

**РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ПРИДАНИЯ БИОЦИДНЫХ СВОЙСТВ
ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫМ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ**

**МЕТАЛДАРДЫҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІН ПАЙДАЛАНЫП МАҚТА – МАТАЛЫ ТОҚЫМА
МАТЕРИАЛДАРЫНА БИОЦИДТІК ҚАСИЕТТІ БЕРУДІҢ ЖАҢА ТӘСІЛДЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**DEVELOPMENT OF A NEW METHOD OF IMPARTING BIOCIDAL PROPERTIES TO
COTTON TEXTILE MATERIALS WITH THE USE OF METAL NANOPARTICLES**

S.M. RAKHIMOVA, A. VIG**, B.P. TAUSSAROVA**

S.M. RAKHIMOVA, A.VIG**, B.R. TAUSSAROVA**

(*Алматынський технологічний університет, **Budapest University of Technology and Economics)

(*Алматы технологиялық университеті, **Технология және экономика Будапешт университеті)

(*Almaty Technological University, **Будапештський університет технології та економіки)

E-mail: s.rahimova@atu.kz

Использование наноразмерных частиц металлов и их оксидов является актуальным направлением в отделке текстильных материалов уже не одно десятилетие. В статье описан новый способ придания биоцидных свойств хлопчатобумажным тканям с использованием наноразмерных частиц металлов, в частности меди, оксидов меди и железа. Исследования показали, что предлагаемый авторами способ является эффективным – на обработанном текстиле подавляется рост бактерий и грибов. Разработанный способ может быть использован при изготовлении изделий санитарно-гигиенического назначения.

Металдардың және олардың оксидтерінің наномөлшердегі бөлшектерін пайдалану бірнеше онжылдықтағы тоқыма материалдарын өңдеудегі өзекті бағыттардың бірі болып табылады. Мақалада металдардың, соның ішінде мыстың, мыс және темір оксидтерінің наномөлшердегі бөлшектерін пайдаланып, мақта-маталы материалдарға биоцидтік қасиеттерді берудің жаңа тәсілдері сипатталған. Өңделген тоқымаларда бактериялар және саңырауқұлақтардың кемуі байқалатын – авторлардың ұсынған тәсілдерінің тиімділігін зерттеулер көрсетті. Зерттелген тәсіл санитарлық – гигиеналық тұрғыдағы бұйымдарды жасау кезінде пайдаланылады.

Using nano-sized particles of metals and metal oxides is the actual direction in the finishing of textiles for more than fifteen years. The article describes a new method for imparting biocidal properties to cotton fabrics using nanoscale particles of metals, in particular copper, iron and copper oxides. Studies have shown that a method proposed is effective - the treated textiles inhibited the growth of bacteria and fungi. The developed method can be used in the manufacture of products of sanitary and hygienic destination.

Ключевые слова: наночастицы, биоцидная отделка, химическое восстановление, медь, оксид меди, оксид железа, антимикробная активность.

Негізгі сөздер: нанобөлшектер, биоцидтік бөлім, химиялық тотықсыздандырғыш, мыс, мыс оксиді, темір оксиді, антимикробты белсенділік.

Key words: nanoparticles, biocidal finish, chemical reduction, copper, copper oxide, iron oxide, antimicrobial activity.

Введение

Уже более двадцати лет развитие нанотехнологий является приоритетным во многих отраслях науки и техники и обещает человечеству новые достижения в широком диапазоне их применений. Одним из направлений развития нанотехнологий в текстильной промышленности является разработка антимикробных текстильных изделий с использованием наноразмерных частиц металлов. Неорганические материалы в наноформе, такие как металлы и их оксиды привлекают внимание по нескольким причинам: высокая проникающая способность, ингибирование роста инфекционных заболеваний в связи с их антимикробными свойствами, способность выдерживать суровые условия процесса.

Самым известным металлом, обладающим ярко выраженными антимикробными свойствами, является серебро. Его свойства известны со времен Египетской цивилизации, а его применение в наши дни повсеместно – от электроники до медицины. Тем не менее не только серебро обладает бактерицидными свойствами и может быть использовано для модификации текстильных материалов с целью придания им биоцидных свойств.

Медь является эссенциальным микроэлементом, необходимым для нормальной жизнедеятельности человека. Известно, что медь оказывает влияние на процессы кровотока, участвует в углеводном обмене, стимулирует иммуннозащитные функции организма [1]. Соли двухвалентной меди, гидроксид меди обладают антимикробной и дезодорирующей активностью. Однако в контакте с кожей человека под действием воздуха, влаги, пота, сореджимого раны ионы меди постепенно исчезают. Ткань, содержащая ионы меди, со временем перестает быть бактерицидной. Как материал длительного

санитарно-гигиенического назначения она неприменима, поскольку нестабильна. Другое дело ткань, содержащая наночастицы меди. Они так же, как ионы меди, адсорбируются химическими связями на целлюлозе и представляют собой своеобразное депо для поставки ионов меди в раствор [2].

Менее распространенным соединением, используемым в качестве антимикробного агента, является наноразмерный оксид железа (III) [3]. Исследования, проводимые Ameer Azam с коллегами [4], по изучению антимикробной активности наноразмерных оксидов металлов, подтвердили что оксид железа (III) ингибирует рост как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий.

Таким образом, изучив актуальную в области исследования патентную и научную литературу, нами было принято решение о разработке нового способа придания целлюлозным текстильным материалам биоцидных свойств с использованием наночастиц меди, оксидов меди и железа.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись: хлопчатобумажная ткань артикула 03С7-БЧ484 бязевой группы, сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Китай), сульфат железа семи-водный Fe_2SO_4 (Россия), гидроксид натрия NaOH (Россия).

В работе были использованы следующие методы исследования: микроскопический, рентгеноструктурный, микробиологический.

Результаты и их обсуждение

Химическое восстановление частиц меди, адсорбированных на материале, осуществляли следующим образом: образцы ткани пропитывали 0,1-2% раствором

сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), в сочетании с 0,1-2% раствором сульфата железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Реакцию проводили в щелочной среде с последующей сушкой при температуре 60-70°C в течение 10 минут, а термообработку при 150°C в течение 4 минут.

Полученные образцы промывали в растворе уксусной кислоты и далее дистиллированной водой.

Методом рентгеноструктурного анализа было подтверждено наличие в растворе чистой меди и оксидов металлов – CuO и Fe_2O_3 (рис.1).

Размер и закрепление восстановленных наночастиц определяли на электронных микрофотографиях обработанных образцов. (рис.2). Размер частиц варьируется от 5 до 80 нм [5].

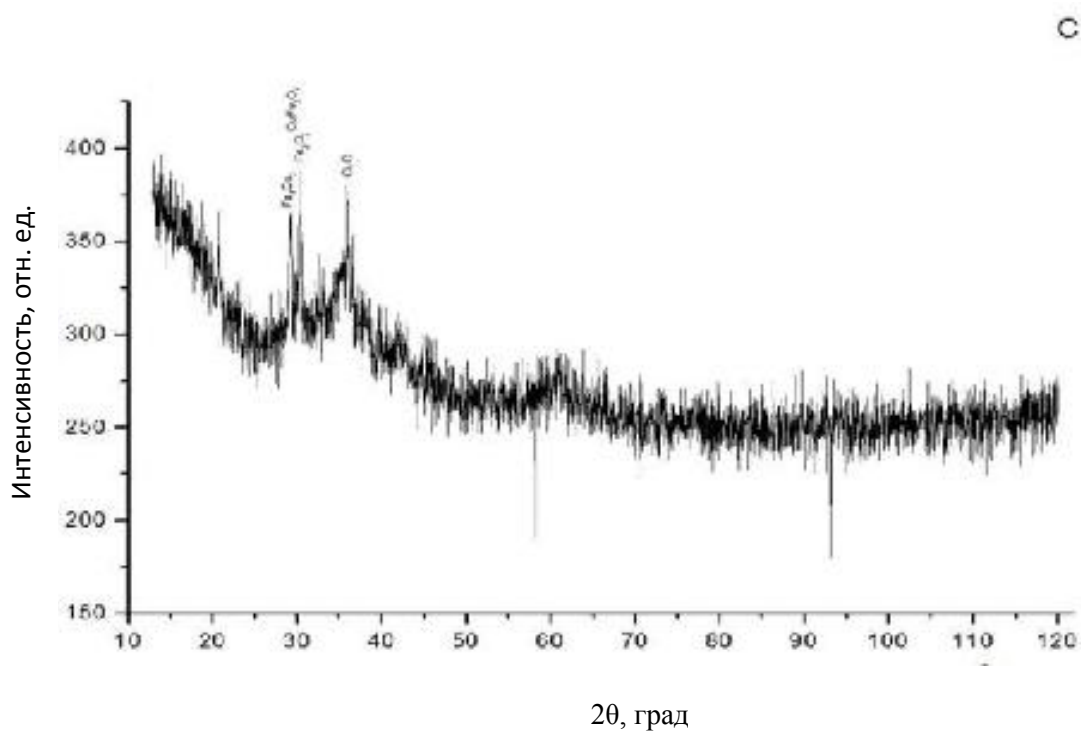


Рисунок 1 - Данные рентгеноструктурного анализа

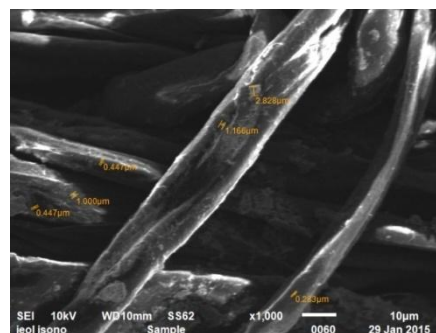
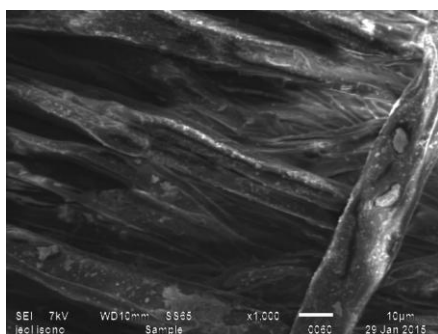


Рисунок 2 - Микроснимки волокон обработанной ткани

Исследование образцов текстиля на бактериальное обсеменение проводилось следующим образом: для проверки обсемененности с образцов ткани делали смывы. Взятие смывов производили с помощью стерильных увлажненных ватных тампонов. Перед посевом смывов в пробирку с тампоном добавляли 5 мл изотонического раствора хлорида натрия. Тампон был тщательно отмыт, после чего 0,1 мл смывной

жидкости поместили в чашку Петри со средой МПА (мясо-пептонный агар). Чашки поместили в термостат при 30⁰С. Предварительный подсчет выросших колоний произвели через 48 часов, окончательный через 72 часа. Количество клеток бактерий, выросших на поверхности обработанных составом образцов хлопчатобумажной ткани, показано в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований на микробиологическую обсемененность

Состав растворов, в зависимости от концентрации солей (во всех случаях использовали 3% р-р NaOH)	Показатели микробиологической обсемененности, количество выросших клеток на поверхности в 25 см ²
Необработанный образец х/б ткани (контроль)	9000
0,1% р-р CuSO ₄ в сочетании с 0,1% р-ром FeSO ₄ (I)	500
1% р-р CuSO ₄ в сочетании с 1% р-ром FeSO ₄ (II)	0
2% р-р CuSO ₄ в сочетании с 2% р-ром FeSO ₄ (III)	0

Исходя из результатов исследований на микробиологическую обсемененность, можно сделать вывод об эффективности предлагаемого способа.

Образцы, обработанные указанными в таблице 1 составами, оказали и фунгицидное действие. Численность грибов, выросших на контрольном образце ткани, составила 20-30 клеток, на остальных образцах произошло полное ингибирование роста грибов.

В работе было изучено влияние разработанного способа антимицробной отделки на потребительские свойства ткани.

Показатели прочности на разрыв определяли на разрывной машине РТ-250М.

Изучение прочности ткани на разрыв не выявило значительных изменений по сравнению с разрывной нагрузкой контрольного образца.

Показатели воздухопроницаемости исследуемых образцов ткани определяли на приборе ВПТМ-2. Изменение показателей воздухопроницаемости обработанных образцов ткани по сравнению с контрольным образцом незначительно. Коэффициенты воздухопроницаемости хлопчатобумажной ткани, обработанной предлагаемым составом, соответствуют нормативным требованиям для этой группы тканей (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели прочности и воздухопроницаемости хлопчатобумажной ткани

№ состава согласно приведенным примерам	Разрывная нагрузка, Н	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \times \text{с}$
контроль	320	180
I	310	170
II	300	170
III	310	170

Заключение

Таким образом, целлюлозные текстильные материалы, обработанные предлагаемым способом, имеют улучшенные антимикробные свойства – стойки к действию микроорганизмов и грибов.

Кроме того, для восстановления наночастиц для придания антимикробных свойств в работе не требовалось использование коммерческих восстановителей, что значительно экономит сам процесс отделки текстильных материалов.

Благодарность. Выражаем признательность Физико-техническому институту г.Алматы за помощь в проведении рентгеноструктурного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ 2410472 Способ получения наночастиц меди в водной среде [Текст]/ Грачева И.Е., Крейцберг Г.Н. и др.; заявитель и обладатель ООО «НПО «Ликом»; опубл. 27.01.2011.
2. Патент РФ 2519190 Медьсодержащий целлюлозный материал [Текст] Миргород Ю.А., Емельянов С.Г. и др.: заявитель и обладатель ФГБОУВПО «Юго-Западный государственный университет»; опубл. 10.02.2014.
3. Jung Kwon Oh, Jong Myung Park Iron Oxide-based Superparamagnetic Polymeric Nanomaterials: Design, Preparation and Biomedical Application // PPS_MNP-Polymer submitted.doc. – 2012. – P. 2-46
4. Ameer Azam and others Antimicrobial activity of metal oxide nanoparticles against Gram-positive and Gram-negative bacteria: a comparative study, International Journal of Nanomedicine. – Vol.7. -2012. -P.6003-6009.
5. S.M. Rakhimova, A. Vig, B.R. Taussarova, A.Zh. Kutzhanova. The use of nanosized metal oxides for antimicrobial finish of cotton fabric // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - №3 (357) 2015. – С. 202-205