

**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. TAUSAROVA\**

*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](mailto: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 кроветворения, 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  $\text{Fe}_2\text{SO}_4$  (Россия), гидроксид натрия  $\text{NaOH}$  (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 –  $\text{CuO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (рис.1).

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

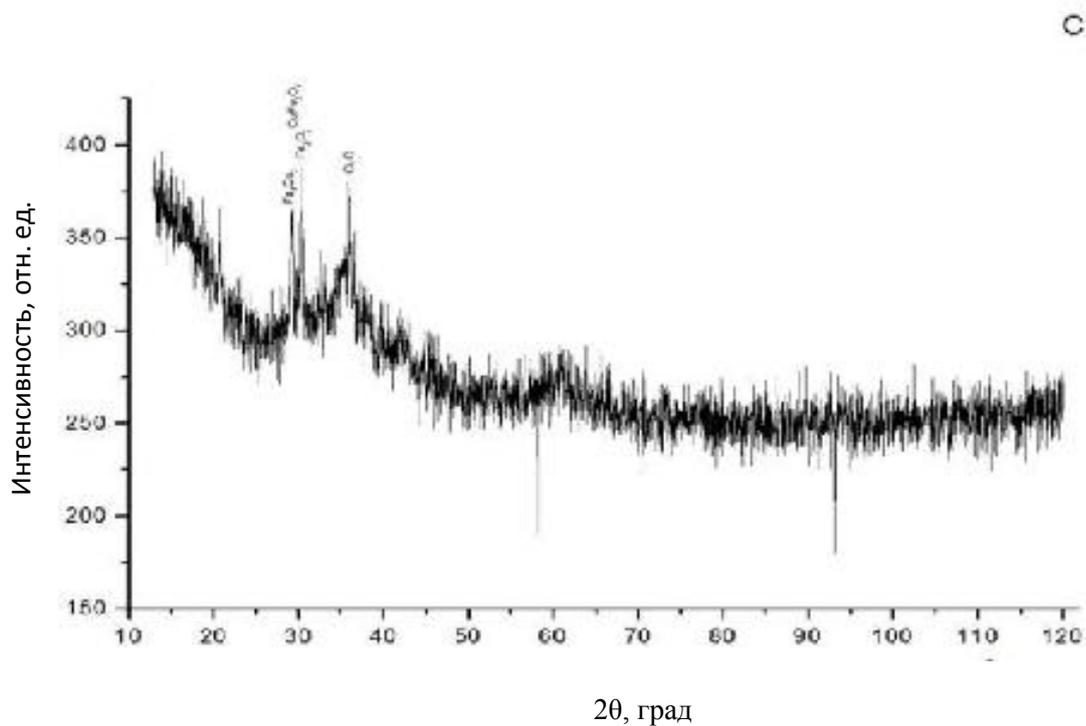


Рисунок 1 - Данные рентгеноструктурного анализа

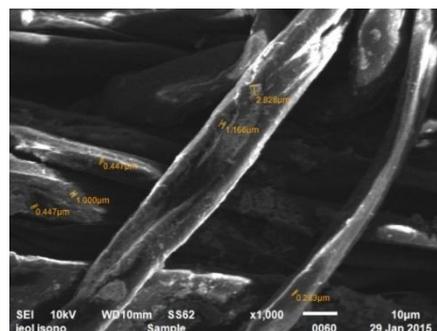
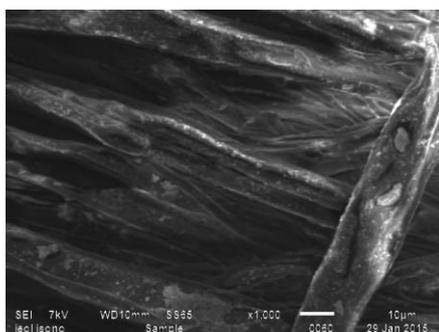


Рисунок 2 - Микроснимки волокон обработанной ткани

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 30<sup>0</sup>С. 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 <sup>2</sup>
Необработанный образец х/б ткани (контроль)	9000
0,1% р-р CuSO <sub>4</sub> в сочетании с 0,1% р-ром FeSO <sub>4</sub> (I)	500
1% р-р CuSO <sub>4</sub> в сочетании с 1% р-ром FeSO <sub>4</sub> (II)	0
2% р-р CuSO <sub>4</sub> в сочетании с 2% р-ром FeSO <sub>4</sub> (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