

УДК 627.02

*К. Ж. ДЮСЕНБИЕВА<sup>1</sup>, Б. Р. ТАУСАРОВА<sup>1</sup>, А. Ж. КУТЖАНОВА<sup>1</sup>*

### **РАЗРАБОТКА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ**

Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан.  
E-mail: d.kulmairam@mail.ru

**Аннотация.** Исследована антимикробная активность целлюлозных материалов, полученных золь-гель методом, изучено влияние аппрета на физико-механические показатели текстильных материалов. Показана антимикробная активность модифицированных материалов в отношении различных микроорганизмов,

**Ключевые слова:** антимикробная отделка, золь-гель метод, текстильные материалы, антимикробная активность.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию текстильных материалов с антимикробными свойствами, устойчивых к биоповреждениям, способных задерживать развитие микроорганизмов или вызывать их гибель, и применения их как в быту, так и в специальных отраслях [1].

Антимикробные свойства придают путем обработки волокон, полотен, изделий различными препаратами, либо введением антимикробных препаратов в прядильный раствор или расплав при формовании волокон, а также путем взаимодействия бактерицидного или фунгицидного препарата с макромолекулами волокнообразующего полимера. В качестве антимикробных агентов могут выступать различные вещества органической и неорганической природы. В этом отношении более предпочтительны неорганические соединения, например металлы и их композиции, сложных металлических оксидов, смесей соединений металлов. Возрастает интерес исследователей к наночастицам индивидуальных металлов, композиций металлов Al, Si, Zn, Ni, Ti, Cu и др.

Известные препараты для придания волокнистым материалам антимикробных свойств зачастую или не позволяют достичь устойчивого анти-

микробного эффекта, сохраняющегося после длительных и многократных мокрых обработок и химических чисток, или достаточны дороги для широкого применения в производстве текстиля [2]. Эффективные антимикробные препараты иностранного производства известны у нас только под торговыми марками и вся открытая информация о них носит только рекламный характер. Этим обусловлена необходимость создания новых препаратов и разработка модифицированных волокнистых материалов со специальными свойствами.

Модификация текстильных материалов чаще всего осуществляется за счет адгезии молекул полимера в виде пленки на волокнах ткани. Простота такой модификации ткани сопровождается существенным недостатком - сравнительно низкая устойчивость модифицирующих веществ на поверхности тканевых волокон к воздействию последующих чисток и стирок. В связи с этим, является актуальной разработка метода модификации текстильных материалов антимикробными аппретами с их химическим закреплением на поверхности, что позволит значительно повысить устойчивость модифицирующих эффектов.

Для модифицирования целлюлозных материалов и придание текстильным материалам технически заданных свойств был использован золь-гель метод. Основное преимущество золь-гель метода перед другими состоит в том, что он позволяет контролировать структуру получаемых материалов, размер частиц, величину и объем пор, площадь поверхности пленок, чтобы получить материал с заданными свойствами. Этот метод не требует уникального оборудования и дорогих исходных реагентов и поэтому является сравнительно более дешевым методом синтеза [3]. Покрытия получаемые золь-гель методом, могут быть применены для различных поверхностей, таких, как стекло, бумага, синтетические полимеры, дерево, металлы, и текстиль.

Золь-гель методом можно придать текстильному материалу различные свойства, гидро и олеофобности, оптические, антимикробные, огнезащитные, антистатические и многие другие свойства. Этот процесс происходит в следующие стадии: формирование золя путем гидролиза исходного материала и последующей реакции поликонденсации, процесс нанесения покрытия, затем сушка и термический обжиг [4].

Золь-гель технология позволяет проводить процесс при обычных условиях (температура, Рн, давление), улучшать свойства традиционных материалов, создавать материалы нового поколения. Благодаря тому, что золь-гель процесс начинается в растворе, существует множество вариантов его проведения. Это дает возможность получать материалы различной формы и микроструктуры; монолитные тела (цилиндры, пластины, диски), волокна (протяженные нити), покрытия (тонкие и толстые пленки), подложки (пластинки) [5].

Типичный золь-гель процесс начинается с приготовления растворов содержащих соединения кремния, воду, спирт как растворитель, кислоту

или основание как катализатор. Процесс включает гидролиз прекурсоров и поликонденсацию продуктов гидролиза. В результате реакции поликонденсации происходит формирование зародышей новой фазы и образование частиц нанометрового размера. Полученный таким образом золь может превратиться в гель при старении или под действием химических добавок. Затем происходит коагуляция частиц с образованием мокрого геля, в котором содержится вода и растворитель. Удаление жидкости из маленьких пор размером в несколько нанометров осуществляют различными методами. В процессе сушки структурная сетка гелей подвергается воздействию дополнительного сжимающего давления [6].

Большое число исследований по золь-гель технологии посвящено изучению процессов структурообразования в золях на основе тетраэтоксисилана. Сложные реакции происходят в кремнезолях при введении в них многозарядных ионов металлов, особенно если в золь-гель системах находится не один, а несколько таких ионов. В результате реакции гидролитической поликонденсации тетраэтоксисилана формируется ультратонкая кремнеземная сетка (матрица) «хозяин», а неорганические вещества являются прекурсорами для модификаторов сетки (катионов металлов или неметаллов) «гость». В качестве частиц, иммобилизованных в неорганической матрице, могут выступать как агрегаты неорганической природы, так и каталитически активные добавки или органические кластерные образования. Кроме того, что структурные связи могут возникать в различных местах, приводя к разной степени упорядоченности конечных продуктов золь-гель процесса [7]. Исследования в области стабилизации металлсодержащих наночастиц полимерными макромолекулами показывают, что макромолекулы не только стабилизируют дисперсные системы, но и принимают непосредственное участие в их формировании, контролируя размер и форму растущих наночастиц [8].

Анализ литературных данных показывает, что золь-гель технология является перспективным методом получения покрытий с воспроизводимой, контролируемой и упорядоченной структурой. Поэтому исследования, посвященные разработке получения антимикробных текстильных материалов с заданными свойствами методом золь-гель технологии, а также изучению свойств и наиболее эффективных областей применения указанных материалов, имеют большое научное и практическое значение.

Целью настоящего исследования является получение целлюлозных материалов с антимикробными свойствами на основе спиртового раствора тетраэтоксисилана с добавлением наночастиц оксидов цинка и меди.

По результатам электронно-сканирующей микроскопии выявлено изменение морфологической поверхности необработанных образцов, рисунок 1 (а), по сравнению с аппретированными образцами, рисунок 1 (б). На рисунках отчетливо видно, что наночастицы оксида цинка присутствуют на обработанном волокне, размер варьируется в пределах от 1,2 до 4,4  $\mu\text{m}$ . Методом количественного анализа установлено наличие веществ содержащихся на волокнах, необработанный образец, рисунок 2 (а), обработанный образец, рисунок 2 (б).

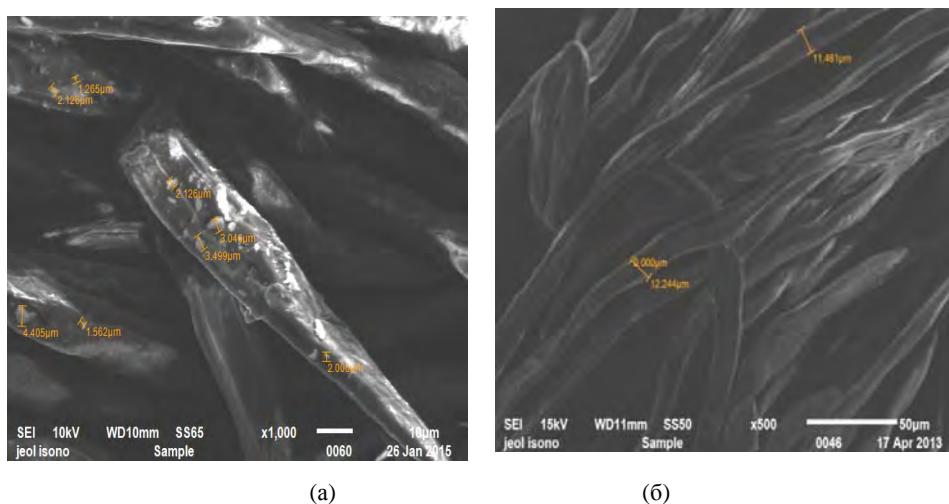


Рисунок 1 – Фотографии поверхности волокон (а) необработанного (б) обработанного образца

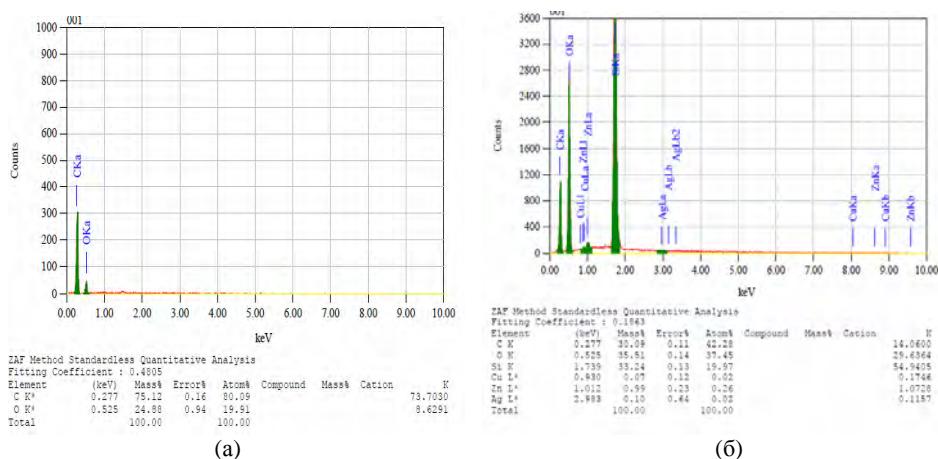


Рисунок 2 – Количественное содержание элементов на поверхности волокон (а) необработанного (б) обработанного образца

В ходе исследования на определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве, было установлено, что пропиточная композиция не влияет на разрывные показатели исследуемых образцов, варьируются в пределах, необработанный образец имеет разрывную нагрузку – 243 Н, обработанный образец имеет разрывную нагрузку - 239 Н. Показатели воздухопроницаемости практически остаются неизменными по сравнению с необработанной тканью  $228 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ , обработанный образец  $226 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ .

Изучено влияние предварительной пропитки на малосминаемость обработанной ткани. Из полученных данных следует, что несминаемость 98

ткани после обработки ее пропиточной композицией превышает показатель несминаемости необработанной ткани 205 град., обработанный образец 235 град. Таким образом, можно сделать вывод об эффекте малосминаемой отделки.

Антимикробная активность обработанного целлюлозного волокна была определена в соответствии с требованиями ОФС 42-0067-07 «Микробиологическая чистота», для количественной оценки микроорганизмов использовался поверхностный вариант чашечного агарового метода.

Результаты показали (таблица), что в контрольном образце (необработанная хлопчатобумажная ткань) наблюдался значительный рост бактерий Yeast/mold, STAPH.AUREUS, AEROBIC COUNT, Sal. Entero. Обработка подобранным составом придает антимикробные свойства, улучшает прочностные характеристики хлопчатобумажных тканей.

Результаты исследований на микробиологическую обсемененность

Показатели микробиологической обсемененности, количество выросших клеток			
1	Наличие бактерий на необработанном образце	Yeast/mold	1000
		STAPH.AUREUS	2000
		AEROBIC COUNT	25 000
		Sal. Entero	5000
2	Наличие бактерий на обработанном образце	Yeast/mold	Отсутствуют
		STAPH.AUREUS	Отсутствуют
		AEROBIC COUNT	Отсутствуют
		Sal. Entero	Отсутствуют

Показано, что модифицированные целлюлозные текстильные материалы наночастицами оксида цинка и меди, обладают антибактериальными свойствами.

#### Литература

- [1] Баранова О. Н., Жихарев А. П., Золина Л. И., Подлубко С. В. Разработка метода модифицирования и определение синергической устойчивости антимикробных хлопчатобумажных тканей бельевого ассортимента // Дизайн и технология. – МГУТД. – 2011. – № 25. – С. 73-78.
- [2] Буркитбай А., Кутжанова А.Ж., Таусарова Б.Р. Разработка новой композиции для антимикробной отделки целлюлозного текстильного материала // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2010. – № 12. – С. 20-23.
- [3] Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. Бином. Лаборатория знаний. – 2012. – 309 с.
- [4] Boris Mahltig, Torsten Textor. Nanosols and textiles. – 2008. – P. 237.
- [5] Максимов А.И., Мошников В.А., Таиров Ю.М., Шилова О.А. Основы золь-гель технологии нанокompозитов. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2007. – 260 с.
- [6] Svetlana Vihodceva, Silvija Kukle. Thin Coatings on the Raw Cotton Textile Deposited by the Sol-Gel Method, Material Science. Textile and Clothing Technology. – 2012. – P. 69-73.

[7] Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. – М., 2012. – 480 с.

[8] Burkitbay A., Taussarova B.R., Kutzhanova A.Z., Rakhimova S.M. Development of a Polymeric Composition for Antimicrobial Finish of Cotton Fabrics. *Fibers & Textiles in Eastern Europe*. – 2014. – Vol. 22, N 2(104). – P. 96-101.

[9] Дюсенбиева К.Ж., Таусарова Б. Р., Кутжанова А.Ж. Получение целлюлозных материалов, модифицированных наночастицами серебра и изучение их антибактериальных свойств // Мат-лы Республиканского круглого стола «Экологическая безопасность: от идеи к результатам», посвящ. 5-летию Института магистратуры и PhD докторантуры Казахского национального педагогического университета им. Абая, 18 апреля 2014 г. – С. 95-97.

#### Резюме

*К. Ж. Дюсенбиева, Б. Р. Таусарова, А. Ж. Кутжанова*

#### ЗОЛЬ ГЕЛЬ ӘДІСІ БОЙЫНША АЛЫНҒАН АНТИМИКРОБТЫ ҚАСИЕТІМЕН ЦЕЛЛЮЛОЗДЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ ДАЙЫНДАУ

Талшықты материалдарға антимикробтың қасиет беру үшін әртүрлі текстильді көмекші заттар мен препараттар антимикробтық материалдар қарастырылған. Текстиль материалын өңдеу үшін антимикробтық композицияны қолданудың кең ауқымды үйрену. Антимикробты композициялы. Текстиль материалдарын өңдеу кезінде кемшіліктері мен артықшылықтары көрсетілді.

**Тірек сөздер:** антимикробты материалдар, золь гель технологиясы, нанобөлшектер, текстиль материалдары, антимикробты белсенділік.

#### Summary

*K. Zh. Duisenbiyeva, B. R. Tauasarova, A. Zh. Kutzhanova*

#### DEVELOPMENT OF CELLULOSIC MATERIALS WITH ANTIBACTERIAL PROPERTIES OBTAINED BY SOL GEL METHOD

Considered antimicrobial materials on various textile carriers and agents to impart antimicrobial properties of fibrous materials. Studied widely used antimicrobial compositions for textile finishing. The advantages and disadvantages of the treatment antimicrobial compositions of textile materials.

**Key words:** antimicrobic materials, sol-gel technology, nanoparticles, textile materials, antimicrobic activity.