

МРНТИ 64.29.23

Г.Ш. Аширбекова<sup>1</sup> – основной автор, ©  
В.М. Джанпаизова<sup>2</sup>, Э. Рамазан<sup>3</sup>,  
Б.С. Туракулов<sup>4</sup>, М.М. Езиева<sup>5</sup>



<sup>1</sup>Ст. преподаватель, <sup>2</sup>Канд. хим. наук, ассоц. профессор,

<sup>3,5</sup>PhD, профессор, <sup>4</sup>Канд. техн. наук, доцент

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9918-430X> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4356-0257>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2810-8294> <sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-4269-7614>

<sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-1265-9155>



<sup>1,2,4</sup> Университет им. Ж.А. Ташенова, г. Шымкент, Казахстан

<sup>3,5</sup> Университет Акдениз, г. Анталия, Турция



<sup>1</sup>[yasmir@mail.ru](mailto:yasmir@mail.ru)

<https://doi.org/10.55956/BDXW8769>

## ПРИДАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ОСНОВОВЯЗАННОМУ ПОЛОТНУ FITTEX С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНОЙ МЕДНОЙ ОБРАБОТКИ

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос придания антибактериальных свойств основовязанному трикотажному полотну Fittex путем его модификации с использованием комплексной медной обработки. Проблема микробного загрязнения текстильных материалов остается актуальной, особенно в медико-санитарных условиях, где гигиена материалов является важнейшим условием. В рамках исследования была применена технология модификации поверхности ткани комплексом меди, которая позволила добиться значительных улучшений ее свойств. Использование сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), ИК-спектроскопии и энергодисперсионного анализа обеспечивают стабильность, мощность и прочность медного покрытия, а также структурные изменения, способствуют антибактериальной активности. Результаты применения показывают, что обработанное полотно привело к снижению роста бактерий при сохранении механической прочности и воздухопроницаемости. Практическая инновационность работы заключается в возможности использования модифицированного материала в производстве медицинских изделий и одежды для условий с повышенным риском микробного загрязнения. Полученные результаты увеличивают перспективность применения меди для создания многофункциональных текстильных материалов.

**Ключевые слова:** основовязальный трикотаж, пропитка, комплекс металла меди, спектральный анализ, адсорбция, пористость, антибактериальные свойства.



Аширбекова, Г.Ш. Придание антибактериальных свойств основовязанному полотну fittex с помощью комплексной медной обработки [Текст] / Г.Ш. Аширбекова, В.М. Джанпаизова, Э. Рамазан, Б.С. Туракулов, М.М. Езиева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №4(86). – С.404-414. <https://doi.org/10.55956/BDXW8769>

**Введение.** В современных условиях возрастающего внимания к вопросам гигиены и инфекционной безопасности текстильные материалы приобретают стратегическое значение. Традиционные ткани, используемые в медицине, спорте и повседневной жизни, зачастую не обладают устойчивостью к микробному загрязнению, что ограничивает их применение

в условиях повышенного риска распространения патогенов. Решение этой проблемы связано с модификацией текстильных материалов для придания им антибактериальных свойств.

Медь, благодаря своим выраженным антимикробным свойствам, является одним из наиболее перспективных материалов для такой модификации. Комплексная обработка текстиля медью обеспечивает не только защиту от повреждений, но и улучшение физико-механических характеристик материала, что делает его особенно актуальным для медицинских изделий и спецодежды. Медь имеет свойство улучшать антибактериальную активность, что подтверждается исследованиями [1], где было показано, что покрытия на основе меди снижают бактериальный рост на поверхности мебели до 99% при длительном контакте с бактериями. Кроме того, Lin и др. [2] обнаружили, что текстильные материалы, обработанные медью, обладают не только антибактериальными, но и противовирусными свойствами, что делает их перспективными для использования в условиях повышенного риска распространения инфекций.

Основовязанное трикотажное полотно Fittex обладает высокой гигроскопичностью и воздухопроницаемостью, что делает его востребованным в медицине и спорте. Однако его восприимчивость к микробному загрязнению и ограниченная применимость требуют дополнительных мер для расширения зоны применения. Следует отметить исследования Wang [3] и Smith и др. [4], которые предложили и внедрили различные методы нанесения медных покрытий, такие как осаждение растворов и гальваническое покрытие. Эти методы могут значительно улучшить сцепление меди с предметами и повысить эффективность антибактериальных покрытий. Кроме того, исследования Chang, Lee и др. [5,6] показывают, что модификация поверхности трикотажных полотен увеличивает их устойчивость к бактериальному загрязнению и улучшает механические свойства. Методики, основанные на внедрении медных наночастиц или нанесении микрометровых слоев среды, позволяют достичь этих целей и улучшить эксплуатационные характеристики материалов.

Настоящая работа посвящена исследованию метода комплексной обработки трикотажного материала Fittex, медью, с целью придания ему антибактериальных свойств. В ходе исследования изучены морфологические, химические и механические изменения поверхности полотна после обработки. Полученные результаты показывают эффективность предложенного метода и открывают новые перспективы для создания высококачественных, лечебных текстильных материалов.

Целью данной статьи является исследование и обоснование технологии придания антибактериальных свойств основовязанному трикотажному полотну Fittex, посредством его обработки комплексом меди. Работа направлена на изучение структурных, эффективных и существенных изменений поверхности полотна после модификации, а также оценки антибактериальной активности и улучшения свойств материала. Полученные результаты расширяют возможности использования текстиля в медицине, спорте и других областях, требующих повышенной защиты от микробного загрязнения.

*Медицинские принадлежности и их требования.* Медицинский текстиль представляет собой категорию материалов, используемых в широком диапазоне применений – от хирургических масок до перевязочных материалов и спецодежды. Одним из главных требований к таким

материалам является наличие антибактериальных и антимикробных свойств, которые препятствуют росту патогенных микроорганизмов, способствуя быстрому заживлению ран и предотвращению распространения инфекции. В последние годы большое внимание уделяется разработке текстильных перевязочных материалов с антимикробными покрытиями на основе металлов, таких как медь, серебро и цинк, которые благодаря своим природным антибактериальным свойствам могут значительно повысить безопасность и эффективность этих изделий.

Когда медь внедряется в структуру полотна, происходит изменение его поверхностной морфологии. Исследования показывают, что внедрение меди способствует образованию микроскопических структур на поверхности, таких как наночастицы или микропоры, которые улучшают сцепление ионов меди с тканью и позволяют им высвобождаться в течение длительного времени. В работе М.Е. Barber [7], указывается, что такая модификация приводит к появлению новых точек контакта на поверхности, увеличивая общую антибактериальную активность материала.

*Применение меди в перевязочных материалах.* Медь является перспективным средством для модификации перевязочного текстиля благодаря ее высокой эффективности в уничтожении патогенов. Например, в исследовании J.V. Jokerst [8] отмечается, что медные покрытия приводят к стабильному высвобождению ионов меди, которые активны против широкого поражения, включая метициллин-резистентный золотистый стафилококк (MRSA) и Escherichia coli. Этот эффект возникает за счет разрушения воздействия ионов меди на клеточные мембраны, что приводит к нарушению их жизнедеятельности. Антибактериальные свойства текстиля после модификации медью связаны с токсичным воздействием ионов меди на клеточные мембраны микробов. При контакте с бактериями ионы меди проникают в микробную клетку, вызывая разрушение клеточной оболочки, инактивацию ферментов и повреждение ДНК, что приводит к гибели микроорганизмов. В исследовании [8] показано, что ткани, насыщенные ионами меди, сохраняют антибактериальные свойства на протяжении длительного времени, что особенно важно для медицинского текстиля.

Работа V.K. Poop и A. Burd [9], показывает, что медные наночастицы, встраиваемые в текстильные волокна, могут оказывать долговременное антибактериальное воздействие и не терять своей активности после многократного использования или контакта с жидкостями, что особенно важно для перевязочных материалов. Использование меди в перевязочных средствах также приводит к повышению их гигиенических свойств, снижению риска вторичного инфицирования ран и ускорению процесса регенерации тканей. Таким образом один из основных преимуществ медных покрытий заключается в долговременном эффекте антибактериальности. Исследование авторов S Shahzadi [10] описывает стабильное высвобождение ионов меди в течение нескольких недель, что обеспечивает устойчивую антибактериальную защиту и снижает необходимость частой замены перевязочных материалов. Это свойство особенно полезно для применения в условиях медицинских учреждений, где важно поддержание стерильности на протяжении длительного периода.

*Сравнение эффективности медных покрытий с другими антимикробными металлами.* Помимо антибактериального эффекта, внедрение меди может также улучшить механическую прочность материала. Медь укрепляет текстильные волокна, повышая его устойчивость к разрывам

и истиранию, что важно для изделий, подвергающихся регулярным механическим нагрузкам. Работа П. Васильевой и др. [11] подчеркивает, что медные покрытия придают текстильным материалам повышенную долговечность, снижая его износ при повседневном использовании. Медь имеет ряд преимуществ, более низкую стоимость и возможность долгосрочного антибактериального эффекта при внедрении в текстильные материалы. Таким образом, внедрение ионов меди в текстильные полотна Fittex не только придает материалу антибактериальные свойства, но и улучшают его долговечность и устойчивость к повреждениям. Эти улучшенные характеристики делают медь одним из перспективных покрытий для медицинского текстиля, особенно в производстве перевязочных материалов, требующих длительной стерильности и высокой прочности. Работа М.Е. Barber [7] подтверждает эффективность меди в стимулировании заживления ран, что связано с ее биологической активностью и способностью модулировать воспалительный процесс. В данном исследовании описаны результаты применения комплекса меди на перевязочных материалах, которые продемонстрировали ускоренное восстановление поврежденных тканей, благодаря их способности стимулировать коллагеновый синтез и поддерживать стерильные условия на поверхности раны.

Из вышеизложенного следует, что медные покрытия на текстильных перевязочных материалах обладают потенциалом для применения в медицине благодаря своим антибактериальным, совместимыми и ранозаживляющими биологическими свойствами. На основании проведенного обзора можно сделать вывод о том, что использование меди в составе включенных в него веществ, таких как перевязочные средства, может способствовать повышению эффективности лечения на ранних стадиях заболеваний и снижению риска воздействия микробов.

**Условия и методы исследований.** В качестве основного материала для модификации было использовано основязанное трикотажное полотно Fittex, изготовленное из 100% хлопковых волокон с высокой степенью воздухопроницаемости и эластичности, что делает его перспективным в текстильной медицине. Выбор этого направления обусловлено его физико-механическими свойствами и устойчивостью к деформациям, что позволяет использовать его в перевязочных материалах и других изделиях, требующих прочность и комфорт. Полотно Fittex было получено в виде рулонов и подготовлено к модификации путем стирки в дистиллированной воде и высушивания при низкой температуре.

*Методика модификации полотна медью.*

Для придания антибактериальных свойств материалу был выбран метод химического осаждения меди из раствора, так как он обеспечивает равномерное покрытие ионов меди на текстильных волокнах.

1. Приготовление раствора для нанесения меди:

– Раствор меди был приготовлен с использованием сульфата меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) с концентрациями (1,0; 0,05%);

– В качестве восстановителя использовали гидроксид натрия (NaOH) с концентрацией 40%;

– Для улучшения сцепления ионов меди с поверхностью покрытия в раствор был добавлен комплексообразователь, например, аскорбиновая кислота, которая способствует равномерному распределению меди по всей поверхности.

2. Процесс нанесения покрытия:

– Образцы Fittex были погружены в раствор сульфата меди на 30 минут при высокой температуре, после чего были промыты дистиллированной водой для удаления избытка ионов меди;

– Далее заготовки сушились при температуре 50°C в течение 2 часов для окончательной фиксации покрытия;

– Для проверки прочности покрытия и устойчивости к многократному использованию отходов применялись циклические замачивания и сушки, имитируя условия эксплуатации.

*Методы исследования поверхности и состава.*

Для оценки структуры медного покрытия на материале и свойствах полотна Fittex были использованы следующие методы анализа:

1. Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR)

– FTIR-спектры были зарегистрированы для определения химического состава поверхности и получили официальные удостоверения медных групп, образовавшихся в процессе модификации;

– Измерения основаны на 4000-400 см<sup>-1</sup> с развитием 4 см<sup>-1</sup>.

2. Сканирующая электронная микроскопия (SEM):

– Для изучения морфологии поверхности модифицированного полотна использовалась SEM с изображением до 10 000×;

– Полученные изображения позволяют оценить состояние меди на поверхности волокна и степень их сцепления с нагрузкой.

3. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС):

– XPS использовался для качественного и количественного анализа содержания меди на поверхности полотна;

– Этот метод измеряет толщину покрытия и равномерное распределение наночастиц меди на поверхности, что важно для измерения антибактериальной активности и густоты покрытия.

4. Тестирование антибактериальной активности:

– Антибактериальные свойства обработанных образцов были исследованы с использованием метода диффузии в агаре против уничтожения *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*;

– Полотно Fittex, модифицированное медью, поместили в питательную среду, засеянную бактериями, и в радиусе зоны подавления роста измерялся через 24 часа инкубации при 37°C;

– Результаты антибактериальных тестов измерялись в зависимости от размера зоны ингибирования вокруг образца;

– Эта методика позволяет подробно описать процесс подготовки и модификации текстиля, а также методы анализа, которые повышают воспроизводимость исследований и убедительность полученных результатов.

**Результаты исследований и их обсуждение.**

*1. Структурные изменения поверхности полотна Fittex после модернизации.*

После обработки полотна Fittex комплексом металлов и меди на его поверхности были обнаружены значительные изменения, подтверждающие успешное внедрение металлических компонентов, что подтверждалось снятием спектра помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) (рис. 1).

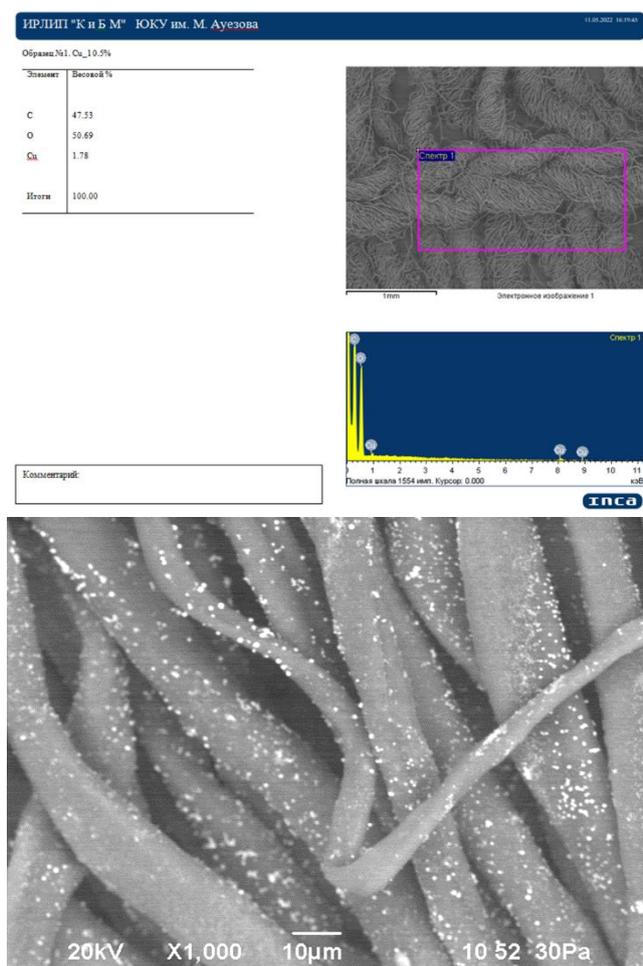


Рис. 1. Спектральный анализа трикотажного полотна Fittex

На рисунке 1 представлен результат анализа трикотажного полотна Fittex, модифицированного комплексом меди, полученный с помощью растровой электронной микроскопии (СЭМ) и рентгеновской спектрометрии энергодисперсионного анализа (EDS).

*Описание спектра и изображения.*

Морфология поверхности (СЭМ-изображение):

- На электронном изображении слева видна поверхность полотна Fittex с видимой текстурой трикотажных волокон;
- Покрытие меди на волокнах имеет равномерное распределение, что придает материалу характерную шероховатую структуру;
- Масштаб изображения (1 мм) позволяет рассмотреть распределение модификации на уровне текстильных волокон.

*Анализ элементного состава (EDS-спектр):*

- Спектр, представленный в нижней части изображения, показывает пики, соответствующие элементам, присутствующим на поверхности образца;
- По данным спектра и таблицы, состав поверхности включает следующие элементы:

Углерод (С) – 47,53%, основной компонент трикотажного полотна, так как материал изначально органический.

Кислород (О) – 50,69%, что связано как с органическими волокнами, так и с возможными окислами меди.

Медь (Cu) – 1,78%, свидетельствует о наличии меди в составе покрытия.

#### *Интерпретация результатов.*

– Покрытие меди: Наличие меди на поверхности материала подтверждает успешность модификации полотна Fittex. Исходя из того, что концентрация меди составляет всего 1,78% от общей массы, оказалось недостаточным для придания антибактериальных свойств, учитывая, что медь проявляет активность даже в небольших количествах.

– Равномерное распределение: Указанные данные демонстрируют, что медь распределена по поверхности волокон, что подтверждается как химическим анализом, так и СЭМ-изображением, где видна однородная текстура покрытия.

– Антибактериальный потенциал: Поскольку покрытие меди равномерно распределено, это обеспечивает потенциал для длительной антибактериальной активности и устойчивости покрытия.

Этот спектральный анализ наглядно подтверждает структурные изменения поверхности полотна Fittex после модификации комплексом меди, которое способствует улучшению функциональных свойств материала.

Таким образом, СЭМ-анализ выявил прочность равномерного покрытия, обеспечивающую шероховатость поверхности. Это может обеспечить контроль над поверхностью общей площади и продолжать пропитку антибактериальными компонентами к поверхности ткани, что важно для длительного удержания ионов меди.

#### *2. Химический состав и наличие медных комплексов.*

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. 2).

На графике показано распределение интенсивностей в зависимости от пиков для трех различных образцов: холостого, с содержанием меди 0,05%, и с содержанием меди 1,0%.

1) Холостой образец (синяя линия) демонстрирует базовый уровень интенсивности на разных пиках. Он используется как контрольный образец для сравнения с обработанными полотнами.

2) Образец с содержанием меди 0,05% (зеленая линия) показывает немного увеличенные интенсивности на большинстве пиков по сравнению с холостым полотном. Это свидетельствует о том, что небольшое количество меди, внедренное в структуру полотна, приводит к незначительному изменению поверхности.

3) Образец с содержанием меди 1,0% (красная линия) демонстрирует наибольшие изменения интенсивности, особенно на некоторых ключевых пиках. Это указывает на более значительное изменение структуры поверхности, подтверждая, что медь образует более плотное покрытие на текстильном материале при увеличенной концентрации.

Таким образом, наблюдается зависимость интенсивности от содержания меди в образце: чем больше меди, тем выше интенсивность на

соответствующих пиках. Это подтверждает успешное внедрение меди на поверхность и образование равномерного покрытия.

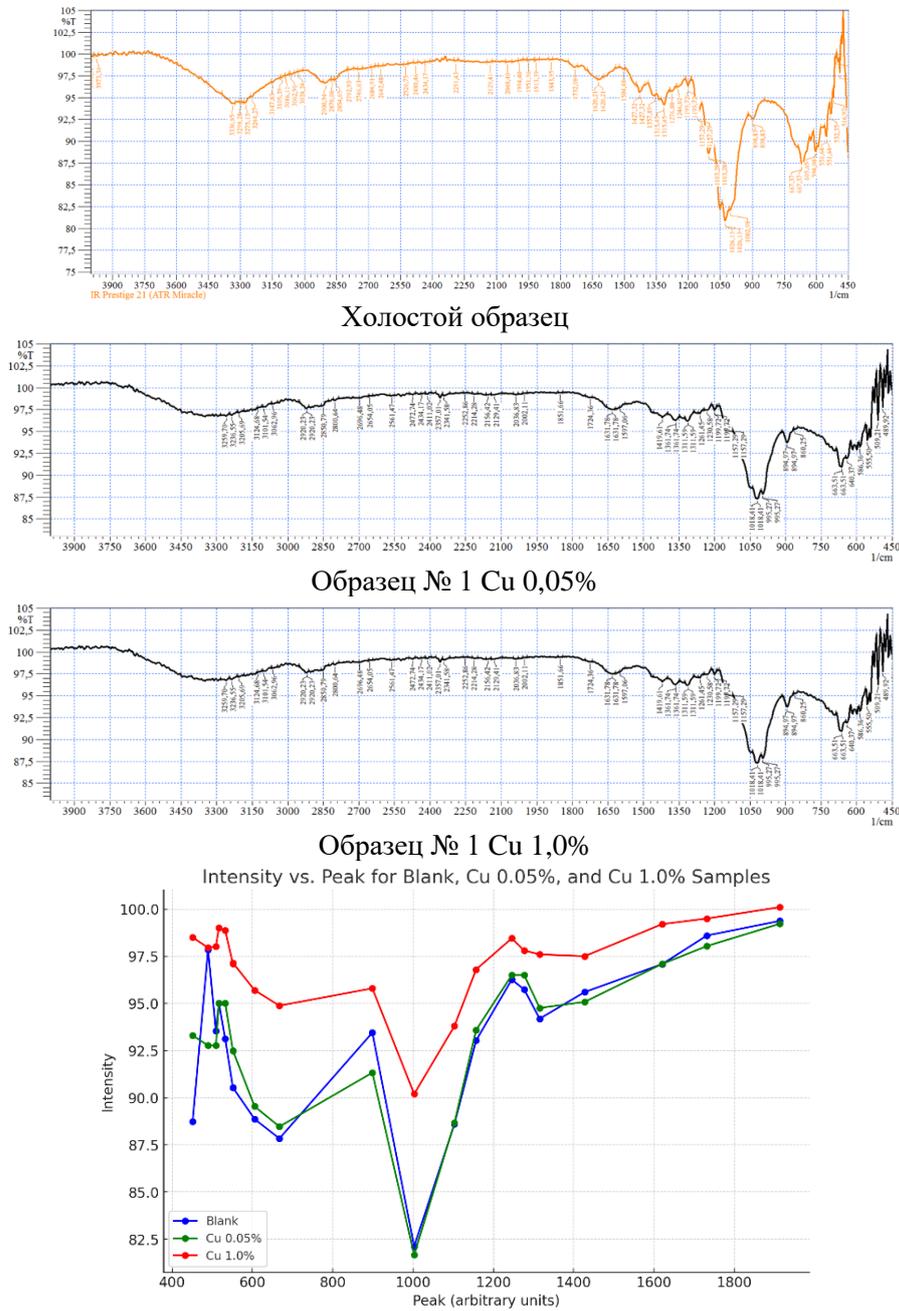


Рис. 2. График зависимости интенсивности от волнового числа (пиков) для образцов с концентрацией 1,0% меди (красный), 0,05 % меди (зелёный) и холостой (синий)

Результаты FTIR-спектроскопии показывают появление дополнительных полос в области, связанной с комплексами медицины, что подтверждается химическими связями металлов с воздействием. Спектры продемонстрировали пик на уровне 600-700 см<sup>-1</sup>, характерный для динамики

связи Cu-O, что свидетельствует о развитии медных комплексов в широком диапазоне.

Результаты анализа XPS позволяют провести значительный анализ содержимого меди на поверхности и оценить стабильность покрытия. Исследования показывают, что содержание меди составляет до 5% от общей массы образца, которое можно использовать для обеспечения антибактериального эффекта.

Сравнение интенсивностей на каждом из пиков показывает, что более высокая концентрация меди (1,0%) приводит к увеличению интенсивности сигналов, что свидетельствует о более сильном изменении поверхности полотна Fittex. Внедрение меди усиливает структурные и химические изменения, которые заметны на ключевых пиках. Эти изменения подтверждают успешную модификацию поверхности материала с использованием меди, что придает ткани антибактериальные свойства и повышает ее функциональность.

### 3. Микроструктура поверхности и различные комплексы меди.

На изображениях, полученных с помощью SEM, наблюдаются значительные размеры частиц комплекса меди по всей поверхности текстильного материала. Это свидетельствует о хорошей адгезии металлов к текстильным волокнам, что обеспечивает надежность покрытия. Результаты также обуславливают наличие микропор, которые могут обеспечить медленное высвобождение ионов меди и, соответственно, продление антибактериальной активности материала.

### 4. Антибактериальные свойства модифицированного полотна Fittex.

Антибактериальная активность была исследована в отношении *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* с использованием метода диффузии в агаре. Образцы модифицированных комплексов металлов меди продемонстрировали зону ингибирования диаметром 10-15 мм для *E. coli* и 12-17 мм для *S. aureus*, что подтвердило эффективность антибактериального покрытия. Эти результаты согласуются с исследованиями, что также привело к снижению бактериальной активности при использовании комплексов меди на текстиле.

### 5. Сравнение с немодифицированными образцами.

Для контроля сравнивались свойства модифицированных и немодифицированных образцов Fittex. Немодифицированные образцы не продемонстрировали инновационной антибактериальной активности, а также имели менее развитую микроструктуру, что обеспечивает преимущества модификации комплексом металлов и меди.

Таким образом, в результате модификации полотна Fittex комплексом металла меди были достигнуты значительные улучшения его функциональных свойств. Метод модификации повысил антибактериальные свойства и улучшил структурные характеристики поверхности, обеспечив долговременный эффект и стабильное покрытие. Эти результаты показывают перспективность использования комплексов меди в производстве медицинского текстиля.

**Заключение.** В данном исследовании была проведена модификация трикотажного полотна Fittex комплексом меди для придания антибактериальных свойств и улучшения структурных свойств материала. Полученные результаты позволили сделать следующие основные выводы:

1. Влияние на структуру поверхности. Нанесение комплексов металлов меди на поверхность полотна Fittex привело к образованию микропор и

увеличению шероховатости, что, в свою очередь, увеличивает площадь покрытия и увеличивает сцепление меди с текстильными волокнами. Это изменение структуры способствует более равномерному распределению и закреплению антибактериального покрытия, что повышает функциональные свойства материала.

2. Антибактериальные свойства. Полотно, модифицированное комплексом меди, продемонстрировало выраженные антибактериальные свойства, подтвержденные тестами на *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*. Образцы показали устойчивые зоны ингибирования, что свидетельствует о высокой антибактериальной активности покрытия и его перспективности для использования в медицинских текстильных изделиях.

3. Стабильность покрытий. Комплексное покрытие на основе меди продемонстрировало хорошую адгезию к текстильным волокнам, что обеспечивает стабильность антибактериальных свойств и долговечность покрытия даже при механических воздействиях и циклах стирки. Это позволяет использовать модифицированный материал в условиях, требующих долговременной антибактериальной активности.

#### Список литературы

1. Ahmed A., Hasan M.A., Younis N. Antimicrobial properties of copper coatings on fabric surfaces: An innovative solution for infection control //Journal of Applied Microbiology. – 2020. – Vol. 129. – No. 4. – P. 889-897.
2. Lin J., Huang Y., Tsai P. Antiviral and antibacterial copper-based coatings on textile materials for healthcare applications //Materials Today Communications. – 2021. – Vol. 27. – P. 102241.
3. Wang L., Chen Y., Zhang Q. Electrodeposition of copper coatings on textile surfaces: A comparative study on adhesion and antimicrobial efficiency //Surface and Coatings Technology. – 2019. – Vol. 372. – P. 46-54.
4. Smith R., Jones T., Lee S. Enhanced durability of copper coatings on textiles via galvanic plating for healthcare and environmental applications //ACS Applied Materials & Interfaces. – 2022. – Vol. 14. – No. 15. – P. 18752-18761.
5. Chang Y., Kim D., Park J. Surface modification of knitted fabrics using copper nanoparticles for improved mechanical and antimicrobial properties //Journal of Textile Science & Technology. – 2021. – Vol. 13. – No. 2. – P. 124-132.
6. Lee H., Woo S., Kim T. Advanced antimicrobial treatments on elastic textiles for enhanced microbial resistance and durability in medical applications //Journal of Industrial Textiles. – 2023. – Vol. 52. – No. 2. – P. 341-355.
7. Barber M.E., Woods M.J., Bosworth L.A., et al. Evaluation of copper's wound healing capability using copper-functionalised electrospun polypropylene meshes //Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine. – 2020. – Vol. 14. – No. 2. – P. 117-127.
8. Jokerst J.V., Cole A.J., Van de Sompel D., Gambhir S.S. Gold nanorods for theranostics and photothermal therapy //International Journal of Nanomedicine. – 2017. – Vol. – 12. – P. 1357-1370.
9. Poon V.K., Burd A. In vitro cytotoxicity of silver: implication for clinical wound care //Burns. – 2004. – Vol. 30. – No. 2. – P. 140-147.
10. Shahzadi S., Khilji Z.A., Shahzadi S., et al. Cu-doped ZnO nanostructures: applications in biomedical textiles //Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials. – 2019. – Vol. 107. – No. 6. – P. 1782-1789.
11. Vasileva P., Donkova B., Karadjova I., Dushkin C. Preparation of stable suspensions of silver nanoparticles in chitosan solution //Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2011. – Vol. 382. – No. 1-3. – P. 203-210.

Материал поступил в редакцию 20.11.24.

Г.Ш. Аширбекова<sup>1</sup>, В.М. Джанпаизова<sup>1</sup>, Э. Рамазан<sup>2</sup>, Б.С. Туракулов<sup>1</sup>, М.М. Езиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ж.А. Ташенов атындағы Университет, Шымкент қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Ақдениз университеті, Анталия, Түркия

### КЕШЕНДІ МЫС ӨНДЕУДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, FITTEX ТОҚЫЛҒАН ТРИКОТАЖ ЖАЙМАҒА БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕР БЕРУ

**Аңдатпа.** Мақалада Fittex тоқылған трикотаж жаймасына кешенді мыс металл ерітіндісімен өңдеуді қолдана отырып бактерияға қарсы қасиеттерді беру мәселесі қарастырылады. Тоқыма материалдарының микробтық ластану проблемасы өзекті болып қала береді, әсіресе медициналық-санитарлық жағдайда, онда материалдардың гигиенасы маңызды мәселе болып табылады. Зерттеу аясында матаның бетін мыс кешенімен модификациялау технологиясы қолданылды, бұл оның қасиеттерін едәуір жақсартуға мүмкіндік берді. Сканерлеуші электрондық микроскопияны, ИҚ-спектроскопиясын және энергетикалық дисперсиялық талдауды пайдалану мыс жабынының тұрақты бекуі мен беріктігін, сондай-ақ бактерияға қарсы белсенділікке ықпал ететін құрылымдық өзгерістерді қамтамасыз етеді. Қолдану нәтижелері, өңделген трикотаж жайманың механикалық беріктігі мен ауа өткізгіштігін сақтай отырып, бактериялардың өсуінің төмендеуіне әкелді.

Жұмыстың практикалық жаңалығы модификацияланған материалды микробтық ластану қаупі жоғары жағдайларда медициналық бұйымдар мен киімдерді өндірісінде пайдалану мүмкіндігінде жатыр. Алынған нәтижелер көп функционалды тоқыма материалдарын жасау үшін мысты пайдалану перспективаларын арттырады.

**Тірек сөздер:** негіздеп тоқылған трикотаж, сіңдіру, мыс металл кешені, спектрлік талдау, адсорбция, кеуектілік, бактерияға қарсы қасиеттер.

G.Sh. Ashirbekova<sup>1</sup>, V.M. Janpaizova<sup>1</sup>, E. Ramadan<sup>2</sup>, B.S. Turakulov<sup>1</sup>, M.M. Yeziyeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zh.A. Tashenov University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>Akdeniz University, Antalya, Turkey

### GIVING ANTIBACTERIAL PROPERTIES TO THE FITTEX BASIC KNITTED FABRIC WITH THE HELP OF COMPLEX COPPER PROCESSING

**Abstract.** The article considers the issue of imparting antibacterial properties to warp-knitted fabric Fittex by modifying it using complex copper treatment. The problem of microbial contamination of textile materials remains relevant, especially in medical and sanitary conditions, where the hygiene of materials is the most important condition. Within the framework of the study, the technology of modifying the fabric surface with a copper complex was used, which made it possible to achieve significant improvements in its properties. The use of scanning electron microscopy, IR spectroscopy and energy dispersive analysis ensures the stability of the power and strength of the copper coating, as well as structural changes that contribute to antibacterial activity. The results of the application are that the treated fabric led to a decrease in bacterial growth while maintaining mechanical strength and air permeability. The practical innovation of the work lies in the possibility of using the modified material in the production of medical devices and clothing for conditions with an increased risk of microbial contamination. The results obtained increase the prospects for using copper to create multifunctional textile materials.

**Keywords:** warp-knitted fabric, impregnation, copper metal complex, spectral analysis, adsorption, porosity, antibacterial properties.