

МРНТИ 64.29.23

В.М. Джанпаизова¹ – основной автор, ©
Г.Ш. Аширбекова², Б. Тлеубаева³,
З.Т. Бекмуратова⁴, Б.С. Туракулов⁵



¹Канд. хим. наук, ассоц. профессор, ²Ст. преподаватель,
³Кан. пед. наук, доцент, ⁴PhD, доцент, ⁵Канд. техн. наук, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-4356-0257> ²<https://orcid.org/0000-0002-9918-430X>
³<https://orcid.org/0000-0003-2392-4161> ⁴<https://orcid.org/0000-0003-2567-0636>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-4269-7614>



^{1,2,3,5} Университет им. Ж.А. Таиенева, г. Шымкент, Казахстан

⁴ Каракалпакский государственный университет, г. Нукус,
Республика Каракалпакстан, Узбекистан



²gulnura_ukqu@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/XDDK5958>

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ЦИНКА

Аннотация. В статье рассматриваются исследовательские работы, направленные на изучение свойств трикотажных перевязочных материалов, модифицированных оксидом цинка, с целью улучшения их антимикробных и функциональных характеристик. Оксид цинка, благодаря своим антибактериальным и заживляющим свойствам, активно применяется в медицинских текстильных материалах, обеспечивая надежную защиту от инфекций и способствуя ускоренному заживлению ран. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на оценку эффективности использования наночастиц оксида цинка в трикотажных перевязочных материалах, а также их влияние на механические и гигиенические свойства тканей. Описываются методы обработки тканей, а также проводятся тесты на антимикробную активность. Полученные данные подтверждают высокую эффективность использования оксида цинка для повышения функциональных свойств медицинских текстильных изделий. Результаты данного исследования могут быть полезны для разработки новых материалов для перевязок и других медицинских применений, а также для дальнейшего совершенствования технологий модификации текстиля в медицине.

Ключевые слова: трикотажные перевязочные материалы, обработка тканей, оксид цинка, антимикробная активность, медицинские текстильные изделия, наночастицы.



Джанпаизова, В.М. Исследование свойств трикотажных перевязочных материалов, модифицированных оксидом цинка [Текст] / В.М. Джанпаизова, Г.Ш. Аширбекова, Б. Тлеубаева, З.Т. Бекмуратова, Б.С. Туракулов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №1(87). – С.446-456. <https://doi.org/10.55956/XDDK5958>

Введение. Современная медицина требует от материалов, используемых в перевязочных средствах, высоких антибактериальных свойств, биосовместимости и долговечности. В последние годы особое

внимание уделяется разработке новых видов медицинских текстильных материалов, обладающих дополнительными функциональными характеристиками, такими как антибактериальные и антисептические свойства. Одним из перспективных направлений является использование наночастиц оксида цинка для модификации текстильных материалов. Оксид цинка (ZnO) обладает выраженной антибактериальной активностью, что делает его идеальным компонентом для создания перевязочных материалов.

Целью настоящего исследования является изучение свойств трикотажных перевязочных материалов, модифицированных оксидом цинка, с точки зрения их антибактериальной активности, механических и физико-химических характеристик.

Литературный обзор. Медицинские текстильные материалы, используемые для перевязочных средств, требуют особых характеристик, включая антибактериальную активность, биосовместимость и долговечность. С развитием нанотехнологий появляется возможность улучшить эти свойства, особенно с использованием оксида цинка (ZnO), который обладает выраженной антибактериальной активностью. Наночастицы ZnO становятся важным компонентом при разработке новых медицинских текстильных изделий, таких как перевязочные материалы, что делает их привлекательными для предотвращения инфекционных осложнений при заживлении ран. В последние годы исследуются различные методы модификации тканей с помощью наночастиц ZnO, что повышает их функциональные и физико-химические характеристики [1,2].

Нанотехнологии активно внедряются в медицинские изделия, в том числе в текстильные материалы. Использование наночастиц для создания функциональных материалов с улучшенными свойствами способствует повышению качества медицинских изделий, в частности перевязочных материалов. Оксид цинка (ZnO) – один из самых популярных материалов в этой области благодаря своей антисептической активности, устойчивости к росту микроорганизмов и низкой токсичности. Согласно последним исследованиям, наночастицы ZnO не только эффективны против бактерий, но и обладают противогрибковыми и противовирусными свойствами, что расширяет их применение в медицинских текстилях [3].

Оксид цинка обладает уникальными антимикробными свойствами, которые делают его эффективным против ряда патогенных микроорганизмов, таких как *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и др. Это свойство наночастиц ZnO объясняется их способностью разрушать клеточные мембраны бактерий, вызывать окислительный стресс и повреждение ДНК микроорганизмов [4]. В некоторых исследованиях также показано, что оксид цинка эффективно подавляет рост и развитие бактерий даже при низких концентрациях, что делает его оптимальным для использования в медицинских перевязочных материалах, где требуется постоянная стерильность и предотвращение инфекций [5,6].

В настоящее время наночастицы ZnO активно используются для создания медицинских тканей, в том числе перевязочных материалов. Их преимущества включают повышение устойчивости ткани к бактериям и грибам, а также улучшение физических свойств материалов. По данным исследованиями последних лет, ткани, обработанные наночастицами ZnO, сохраняют свою антибактериальную активность даже после многократных стирок и использования [7]. Также важно отметить, что наночастицы ZnO не ухудшают механические свойства тканей, такие как прочность на разрыв или

эластичность, что делает такие материалы долговечными и удобными для применения в медицинских целях [8].

Механизм антибактериального действия наночастиц ZnO связан с их способностью взаимодействовать с клеточной мембраной микроорганизмов, что приводит к разрушению клеточной структуры и гибели бактерий. Наночастицы ZnO могут генерировать свободные радикалы, которые повреждают клеточные мембраны и ДНК микроорганизмов, препятствуя их размножению [9]. Это делает оксид цинка важным компонентом для разработки антисептических тканей и перевязочных средств, которые должны эффективно предотвращать инфекции и способствовать быстрому заживлению ран.

Для модификации тканей наночастицами ZnO используются различные методы, включая экструзию, химическое осаждение и методы покрытия. Каждый из этих методов позволяет добиться равномерного распределения частиц на поверхности ткани, что способствует улучшению их антибактериальных свойств [10]. Наиболее эффективными являются методы, которые обеспечивают высокую концентрацию наночастиц на поверхности ткани, что усиливает антимикробный эффект. Одним из таких методов является химическое осаждение наночастиц ZnO, которое позволяет не только улучшить антибактериальные характеристики ткани, но и повысить ее прочность и устойчивость к износу [7].

На основе проведенного литературного анализа можно сделать вывод о высокой актуальности и целесообразности исследования трикотажных перевязочных материалов, модифицированных оксидом цинка. Оксид цинка, как показано в ряде исследований, является перспективным материалом для улучшения характеристик перевязочных материалов благодаря своим антисептическим и заживляющим свойствам.

С учетом того, что инфекционные заболевания, особенно вызванные резистентными микроорганизмами, продолжают оставаться значимой проблемой в здравоохранении, создание текстильных материалов, обладающих антимикробными свойствами, является крайне важной задачей. Модификация тканей наночастицами оксида цинка может не только улучшить их защитные характеристики, но и способствовать более быстрому заживлению поврежденных тканей, что в свою очередь уменьшит время реабилитации пациентов.

Таким образом, исследование свойств трикотажных перевязочных материалов, модифицированных оксидом цинка, является актуальным, и оно способствует развитию новых материалов для медицинской области, что имеет значимый вклад в улучшение качества медицинских услуг и здоровья населения.

Условия и методы исследования. Для исследования были использованы образцы трикотажных перевязочных материалов, изготовленных из хлопчатобумажного волокна.

Характеристики хлопчатобумажной пряжи и трикотажного бинта приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Физико-механические показатели основовязаного трикотажного бинта
нового образца

№	Наименование показателей	Показатели
1	Номер пряжи	50/1
2	Линейная плотность пряжи, текс	20
3	Поверхностная плотность, г/м ²	54,2
4	Разрывная нагрузка, Н	42
5	Удлинение, %	11,4
6	Длина бинта, м	5
7	Ширина бинта, см	14
8	Влажность, %	6,9
9	Смачиваемость, с	6,6
10	Воздухопроницаемость, см ³ /м ² сек. (1атм)	1420

Таблица 2

Физико-механические показатели 100% хлопчатобумажной кардной пряжи

№	Наименование показателей	1	2	3	средняя
1	Линейная плотность пряжи, текс	20,2	20,0	20,1	20,1
2	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,8	1,4	1,6	1,6
3	Разрывная нагрузка, сН	233	280,3	280,2	281,2
4	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	10,1	9,7	9,6	9,8
5	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	14,0	13,8	14,1	13,9
6	Индикатор качества	1,38	1,42	1,46	1,42
7	Удлинение, %	3,98	3,92	3,9	3,93
8	Обрывность на 1000 вер/час	52	57	53	54

Модификация материалов проводилась путем нанесения на их поверхность наночастиц оксида цинка различной концентрации.

1. Подготовка образцов: Объектами исследования в работе явились: 100% хлопчатобумажный основовязанный трикотажный бинт выработанный на оборудование FITTEX и аппретирующие соединения. В исследовании использованы следующие химические соединения:

Ацетат цинка, ХЧ ($Zn(O_2CCH_3)_2$) [11], гидроксид натрия ХЧ (NaOH), аскорбиновая кислота ($C_6H_8O_6$) [12], аммиак водный, ЧДА (NH_4OH) [13].

Образцы трикотажных материалов были пропитаны растворами оксида цинка с различными концентрациями: 0,05%, 0,5% и 1%. Пропитка проводилась с использованием метода погружения, что позволяло равномерно распределить наночастицы по поверхности ткани. В процессе обработки происходило образование ковалентных связей между наночастицами и клетчаткой, что обеспечивало длительное удержание частиц на поверхности ткани.

2. Для оценки антибактериальной активности использовался метод диффузии в агаре с применением культур грамположительных и грамотрицательных бактерий 10 видов. Измерялось диаметр зоны подавления роста микроорганизмов.

3. Для анализа механических характеристик использовались стандартные методы для определения прочности на разрыв, растяжимости и устойчивости к износу. Испытания проведены на разрывной машине AUTOGRAPH AG-I (Shimadzu, Япония) в условиях сертификационной

лаборатории «SentexUZ» при ТИТЛП (Ташкент, Узбекистан), предназначенной для испытания материалов на разрыв и растяжение, имеющей универсальное программное обеспечение, гарантирующее подготовку, проведение испытаний и вычисление. Исследование проведено стандартным методом ГОСТ 8847-85 [14]. Воздухопроницаемость образцов исследованы на приборе AP-360SM (Frazir, Япония) согласно методике производителя по стандарту ASTM D737. Этот тестер используется для измерения проницаемости различных видов трикотажа, тканей и т.д. Для проверки известной воздухопроницаемости при предписанном испытательном давлении предоставляются три типа калибровочных пластин. ($P=1\text{Атм.}$) [15]. Водопоглощающие свойства образцов определили на приборе PW-5P (метод Байрека).

4. Для оценки распределения наночастиц оксида цинка по поверхности ткани и внутри структуры материала современные спектральные методы.

Изучение топографии и микроструктуры поверхности образцов проводят при помощи низковакуумного растрового электронного микроскопа JSM-6510LA фирмы «Jeol» (Япония) [16].

Рентгенофазовый анализ образцов проводили на дифрактометре рентгеновском D8 ENDEAVOR фирмы Bruker (Германия) [17].

Изучение взаимодействия композиции с макромолекулой целлюлозы проводят с использованием ИК-спектрографа.

Для получения ИК Фурье спектров измерения проводились на приборе Shimadzu IR Prestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы Pike Technologies (Япония) [18,19].

Результаты исследований и их обсуждение. *Результаты ИК-спектроскопического исследования.* Для полного выяснения механизма взаимодействия аппретирующего состава с целлюлозой хлопкового волокна в работе были исследованы ИК-спектры образцов исходных и обработанных материалов согласно методике. Полученные данные представлены ниже. (Рис. 1)

По результатам ИК спектроскопического анализа образцы, пропитанные аппретирующими растворами цинка, видно, что ИК-спектр изучаемых систем содержит несколько характеристических полос. В ИК-спектре целлюлозы обнаружены полосы поглощений валентных колебаний гидроксильной группы (О-Н) в области $3298,28\text{ см}^{-1}$, валентных колебаний связи С-Н в области $2904,80\text{ см}^{-1}$, деформационных колебаний этих связей в области $1427,32\text{ см}^{-1}$ и в области $1315,45\text{ см}^{-1}$. Полосы поглощений в области $1157,29\text{--}894,97\text{ см}^{-1}$ относятся к валентным колебаниям связи С-О.

В образцах материала, которые пропитаны ионами металлов, обнаружены некоторые изменения полос поглощения в виде смещения частоты и изменения интенсивности полосы. Существенным изменениям подвергается полоса поглощений валентных колебаний гидроксильных групп. Происходит уменьшение интенсивности и расширения полос поглощения валентных колебаний гидроксильной группы (О-Н) в диапазонах $3305,99\text{ см}^{-1}$, $3259,70\text{ см}^{-1}$, $3329,14\text{ см}^{-1}$. Это свидетельствует об уменьшении количества внутри межмолекулярных водородных связей целлюлозы, что приводит к увеличению пористости материала. В результате улучшается процесс адсорбции ионов металла в микропоры целлюлозы. Причем, адсорбция ионов происходит равномерно по всей поверхности материала.

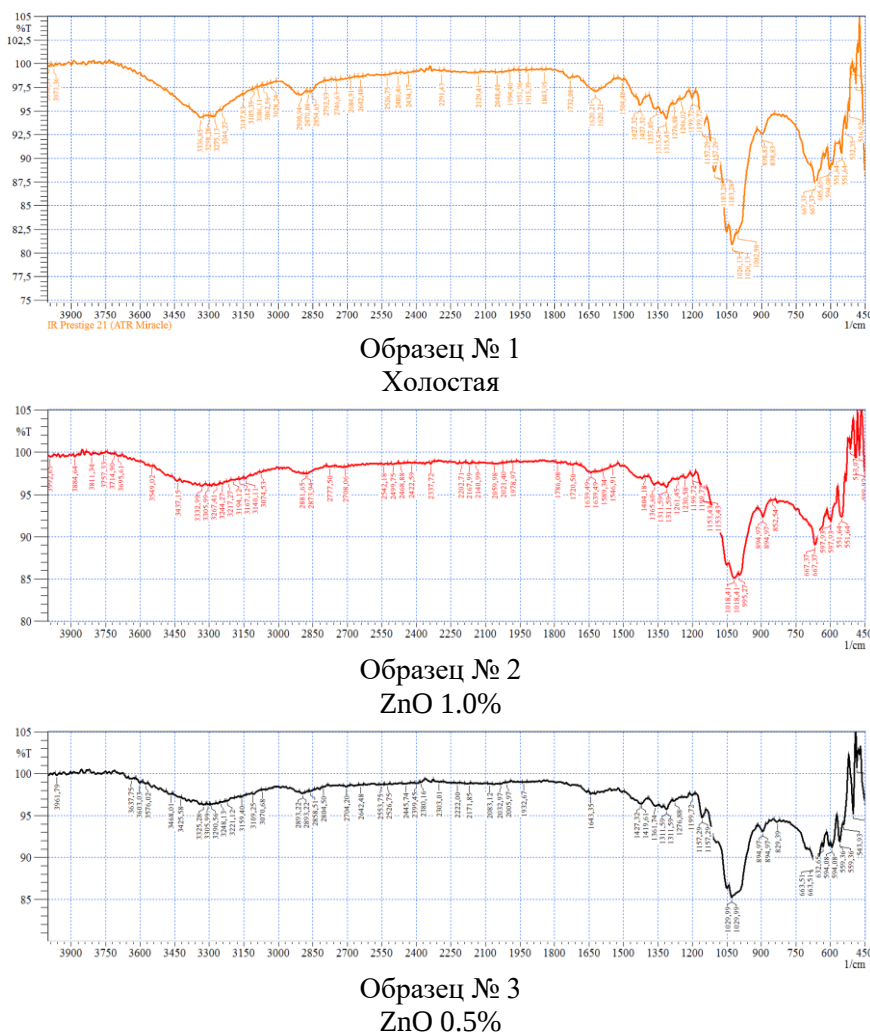


Рис. 1. ИК- спектры образцов при различных концентрациях

Наличие и равномерные распределение ионов на поверхности хлопчатобумажного материала наглядно обнаружено исследованиями с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

Результаты микроскопического исследования. Размер и закрепление пропитанных наночастиц металла цинка определяли с помощью растрового электронного микроскопа. Размер синтезированных частиц варьируется от 5 до 80 нм (Рис. 2).

Для изучения морфологии модифицированных волокон и подтверждения наличия на их поверхности наночастиц цинка проведены исследования элементного состава с помощью растрового электронного сканирующего микроскопа.

Исследования СЭМ показали, что оксид цинка равномерно распределяется по поверхности ткани, образуя тонкие наночастицы, что способствует увеличению площади контакта с микробами и улучшению антибактериальных свойств.

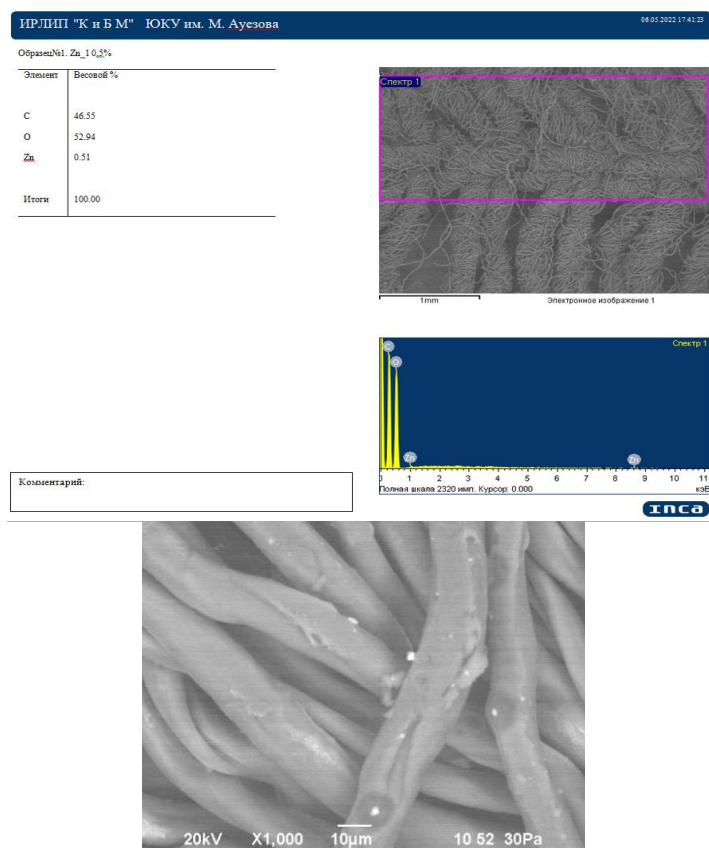


Рис. 2. Аппретированный образец №3 с наночастицами цинка

Сравнительный анализ микроскопических исследований показывает, равномерность распределение частиц металла цинка на поверхности хлопчатобумажных основовязальных трикотажных материалов. По спектрограмме определены элементный состав и выявлены размеры синтезируемых наночастиц металлов серебра, меди и цинка.

Механические свойства. Модификация тканей оксидом цинка не привела к значительному ухудшению механических свойств материалов. Прочность на разрыв и растяжимость оставались на приемлемом уровне, что подтверждает возможность использования этих тканей в качестве перевязочных средств.

Результаты исследование влияния предлагаемого аппрета на показатели физико-механические свойства представлены в таблице 3.

Из анализа полученных результатов следует, что обработка аппретирующим составами цинка положительно влияет на физико-механические свойства трикотажных образцов, обработанных по предложенной методике. Было установлено, что разрывная нагрузка в зависимости от применяемого аппрета возрастает на 2,8% по сравнению с контрольным образцом, а абсолютная удлинения при разрыве увеличивается до 3,1% по сравнению с необработанным образцом. Поверхностная плотность увеличивается за счет набухания целлюлозных волокон под влияниями аппретирующих растворов, которое приводит к уплотнению и равномерности поверхности трикотажного полотна.

Таблица 3

Физико-механические свойства образцов пропитанными растворами
металлов цинка (по среднему значению)

№	Наименование показателей	Показатели			
		1(Zn)	2(Zn)	3(Zn)	средняя
1	Поверхностная плотность, г/м ²	85	92	89	88,7
2	Разрывная нагрузка, Н	39	42	40	44,8
3	Удлинение на разрыв, мм %	22	25	24	23,7
		11	12,5	12	11,8
4	Воздухопроницаемость, см ³ /м ² сек	810	885	813	836
5	Влажность, %	5,2	6,7	5,5	5,8
6	Смачиваемость, с	6	7	7	6,7
7	Капиллярность, см/час	6,6	7,2	6,8	6,9

Из полученных результатов можно сделать вывод, что предложенная методика пропитки хлопчатобумажного трикотажного бинта оксидом цинка обеспечивает значительную модификацию материала, что способствует улучшению его физико-механических свойств.

Обработанные образцы испытывали на антибактериальную активность. Результаты тестов на антибактериальную активность показали, что все образцы, модифицированные оксидом цинка, продемонстрировали выраженную активность против разных бактерий, с максимальным эффектом на образцах с концентрацией 1%. Диаметр зоны подавления роста бактерий увеличивался с ростом концентрации оксида цинка. В ходе исследования было установлено, что наночастицы оксида цинка обеспечивают антимикробные свойства ткани за счет выделения ионов Zn^{2+} и генерации реактивных форм кислорода. Эти процессы приводят к повреждению клеточных структур бактерий и ингибированию их жизнедеятельности.

В ходе проведенных микробиологических исследований образцы трикотажных материалов, пропитанных оксидом цинка в различных концентрациях (0,1%, 0,5%, 1%), были испытаны антибактериальную активность. В качестве тестируемых использовались микробные штаммы, которые являются основными возбудителями гнойно-воспалительных заболеваний в различных частях тела (Табл. 4).

Таблица 4

Изучения чувствительности микробов к композитным веществам
содержащим цинк в условиях in vitro! ($M \pm m$) мм

№	Группы микробов	Концентрации цинка		
		0,1	0,5	1,0
1	Staph. aureus	0	0	15,0±0,3
2	St.epidermidis	15,0±0,2	0	15,0±0,3
3	St.saprophyticus	0	0	0
4	Str. pyogenes	10,0±0,1	0	0
5	Str. Viridans	0	0	0
6	Klebsiella pneumonia	0	15,0±0,2	13,0±0,2
7	Ps. aerogenosa	0	0	15,0±0,3
8	Escherichia coli	10,0±0,2	0	10,0±0,1
9	Prot. vulgaris	12,0±0,2	20,0±0,5	15,0±0,3
10	Candida albicans	0	0	0

Примечания: единицы приведены в мм зоны задержки роста микробов, (мм)

Из таблицы 4 видно, что наибольший антибактериальный эффект был зафиксирован при концентрации 0,5% и 1,0% цинка, причем 1,0% показала наиболее выраженную активность против большинства микробов, особенно в случае с *Staph. aureus*, *Ps. aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae*. При концентрации 0,1% эффект был гораздо менее выражен, и в некоторых случаях не наблюдалась активность. Некоторые штаммы бактерий, такие как *St. saprophyticus*, *Str. viridans*, *Candida albicans*, не показали чувствительности к цинку, что может свидетельствовать о различиях в восприимчивости бактерий и грибов к наночастицам цинка.

Таким образом, данные результаты подтверждают, что концентрация цинка оказывает значительное влияние на антимикробную активность трикотажных материалов, и наиболее эффективной является более высокая концентрация (1,0%).

Проведенное исследование показало, что использование оксида цинка для модификации трикотажных перевязочных материалов значительно повышает их антибактериальные свойства. Это связано с уникальными свойствами наночастиц цинка, которые обладают выраженной активностью против широкого спектра микроорганизмов. Результаты также показывают, что наночастицы цинка не ухудшают механические свойства тканей, что является важным фактором для практического применения этих материалов в медицинской сфере. Тем не менее, необходимо провести дополнительные исследования, чтобы оценить долгосрочную стабильность и безопасность таких материалов при длительном использовании, а также провести клинические испытания для подтверждения их эффективности в реальных условиях.

Заключение. Проведенное исследование показало, что трикотажные перевязочные материалы, модифицированные оксидом цинка, обладают выраженными антимикробными свойствами, что делает их перспективными для использования в медицинских изделиях.

Спектральный анализ подтвердил успешную модификацию тканей оксидом цинка. В спектрах инфракрасной и рентгеновской флуоресценции были зафиксированы характерные пики, свидетельствующие о присутствии цинка, что свидетельствует о его химической интеграции в структуру ткани. Эти данные подтверждают, что оксид цинка не только наносится на ткань, но и активно участвует в ее химических реакциях, улучшая антимикробные свойства материала.

Оксид цинка, благодаря своим уникальным химическим свойствам, может эффективно внедряться в структуру ткани и обеспечивать длительное антимикробное действие. Результаты исследования показывают, что наночастицы ZnO играют ключевую роль в повышении эффективности медицинских перевязочных материалов.

На основе экспериментов установлено, что увеличение концентрации оксида цинка в тканях улучшает их антимикробные свойства, что подтверждается результатами спектральных и микробиологических испытаний. Однако избыточное содержание оксида может негативно повлиять на механические свойства ткани, что важно учитывать при разработке оптимальной рецептуры.

Трикотажные перевязочные материалы, модифицированные оксидом цинка, продемонстрировали хорошие результаты при использовании в медицинских целях, таких как перевязочные средства, что способствует ускорению заживления ран и снижению риска инфекций. Это открывает

перспективы для создания новых поколений антимикробных медицинских тканей, способствующих более быстрому заживлению и защите от инфекций.

Список литературы

1. Khan M.A., Khan S.U., Lee J.H., Kim Y.S. Zinc oxide nanoparticles: A promising material for biomedical applications // *Journal of Nanomaterials*. – 2019.
2. Zhao, Z., et al. Fabrication of antibacterial cotton fabrics based on zinc oxide nanoparticles // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2017. – Vol. 134(37). – P. 45351.
3. Kumar, S., et al. Fabrication of ZnO nanomaterials and their applications in antimicrobial textiles // *Materials Science and Engineering C*. – 2017. – Vol. 108. – P. 110458.
4. Ameer, A., et al. Antibacterial performance of ZnO nanoparticles synthesized using natural extracts for biomedical applications // *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. – 2020. – Vol. 31(7). – P. 85.
5. Mogharabi, M., et al. Antibacterial properties of zinc oxide nanoparticles against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* // *Journal of Nanoparticle Research*. – 2018. – Vol. 20(7). – P. 1-12.
6. Alavi, M., et al. Zinc oxide nanoparticles as an effective antimicrobial agent for wound healing applications // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. – 2021. – Vol. 38. – P. 102431.
7. Sadeghi, L., et al. Preparation and characterization of ZnO nanoparticle-modified cotton fabrics for antibacterial applications // *Textile Research Journal*. – 2021. – Vol. 91(15). – P. 1767-1777.
8. Iskandar, M., et al. Effect of ZnO nanoparticles on mechanical and antibacterial properties of textiles // *Journal of Industrial Textiles*. – 2022. – Vol. 52(2). – P. 230-244.
9. Khan, M. A., et al. Zinc oxide nanoparticles: Synthesis, properties, and applications in nanomedicine // *Materials Science and Engineering: C*. – 2020. – Vol. 112. – P. 110845.
10. Xie, X., et al. Facile fabrication of ZnO nanorods on cotton fabric for antibacterial and UV protective applications // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2021. – Vol. 138(12). – P. 49921.
11. Zinc acetate [Electronic resource]. – Access mode: <https://himmax.ru/index.php/produktsiya/30-reaktivy/3307-atsetat-tsinka>.
12. Ascorbic acid [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.scienceprojects.lv/pH/acids/C6H8O6.php>.
13. GOST 3760-79 (ST SEV 3858-82) Reaktiv. Ammiak vodnyy. Tekhnicheskiye usloviya [Reagents. Ammonia water. Specifications]. – Introduced. 01.07.80. – Moscow: Standartinform, 2006. – 10 p. [in Russian].
14. GOST 8847-85. Плотна трикотажные методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных. – Introduced. 01.01.87. – Moscow: IPK, 1986. – 21 p. [in Russian].
15. ASTM D737-18. Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics.
16. JSM-6510series [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.jeol.co.jp/en/products/detail/JSM-6510series.html>.
17. X Ray Reflectometry [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/diffractometers-and-scattering-systems/x-ray-diffractometers/d8-endeavor.html>.
18. Shimadzu IR Prestige-21 Fourier Transform Infrared Spectrophotometer. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.shimadzu.com>.
19. Pike Technologies (2020). Miracle™ Attenuated Total Reflectance (ATR) Accessory for IR Spectroscopy. Pike Technologies [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.piketech.com>.

Материал поступил в редакцию 21.02.25, принят 13.03.25.

В.М. Джанпаизова¹, Г.Ш. Аширбекова¹, Б.С. Тлеубаева¹,
З.Т. Бекмуратова², Б.С. Туракулов¹

¹Ж.А. Ташенев атындағы университет, Шымкент қ, Қазақстан

²Қарақалпақ мемлекеттік университеті,
Нүкіс қ., Қарақалпақстан Республикасы, Өзбекстан

МЫРЫШ ОКСИДІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ТОҚЫЛҒАН ТАҒЫШ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада микробқа қарсы және функционалдық сипаттамаларын жақсарту мақсатында мырыш оксидімен модификацияланған тоқылған тағыш материалдардың қасиеттерін зерттеуге бағытталған жұмыстар қарастырылады. Мырыш оксиді бактерияға қарсы және емдік қасиеттеріне байланысты медициналық тоқыма материалдарында белсенді қолданылады, инфекциялардан сенімді қорғауды қамтамасыз етеді және жараның тез жазылуына ықпал етеді. Мақалада тоқылған тағыш материалдардағы мырыш оксиді нанобөлшектерін пайдалану тиімділігі, сондай-ақ олардың маталардың механикалық және гигиеналық қасиеттеріне әсерін бағалауға бағытталған эксперименттік зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Материалды өңдеу әдістері сипатталған, сонымен қатар микробқа қарсы белсенділік сынақтары жүргізіледі. Нәтижелер медициналық тоқыма бұйымдарының функционалдық қасиеттерін арттыру үшін мырыш оксидін пайдаланудың жоғары тиімділігін растайды. Бұл зерттеудің нәтижелері тағыштар мен басқа да медициналық қосымшаларға арналған жаңа материалдарды әзірлеуге, сондай-ақ медицинадағы тоқыма модификациясының технологияларын одан әрі жетілдіруге пайдалы болуы мүмкін.

Тірек сөздер: тоқылған тағыш материалдар, матаны өңдеу, мырыш оксиді, микробқа қарсы белсенділік, медициналық тоқыма бұйымдары, нанобөлшектер.

В.М. Janpaizova¹, G.Sh. Ashirbekova¹, B.S. Tleubayeva¹,
Z.T. Bekmuratova², B.S. Turakulov¹

¹Zh.A. Tashenev University, Shymkent, Kazakhstan

²Karakalpak State University, Nukus, Republic of Karakalpakstan, Uzbekistan

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF KNITTED DRESSINGS MODIFIED WITH ZINC OXIDE

Abstract. The article discusses research works aimed at studying the properties of knitted dressings modified with zinc oxide in order to improve their antimicrobial and functional characteristics. Zinc oxide, due to its antibacterial and healing properties, is actively used in medical textile materials, providing reliable protection against infections and contributing to accelerated wound healing. The article presents the results of experimental studies aimed at evaluating the effectiveness of using zinc oxide nanoparticles in knitted dressings, as well as their effect on the mechanical and hygienic properties of fabrics. Methods of tissue treatment are described, as well as tests for antimicrobial activity. The data obtained confirm the high efficiency of using zinc oxide to enhance the functional properties of medical textiles. The results of this study may be useful for the development of new materials for bandages and other medical applications, as well as for further improvement of textile modification technologies in medicine.

Keywords: knitted dressings, fabric treatment, zinc oxide, antimicrobial activity, medical textiles, nanoparticles.