокрой обработки показал небольшую усадку – 5%, а в модифицированных образцах усадка – 2%. Анализ показывает, что обработка наноцитратом серебра приводит к некоторому структурированию волокон тканей и уменьшает степень их набухания.

Усадка тканей – это сложный процесс, который зависит от комплекса взаимосвязанных явлений: процессов обратной релаксации и набухания волокон. Обратные процессы релаксации происходят в результате деформации волокон, пряжи и марли в процессе создания ткани. Во время процесса отделки марля испытывает сильное натяжение, а во время окончательной отделки, под воздействием высокой температуры, эта деформация закрепляется сушкой. Чем больше деформация марли в процессе производства, тем больше усадка при мокрой обработке. В хлопке молекулы целлюлозы связаны сильным межмолекулярным взаимодействием. В тревожном волокне эти отношения несколько уменьшаются, так что при разгрузке происходит самопроизвольный процесс дезориентации структуры. Во время влажных обработок молекулы воды, которые проникают между нитями ткани, волокнами нитей и молекулярными цепями, ослабляют силы их взаимодействия.

**Таблица 1**

Гигиенические свойства марли медицинской

Свойства марли медицинской	Образец	
	Контроль	Пропитанный раствором наноцитрата серебра
1	2	3
Гигроскопичность Жг, %		
до пропитки	14,05	14,29
после пропитки раствором наноцитрата серебра	14,25	14,79
Капиллярность К, мм		
до пропитки по основе	92	103
по утку	80	103
после пропитки раствором наноцитрата серебра		
по основе	142	146
по утку	129	146
Водопоглощение, Вп %		
до пропитки	50	52
после пропитки раствором наноцитрата серебра	65	63

Таблица 2

Физико-механические свойства модифицированных образцов марли

Свойства марли	Образец	
	Контроль	Обработанный 0,04% раствором наночитрата серебра
Жесткость E1, кН·см <sup>2</sup> :		
по основе	770	747
по утку	340	298
Усадка У, %:		
по основе	5,0	2,0
по утку	5,5	2,0
Разрывная нагрузка Р, Н:		
по основе	82	76
по утку	38	34
Удлинение при разрыве, %:		
по основе	12	16
по утку	18	22

Продолжительность процесса релаксации зависит от температуры воды. Когда волокна набухают, диаметр нити увеличивается, вызывая растяжение периферийных волокон, набухание вокруг пряжи. Это дополнительный источник напряжения на волокнах. При мокрой обработке механические силы превышают внутренние силы трения волокон и пряжи друг с другом. Это облегчает движение волокон и нитей в пряже [5]. Волокна, которые скользят по диаметру нити, утолщают её, и по длине – укорачивают. Следовательно, после мокрой обработки наблюдается уменьшение размера ткани. Марля в процессе мокрой обработки показала небольшую усадку – 5%. В процессе модификации 0,04%-ным раствором наночитрата серебра усадка составляет – 2%.

На разрывной машине РТ-250М определялись показатели прочности на разрыв согласно методологии 2.4.3 [8]. Разрывная нагрузка модифицированной марли практически не отличалась от контрольных образцов.

После изменения основных физических характеристик улучшились все показатели. Коэффициент воздухопроницаемости в сухом состоянии воздуха особенно возрастает в модифицированных образцах, пропитанных раствором наночитрата серебра.

Для образцов, модифицированных наночитратом серебра, коэффициент воздухопроницаемости ВР и общую пористость смачиваемой марли определяли стандартными методами. Результаты исследования зависимости общей пористости и воздухопроницаемости от фактической влажности тканей свидетельствуют о том, что коэффициент воздухопроницаемости уменьшается с увлажнением тканей. Это

связано с уменьшением пористости этих тканей. Рыхлая система нитей в результате механической обработки становится менее плотной, расстояние между нитями и волокнами увеличивается, что приводит к увеличению пор. Известно, что доминирующую роль в воздухопроницаемости волокнистых сетчатых структур играет их поверхностная пористость, то есть наличие сквозных пор в материале.

Процесс модификации значительно увеличил капиллярность тканей по основе от 92 мм до 103 мм, по утку от 80 мм до 103 мм.

Капиллярность зависит от плотности волокон и нитей, из которых состоит ткань, а также от степени смачивания поверхности материала жидкостью. Следовательно, при механическом воздействии и во время пропитки смачиваемость материала улучшается. И, как следствие, увеличивается капиллярность.

Чтобы установить наличие серебра в марле и характер его распределения по поверхности волокон, были изучены два образца: начальная контрольная марля и образец, обработанный 0,04% раствором наночитрата серебра. С АСМ было обнаружено, что около 17 наночастиц падают на 1 мкм<sup>2</sup>. Наночастицы серебра на поверхности марлевых волокон имели довольно широкий диапазон размеров и различных (часто нерегулярных) форм. Было установлено, что размеры горизонтальных частиц составляют от 24 до 170 Нм, а их высота колеблется от 1 до 31 Нм, то есть частицы имеют определенную сплюснутую форму. Количество агрегатов частиц, адсорбированных на поверхности волокон, было в том числе между 4 и 28 нм, так как размер ча-

стиц, скорее всего, в обработанной раствором наночитрата серебра в 0,04% – это ближе к 6 нм [9].

Анализ результатов предлагает, что тип связывания наночастиц серебра с поверхностью волокон целлюлозы является более последовательным с chemisorbimento по сравнению с простой адсорбцией fisico.

### Выводы

Стандартные методы определения гигиенических свойств и физико-механических характеристик позволили оценить качество модифицированных текстильных перевязочных материалов.

Анализ гигиенико-физико-механических характеристик показал, что обработка наночитратом серебра оказала положительное влияние на ключевые показатели повязки, улучшенные показатели жесткости, степень отечности уменьшилась, уменьшилось сокращение, улучшились такие свойства, как водопоглощение, капиллярность и гигроскопичность, из-за определенного текстурирования ткани волокна.

Атомная силовая микроскопия позволила определить изменения, происходящие в микроструктуре модифицированного материала, например, установить форму 3, поперечную и вертикальные размеры и количество частиц серебра на поверхности волокон.

Выбранная технология производства новых перевязочных материалов с лечебными свойствами позволит расширить ассортимент медицинских текстильных материалов.

*Научные исследования выполнены благодаря грантовому проекту МОН РК AP05131936 «Научное обоснование и разработка технологии придания лечебных*

*свойств текстильным перевязочным материалам и оценка их качества».*

### Список литературы

1. Barbara Simoncic and Brigita Tomsic Structures of novel Antimicrobia; Agents for Textiles. Textile Research Journal. 2010. Vol. 80 (16). P. 1721–1737.
2. Киселева А.Ю. Бактерицидные текстильные материалы на основе биологически активных препаратов и наносеребра // Тез. докл. на семинаре «Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы». СПб.: С.-Петербургский государственный университет промышленной технологии и дизайна, 2011. С. 4.
3. Рахимова С.М., Виг А., Таусарова Б.Р. Разработка нового способа придания биоцидных свойств хлопчатобумажным текстильным материалам с использованием наночастиц металлов // Вестник Алматинского технологического университета. 2015. № 3 (108). С. 80–83.
4. Пашенко А., Яковчук Ю. Антимикробные свойства перевязочного текстильного материала, импрегнированного серебром в форме карбоксилата // Ауэзовские чтения – 13: «Нурлы жол» – стратегический шаг на пути индустриально-инновационного и социально-экономического развития страны: материалы международной научно-практической конференции. Шымкент: Издательство Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, 2015. С. 290–293.
5. Баранова О.Н. Разработка метода придания антисептических свойств целлюлозным текстильным полотнам бельевого ассортимента и оценка их качества: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01. Москва, 2012. 167 с.
6. Джанпаизова В.М., Ташменов Р.С., Токсанбаева Ж.С., Аширбекова Г.Ш., Толганбек Н.Н., Шаймаханова А.Н. Бактерицидные текстильные перевязочные материалы на основе наночитрата серебра // Технология текстильной промышленности. 2019. № 1 (379). С. 205–209.
7. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Методы определения воздухопроницаемости. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 12 с.
8. ГОСТ 3813-72. (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82). Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 12 с.
9. Джанпаизова В.М., Ташменов Р.С., Токсанбаева Ж.С., Аширбекова Г.Ш., Толганбек Н.Н., Дуйсенова Ш.Б. Придание лечебных свойств текстильным материалам медицинского назначения // Технология текстильной промышленности. 2019. № 1 (379). С. 205–209.