

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ,  
ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ МАРЛИ**

**A STUDY OF PHYSICOMECHANICAL,  
HYGIENIC PROPERTIES  
OF MODIFIED SAMPLES MARLEY**

*В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Р.С. ТАШМЕНОВ, Ж.С. ТОКСАНБАЕВ,  
Г.Ш. АШИРБЕКОВА, Н.Н. ТОЛГАНБЕК, Н.А. АЙТОРЕЕВ*

*V.M. JANPAIZOVA, R.S. TASHMENOV, J.S. TOKSANBAEVA,  
G.SH. ASHIRBEKOVA, N.N. TOLGANBEK, N.A. AUTOREIV*

**(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 представлены результаты анализа физико-механических, гигиенических свойств модифицированных образцов марли на основе наноцитрата серебра. Для оценки потребительских свойств модифицированные образцы марли были испытаны стандартными методами. Анализ полученных данных по физико-механическим показателям позволил установить, что процесс модифицирования оказал положительное влияние на основные механические характеристики марли. Улучшились физико-механические свойства модифицированной марли, что связано с структурированием волокон. Изучение гигиенических свойств текстильных перевязочных материалов показало улучшение таких показателей, как водопоглощение, капиллярность и гигроскопичность.*

*This article presents the results of the analysis of physical, mechanical, hygienic properties of modified samples of gauze based on silver nanocitrate. To assess consumer properties, modified samples of gauze were tested by standard methods. Analysis of the obtained data on physical and mechanical parameters allowed to establish that the process of modification had a positive impact on the basic mechanical char-*

*acteristics of the gauze. Improved physical and mechanical properties of the modified gauze, which is associated with the structuring of fibers. The study of hygienic properties of textile dressings showed improvement of such indicators as water absorption, capillarity and hygroscopicity.*

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

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

Изучение научной и научно-технической литературы по приданию антимикробных свойств текстильным материалам показывает, что получение устойчивого биоцидного эффекта возможно как с применением новых композиций на основе водорастворимых пленкообразующих полимеров, так и путем модификации текстильного материала с применением наноразмерных частиц металлов и их оксидов. Применение достижений нанотехнологий для придания новых свойств текстильным материалам является перспективным способом интенсификации процессов и операций отделочного производства. Современные успехи в области нанотехнологий открывают новые возможности разработки принципиально новых технологических процессов получения антимикробных препаратов и их композиций. Существуют самые различные технологии получения подобных материалов и изделий – от обработки волокна на стадии прядения для введения в них наночастиц металлов или других соединений, до обработки готовых изделий специальными составами. Большой интерес представляют собой разработки рекомендаций по использованию модифицированных текстильных материалов с антисептическими свойствами с учетом их гигиенических, физико-механических свойств, а также безопасности для человека и окружающей среды [1].

Уровень качества продукции определяется ее потребительскими свойствами. Потребительские свойства материалов оцениваются не только структурными характеристиками, но и физико-механическими свойствами, которые определяли согласно стандартным методикам [2], [3].

На основе литературного анализа было установлено, что на потребительском рынке отсутствуют перевязочные материалы с антисептическими свойствами пролонгированного действия, изготовленные из марли медицинской. Такие изделия, обладающие высокими гигиеническими и износостойкими свойствами, обеспечивают комфорт и уют, необходимые во многих сферах деятельности человека, а первоначально – в медицинских учреждениях и в армии. Для изготовления перевязочных материалов используется хлопчатобумажная марля медицинская. Поэтому при выборе объекта исследования были проанализированы свойства марли медицинской различной плотности.

Для испытаний в данной работе были выбрана марля медицинская, содержащая 100% хлопка. Выбранные образцы марли имеют однородный волокнистый состав, они выработаны разными переплетениями, способами отделки лицевой поверхности, каждый образец имеет свою среднюю поверхностную плотность и т.д. Структурные характеристики исследуемых тканей, общая пористость  $R_0Q$  и поверхностная пористость  $R_s$ , определены по стандартным методикам [2].

На практике при эксплуатации изделия подвергаются растяжению, усадке, разрывным нагрузкам, стиранию, поэтому модифицированная марля должна иметь прочностные характеристики. Образцы марли должны быть мягкими, выдерживать определенную разрывную нагрузку, малоусадочными. Такие свойства обеспечивают их удобное использование при получении перевязочных материалов с антисептиче-

скими свойствами. Для оценки потребительских свойств модифицированные образцы марли были испытаны стандартными методами по наиболее значимым показателям номенклатуры требований к марле с антисептическими свойствами (табл. 1 – сравнительный анализ физико-механических свойств модифицированных образцов марли).

Из результатов, приведенных в табл. 1, следует, что процесс модифицирования оказал положительное влияние на основные механические характеристики марли. Так, показатели жесткости модифицированных образцов марли улучшились. Контрольный образец марли после мокрых обработок показал небольшую усадку – 5%, а у модифицированных образцов усадка – 2%. Это может быть вызвано тем, что обработка наночитратом серебра приводит к некоторому структурированию волокон ткани, а также снижению их степени набухания.

Т а б л и ц а 1

Свойства марли	Образец	
	контроль	обработанный 0,02%-ным раствором наночитрата серебра
Жесткость E1, кНсм <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

Усадка тканей представляет собой сложный процесс, зависящий от комплекса взаимосвязанных явлений: обратных релаксационных процессов и набухания волокон. Обратные релаксационные процессы происходят в результате деформации волокон, пряжи и марли в процессе создания ткани.

В процессе отделки марля находится в большом натяжении, а при заключительной отделке сушка при высокой температуре закрепляет эту деформацию. Чем большую деформацию испытывает марля в процессе производства, тем большая проявляется усадка во время мокрой обработки. В хлопке молекулы целлюлозы связаны между собой довольно сильным межмолекулярным взаимодействием. В напряженном волокне эти связи несколько ослаблены, поэтому после снятия напряжения происходит самопроизвольный процесс дезориентации структуры. При мокрых обработках молекулы воды, проникая между нитями ткани, волокнами пряжи и молекулярными цепями, ослабляют силы их взаимодействия. Продолжительность релаксационного процесса зависит от температуры воды.

При набухании волокон происходит увеличение диаметра пряжи, что вызывает растяжение периферийных таких же разбухших волокон, огибающих пряжу. Это источник дополнительного напряжения в волокнах. При мокрой обработке механические воздействия преодолевают силы внутреннего трения волокон и пряжи друг о друга. Это облегчает перемещение волокон и нитей в пряже. Волокна, сползая по диаметру пряжи, утолщают ее, а по длине – укорачивают ее. Таким образом, происходит уменьшение ткани в размерах после мокрой обработки. Марля в процессе мокрой обработки показала малую усадку – 5%. В процессе модификации 0,02%-ным раствором наночитратом серебра усадку – 2%.

Показатели прочности на разрыв определяли на разрывной машине РТ-250М согласно методике 2.4.3. [4]. Полученные результаты представлены в табл. 1. Разрывная нагрузка модифицированной марли практически не отличалась от контрольных образцов.

Гигиеническим свойствам марли медицинской было уделено особое внимание, так эти свойства имеют большое значение в процессе получения перевязочных материалов (табл. 2).

Свойства марли медицинской	Образец	
	контроль	пропитанный раствором нанокитрата серебра
Гигроскопичность Жг, %:		
до пропитки	14,05	14,29
после пропитки раствором нанокитрата серебра	14,25	14,79
Капиллярность К, мм:		
до пропитки по основе	92	103
по утку	80	103
после пропитки раствором нанокитрата серебра		
по основе	142	146
по утку	129	146
Водопоглощение, Вп %:		
до пропитки	50	52
после пропитки раствором нанокитрата серебра	65	63

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

Основные физические характеристики после модифицирования улучшились по всем показателям. Коэффициент воздухопроницаемости в воздушно-сухом состоянии у модифицированных проб увеличивается особенно после пропитки раствором нанокитрата серебра.

Это объясняется тем, что разрыхленная в результате механической обработки система нитей становится менее плотной, расстояния между нитями и волокнами увеличиваются, увеличивая при этом сквозные поры.

Процесс модифицирования значительно повысил показатели капиллярности тканей по основе от 92 до 103 мм, по утку от 80 до 103 мм.

Капиллярность зависит от плотности расположения составляющих ткань волокон и пряжи, от степени смачивания жидкостью поверхности материала. Поэтому при механических воздействиях и в процессе пропитки происходит улучшение смачиваемости материала. И, как следствие, увеличение капиллярности [5].

Для образцов, модифицированных нанокитратом серебра, определены по стан-

дартным методикам коэффициент воздухопроницаемости  $V_p$  и общая пористость  $D_{об}$  увлажненной марли. Результаты исследования зависимости общей пористости и воздухопроницаемости от фактической влажности тканей свидетельствуют о том, что коэффициент воздухопроницаемости при увлажнении тканей уменьшается. Это связано со снижением пористости  $D_{об}$  тканей [5]. Известно [6], что доминирующую роль на воздухопроницаемость материалов волокнисто-сетчатых структур оказывает их поверхностная пористость, то есть наличие в материале сквозных пор.

Восстановление серебра подтверждали данными элементного анализа.

Обработанные ткани могут иметь полифункциональный состав, поэтому определение концентрации внедренных наночастиц требует специально подготовленной методики [7].

Прежде всего, путем сравнения данных элементного анализа исходного текстильного материала и продукта его модификации наносеребром находили прирост металла на поверхности текстильного материала. Сопоставление данных элементного анализа дает подтверждение предложенному механизму реакции отделки материала.

После технологической обработки покрытие, состоящее из наночастиц серебра, практически не изменяет пористость и воздухопроницаемость текстильного материала.

Показано, что текстильные материалы, обработанные наночастицами серебра, обладают высокой биоцидной активностью в борьбе с грамположительной и грамотрицательной микрофлорой.

Таким образом, результаты, полученные при исследовании физико-механических и гигиенических свойств модифицированных образцов марли, свидетельствуют о соответствии их стандарту.

Проведенные исследования показывают, что полученные материалы, содержащие наночастицы серебра, иммобилизованные на поверхности текстильных волокон, обладают высокими биоцидными свойствами.

## ВЫВОДЫ

1. Оценить качество модифицированных перевязочных материалов позволяют стандартные методики определения физико-механических характеристик и гигиенических свойств. Описаны характеристики методов и аппаратуры для модифицирования текстильных материалов наночастицами металлов.

2. Анализ физико-механических характеристик показал, что обработка наночитратом серебра приводит к некоторому структурированию волокон ткани, а также снижению их степени набухания и уменьшению усадки.

3. Показано, что предлагаемая антимикробная отделка не снижает физико-механические свойства аппретированных тканей и является нетоксичной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Barbara Simoncic and BrigitaTomsic. Structures of novel Antimicrobia; Agents for Textiles // Textile Research Journal. – 2010. Vol. 80 (16). P. 1721...1737.*

2. ГОСТ 9412–93. Марля медицинская. Общие технические условия.

3. ГОСТ 3816–81. (ИСО 811–81). Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств

4. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

5. ГОСТ 30157.0–95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения.

6. Состав для придания антимикробных свойств немодифицированным текстильным волокнам // Химические волокна. – 1999, № 1. С. 3033.

7. *Баранова О.Н., Заметта Б.В.* Модификация текстильных материалов наночастицами серебра // Сырье и упаковка. – Издательский дом "Красота для профессионалов". 2009, №1(90). С. 28...30.

## REFERENCES

1. *Barbara Simoncic and BrigitaTomsic. Structures of novel Antimicrobia; Agents for Textiles // Textile Research Journal. – 2010. Vol. 80 (16). P. 1721...1737.*

2. GOST 9412–93. Marlya meditsinskaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya.

3. GOST 3816–81. (ISO 811–81). Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya gigroskopicheskikh i vo-doottalkivayushchikh svoystv

4. GOST 3813–72. Materialy tekstil'nye. Tkani i shtuchnye izdeliya. Metody opredeleniya razryvnykh kharakteristik pri rastyazhenii.

5. GOST 30157.0–95. Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokrykh ob-rabotok ili khimicheskoy chistki. Obshchie polozheniya.

6. Sostav dlya pridaniya antimikrobnnykh svoystv nemodifitsirovannym tekstil'nym voloknam // Khimi-cheskie volokna. – 1999, № 1. S. 3033.

7. *Baranova O.N., Zametta B.V.* Modifikatsiya tekstil'nykh materialov nanochastitsami serebra // Syr'e i upakovka. – Izdatel'skiy dom "Krasota dlya professionalov". 2009, №1(90). S. 28...30.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 18.08.19.