

## **РАЗДЕЛ 4**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

#### **4.1 Технология и материаловедение текстильного производства**

УДК 677.017:669.058.4

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ**

*Замостоцкий Е. Г. докторант, к.т.н., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,  
Международный университет «МИТСО», г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Приведены результаты экспериментальных исследований некоторых зависимостей бактерицидных свойств тканей от состава металлических наноструктурированных покрытий.

Ключевые слова: наноструктурированные покрытия, бактериологические свойства, ткани, серебро, алюминий и медь.

В настоящее время разработка текстильных материалов со специальными свойствами является одним из наиболее перспективных направлений развития ассортимента материалов технического и медицинского назначения. Один из методов получения новых свойств текстильных материалов является их металлизация – нанесение тонких слоев различных металлов и сплавов [1].

На протяжении многих веков повязки применялись главным образом для остановки кровотечения и защиты раны. В настоящее время благодаря достижениям науки появились новые возможности целенаправленного и дифференцированного использования свойств современных перевязочных средств на различных этапах процесса раневого заживления [2].

Для обеспечения оптимального заживления раны перевязочное средство должно эффективно удалять избыток раневого экссудата и его токсических компонентов, обеспечивать длительное высвобождение антимикробного агента, а также предотвращать вторичное инфицирование раны [3].

Целью данной работы является выявление зависимостей бактерицидных свойств тканей от состава металлических наноструктурированных покрытий.

Нанесения наноструктурированных покрытий меди, серебра и алюминия на ткани осуществлено в НИЦ «Плазмотег» ФТИ НАН Беларуси на модернизированной вакуумно-плазменной установке УВНПА-1-001. В качестве текстильной основы для нанесения покрытий выбраны 4 вида ткани (табл. 1).

Медицинские испытания текстильных материалов с металлическими нанопокрывами проводились на базе лаборатории НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологий с целью выявления антибактериального эффекта предоставленных образцов. В таблице 1 приведены характеристики исследуемых образцов тканей.

Программа и методика медицинских испытаний составлена с учетом требований и методов испытаний, установленных в соответствии с НТД [4, 5].

Антибактериальный эффект опытных образцов проверяли стандартными методами с помощью коллекционных тест-культур: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

В качестве анализируемого биологического материала выбрана взвесь микроорганизмов в физиологическом растворе. Концентрация (КОЕ/мл) определялась по оптическому стандарту мутности бактерий ГИСК им. Тарасевича, г. Москва.

Определение антимикробной активности исследованных образцов происходило методом диффузии в агар. Определение величины диаметров зон подавления роста микроорганизмов

происходило под микроскопом при помещении фрагментов материала, нанесенных в виде дисков диаметром 6,5 мм на поверхность плотной питательной среды, инокулированной соответствующими тест-штаммами микроорганизмов. Меры предосторожности при исследовании выполнялись в соответствии с мерами, необходимыми при работе с микроорганизмами 3–4 групп патогенности.

Таблица 1 – Характеристики исследуемых образцов тканей

| № образца | Состав ткани        | Материал покрытия | Толщина покрытия, нм |
|-----------|---------------------|-------------------|----------------------|
| 1         | вискоза             | медь              | 400                  |
| 2         | хлопок + полиэфир   | медь              | 400                  |
| 3         | полиэфир            | алюминий          | 300                  |
| 4         | полиамид + полиэфир | -                 | -                    |
| 5         | полиамид + полиэфир | медь              | 600                  |
| 6         | хлопок + полиэфир   | -                 | -                    |
| 7         | вискоза             | серебро           | 350                  |

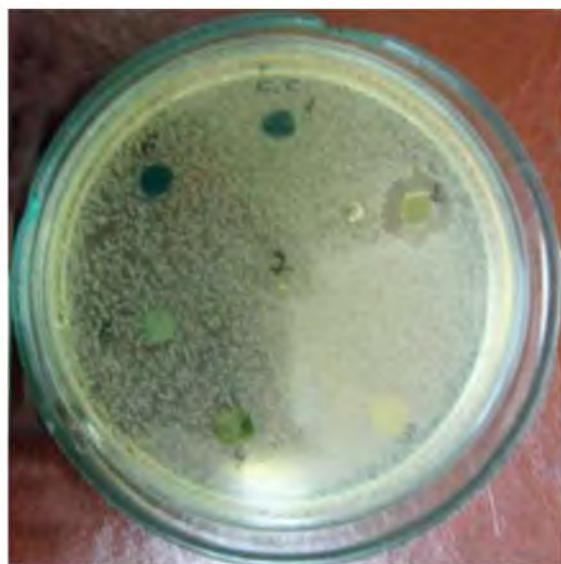


Рисунок 1 – Питательная среда с тест-штаммами *Escherichia coli* в чашках Петри после 24 часов экспозиции на образцах текстильных материалов с металлическими наноструктурированными покрытиями

На рисунке 1 показаны образцы тканей после 24 часов экспозиции с металлическими нанопокртиями, которые были помещены в питательную среду с тест-штаммами *Escherichia coli*.

Как видно из рисунка вокруг образца 7 есть зона подавления роста микроорганизмов диаметром 14–15 мм, а вокруг образца 5 есть зона подавления роста микроорганизмов диаметром 7–9 мм, тогда как на остальных образцах данная зона полностью отсутствует.

В таблице 2 приведены результаты бактериологических исследований антимикробных свойств выбранных образцов тканей после 48 часов.

Как видно из таблицы, вокруг образца 7 есть зона подавления роста микроорганизмов диаметром 1–3 мм, а вокруг образца 5 есть зона подавления роста микроорганизмов *Escherichia coli* диаметром 1–2 мм, тогда как на остальных образцах данная зона полностью отсутствует.

Таблица 2 – Результаты бактериологических исследований после 48 часов

| № образца | Зона подавления роста микроорганизмов, мм |                              |
|-----------|-------------------------------------------|------------------------------|
|           | <i>Escherichia coli</i>                   | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| 1         | отсутствует                               | отсутствует                  |
| 2         | отсутствует                               | отсутствует                  |
| 3         | отсутствует                               | отсутствует                  |
| 4         | отсутствует                               | отсутствует                  |
| 5         | 1–2                                       | отсутствует                  |
| 6         | отсутствует                               | отсутствует                  |
| 7         | 2–3                                       | 1–2                          |

По результатам исследований антимикробных свойств тканей можно сделать вывод, что бактерицидными свойствами по отношению к высокопатогенным микроорганизмам обладает образец 7 с серебряным нанопокрытием толщиной 350 нм и образец 5 с медным нанопокрытием толщиной 600 нм. Кроме этого текстильные материалы с наночастицами серебра и меди оказывают редуцирующее влияние на штаммы *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* при невысоких микробных нагрузках на протяжении 24 часов. При высокой микробной обсемененности данные металлические нанопокрытия оказываются малоэффективными в сравнении с антибиотиками и цитостатиками. Установлено, что антимикробная активность серебряного наноструктурированного покрытия на ткани выше, чем медного. Проведенные бактериологические исследования *in vitro* явно продемонстрировали, что антимикробная активность металлизированных тканей находится в прямой зависимости от использованного металла для нанопокрытия. Полученные экспериментальные данные подтвердили отсутствие выраженного антимикробного эффекта у тканей с напылением алюминия независимо от структуры и состава тканого материала.

#### Список использованных источников

1. Коган, А. Г. Анализ свойств металлизированных тканей специального назначения / А. Г. Коган, Е. Г. Замостоцкий, В. Ю. Сергеев, В. В. Сяборов // Сборник научных трудов посвящен 100-летию со дня рождения П. В. Власова, Москва, 14-16 мая 2011 г. / МГТУ им. А.Н. Косыгина; редкол.: С. Д. Николаев (гл. ред.). – Москва, 2011. – С. 202–210.
2. Макарова, Н. А. Современные антимикробные материалы на текстильных носителях / Н. А. Макарова, Б. А. Бузов, В. Ю. Мишаков, Б. В. Заметта // Текстильная промышленность. – 2002. – № 2. – С. 32–33.
3. Толстых, М. П. Теоретические и практические аспекты заживления ран: монография / М. П. Толстых и др. – М.: Дипак., Москва, – 2007. – 96 с.
4. Инструкция по применению методов определения чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2008. – Минск : Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, ГУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Министерства здравоохранения Республики Беларусь, ГУО «Белорусская медицинская академия последиplomного образования». – 2009. – 82 с.
5. Percival, B. Bacterial resistance to silver in wound care / B. Percival // J. Hospital Infect. – 2005. – № 60. – P. 1–7.

УДК 677.017.57

## ПОСТРОЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНЫХ ГРАФИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НЕРОВНОТЫ СМЕШИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ЁМКОСТНЫМ МЕТОДОМ

**Яснев Д. А., асп., Рыклин Д. Б., д.т.н., проф.**

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Статья посвящена получению градуировочных графиков для измерительного стенда по определению неравноты смешивания материалов ёмкостным методом. В результате статистической обработки экспериментальных данных была получена модель для вычисления ёмкости конденсатора на основании информации о напряжении для частот в диапазоне от 160 кГц до 12 МГц.

Ключевые слова: неравнота смешивания; ёмкостной метод; диэлектрическая проницаемость; частота электрического поля конденсатора; напряжение; ёмкость.