

УДК 677.862.514:62-758.35

**ПРОИЗВОДСТВО ТКАНЫХ ПОЛОТЕН  
С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОЧАСТИЦ ВИСМУТА  
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ**

**THE PRODUCTION OF WOVEN CLOTHS  
WITH THE USE OF BISMUTH NANOPARTICLES  
FOR PROTECTION AGAINST MICROWAVE RADIATION INFLUENCE**

*A.S. ТОРШИН, А.Е. ТРЕТЬЯКОВА, В.В. САФОНОВ*  
*A.S. TORSHIN, A.E. TRETYAKOVA, V.V. SAFONOV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: svv@staff.msta.ac.ru

*Разработана эффективная технология восстановления висмута до нуль-валентного металлического состояния. Рассмотрены различные методы интенсификации процессов в металлизации текстильных материалов с применением нанотехнологий на базе нуль-валентного висмута.*

*Представлены методики проведения процессов обработки текстильных материалов наночастицами нуль-валентного висмута и различные методы оценки результатов проведенных экспериментов.*

*Показан выбор и сравнение технологий нанесения наночастиц нуль-валентного висмута в структуру хлопкового волокна и показана эффективность технологии с точки зрения защиты текстильных материалов от воздействия электромагнитных полей и излучения.*

*The effective technology of bismuth restoration to a zero-valent metal state is developed. Various methods of an intensification of processes in metallization of textile materials with application of nanotechnologies on base zero-valent bismuth are considered.*

*Techniques of carrying out processing of textile materials by nanoparticles zero-valent bismuth and various methods of an assessment of results of the made experiments are presented.*

*The choice and comparison of technologies of drawing nanoparticles zero-valent bismuth in structure of cotton fiber is shown, efficiency of technology is shown from the point of view of protection textile materials from influence of electromagnetic fields and radiation.*

**Ключевые слова:** наночастицы, висмут, металлизация, излучение, защита.

**Keywords:** nanoparticles, bismuth, metallization, radiation, protection.

Перспективной задачей является разработка технологии, обеспечивающей производство текстильных материалов, обладающих биоцидными и противорадиационными свойствами, с использованием нульвалентного висмута.

Метод синтеза наночастиц висмута заключается в химическом восстановлении раствора  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  четырехкратным мольным избытком  $\text{NaBH}_4$  в течение 10 мин при температуре  $100^\circ\text{C}$  и постоянном перемешивании раствора.

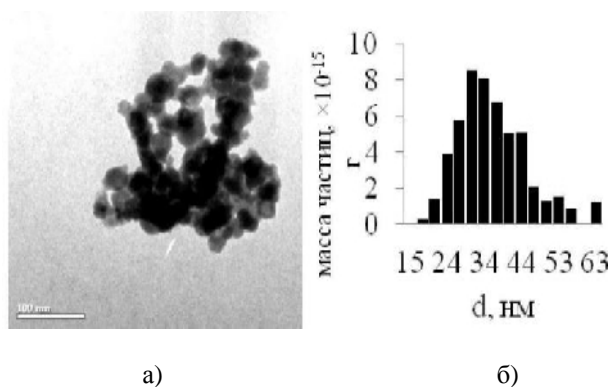


Рис. 1

На рис. 1 представлены электронные фотографии наночастиц висмута (а) и гистограмма их распределения по размерам (б). Среднемассовый размер наночастиц  $\text{Bi}$ , полученных химическим способом, равен  $30 \pm 5$  нм.

Осуществлялось воздействие излучением на непрозрачные волокна путем химических и физических реакций (рис. 2 – микрофотография поверхности материала, модифицированной наночастицами висмута (а), и гистограмма их распределения по массе (б)). Материал может быть использован в радиозащитной одежде с усиленной парциальной защитой, которая включает в себя комбинезон, шлем, перчатки, бахилы, изготовленные из радиопоглощающих материалов.

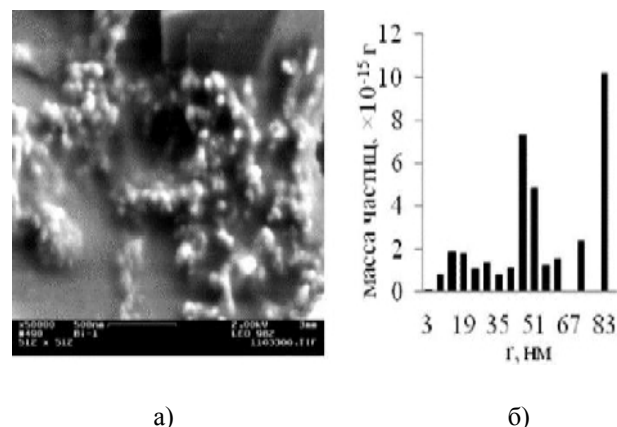


Рис. 2

Материал для защиты от воздействия излучения содержит неметаллическую основу и нанесенное на нее электропроводное покрытие, состоящее, например, из первого слоя со средней электропроводностью, представленного в виде композиции соединений сульфида меди, железа, олова, и металлического висмута, причем соотношение неметаллической составляющей к висмуту составляет около 70:30, второго слоя с высокой электропроводностью, состоящей из сплава никеля с кобальтом, железом и самарием, и третьего слоя – с высокой электропроводностью, например, медного, серебряного или золотого.

Первый слой наносят, последовательно обрабатывая неметаллическую основу сначала в аммиачном растворе солей указанных металлов до полного намочения, затем последовательно в воде, в растворе сульфида натрия, в воде, в тартратном растворе соли висмута и снова в воде. Количество металлического висмута регулируется количеством его соли в растворе и временем обработки. Второй металлический слой наносится гальваническим методом из электролита, содержащего сернокислый никель 200 г/л, хлористый кобальт 40 г/л, борную кислоту 30 г/л, сахарин 0,5 г/л, при температуре  $40^\circ\text{C}$  и плотности тока  $1 \text{ A/дм}^2$ . Третий слой может быть также

нанесен гальваническим методом из известных растворов омеднения, серебрения или золочения. Он может быть осажден также и другими методами, например, химическим осаждением из растворов, металлизацией в вакууме.

Внешний слой металла целесообразно, в зависимости от условий эксплуатации и назначения материала, выполнять из необходимого вещества, например, для повышения коррозионной стойкости наносят покрытие: полиэтиленовое, резиновое, оксидное, сульфидное, хроматное, алюминиевое и другие; для повышения электропроводности и теплоотражательных свойств наносят покрытие медью, серебром, золотом, алюминием; для улучшения паяния наносят слой из сплава олова со свинцом или висмутом; для создания светопоглощаемых свойств наносят покрытия: оксидное, черное хромовое, сульфидное и другие. Ослабление электрического поля достигается свыше 90 дБ, ослабление СВЧ до 80 дБ. Нанесение металлического покрытия на неметаллическую основу позволяет существенно изменить коэффициент теплового экранирования: он изменяется при 50° С от 0,5 до 0,75.

Толщина покрытия может изменяться в широком диапазоне – от 0,5 до 100 мкм и более, однако наибольшее применение находит материал с покрытием толщиной от 2 до 15 мкм, ввиду его достаточной экранирующей эффективности в сочетании с гибкостью, воздухопроницаемостью, прозрачностью, низкой материалоемкостью и технологичностью.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана технология восстановления висмута до нуль-валентного металлического состояния и его нанесения на хлопчатобумажную ткань.

2. Показано, что подвергаемая излучению модифицированная хлопчатобумажная ткань снижает дозу облучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Юрков Г.Ю. и др. Модификация состава висмутосодержащих наночастиц внутри полиэтиленовой матрицы // Журнал прикладной химии. – 2005, С. 1402...1407.

2. Каргин Ю.Ф. и др. Получение наночастиц висмута в опаловой матрице восстановлением соединений висмута изопропанолом в сверхкритическом состоянии // Неорганические материалы. – 2006. Т. 42, № 9. С. 1065...1069.

3. Rabin O., Manuel Perez J., Grimm J., Wojtkiewicz G., Weissleder R. An X-ray computed tomography imaging agent based on long-circulating bismuth sulphide nanoparticles // NatMater. – 5(2), 2006, Feb: 118-22.

## REFERENCES

1. Jurkov G.Ju. i dr. Modifikacija sostava vismutsoderzhashhij nanochastic vnutri polijetilenovoj matricy // Zhurnal prikladnoj himii. – 2005, S.1402...1407.

2. Kargin Ju.F. i dr. Poluchenie nanochastic vismuta v opalovoj matricе vosstanovleniem soedinenij vismuta izopropanolom v sverhkriticheskom sostojanii // Neorganicheskie materialy. – 2006. T. 42, № 9. S.1065...1069.

3. Rabin O., Manuel Perez J., Grimm J., Wojtkiewicz G., Weissleder R. An X-ray computed tomography imaging agent based on long-circulating bismuth sulphide nanoparticles // NatMater. – 5(2), 2006, Feb: 118-22.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 02.02.15.