

вызванные миграцией дефектов и увеличением концентрации примесных фаз. При этом в результате облучения наблюдается уменьшение размеров кристаллитов, которое обусловлено процессами дробления и увеличение плотности дислокаций в структуре и следовательно снижению подвижности зерен, что приводит к существенному изменению оптических и проводящих характеристик керамик.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Snead L. L., Zinkle S. J., White D. P. Thermal conductivity degradation of ceramic materials due to low temperature, low dose neutron irradiation / *Journal of Nuclear Materials*. 2005. Vol. 340. №. 2-3. P. 187-202.
2. Sommer M., Freudenberg R., Henniger J. New aspects of a BeO-based optically stimulated luminescence dosimeter / *Radiation Measurements*. 2007. Vol. 42. №. 4-5. P. 617-620.
3. Sommer M., Jahn A., Henniger J. Beryllium oxide as optically stimulated luminescence dosimeter / *Radiation Measurements*. 2008. Vol. 43. №. 2-6. P. 353-356.

УДК 620.3

С.В. Сапожников, асп., В.В. Сафонов, проф., д-р техн. наук  
(РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва, Россия)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛУЧЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Внедрение принципиально новых высоких технологий и перспективных инновационных разработок во все сферы деятельности человека является характерной особенностью развития экономически развитых стран. В настоящее время ведущее место в современной науке занимают нанотехнологии. Они являются одним из приоритетных направлений развития научно-технического прогресса в мире. Активное развитие нанотехнологий способствует разработке и появлению новых научно-методических принципов, лежащих в основе создания, а также получения новейших текстильных и волокнистых материалов с измененной химической структурой.

Нанотехнологии позволяют создавать новые материалы с принципиально новыми свойствами (электропроводящие текстильные материалы), которые на сегодняшний день являются востребованными не только в военной промышленности, но и во многих отраслях мирной жизни; повышать на порядки интенсивности

и кардинально снижать энергоемкости технологических процессов; создавать мощные и компактные источники электрической энергии; улучшать защищенность граждан от неблагоприятных воздействий (СВЧ- и УФ-излучений) [1].

Производство и получение наноразмерных материалов, изделий на их основе, относится к одному из главных направлений развития современной науки и технологии. Для достижения определенного эффекта необходимо разрабатывать новые научно-методические принципы и подходы [2].

Электропроводящие текстильные материалы, полученные с использованием наноматериалов и путем нанотехнологий, могут дать широкий простор для инноваций в производстве антистатической одежды и электромагнитного экранирования, для снятия заряда, а также подавления радиопомех.

Очень высокая удельная поверхность наноматериалов увеличивает их химическую реакционную способность, адсорбционную емкость и каталитические свойства.

Электропроводящие свойства текстильным материалам (волокнам) могут придаваться не только за счет получившей широкое распространение металлизации, но и за счет введения наночастиц и наноматериалов.

Для гидратцеллюлозных волокон (нитей) типа лиоцелл предложено введение в структуру волокон наночастиц электропроводной сажи. В зависимости от концентрации последней, свойства электропроводимости будут изменяться. Электропроводящие материалы из лиоцелла находят применение в широкой области электрорезисторных изделий [3].

Удельные объемное и поверхностное сопротивления, а также обратные величины - удельная и поверхностная объемная проводимости, являются основными параметрами, характеризующими электропроводящие свойства полимерных материалов. Использование графена в качестве наполнителя позволяет получить из полимерных диэлектриков полупроводниковые материалы.

Особенный интерес вызывает использование такого наноматериала как графен, в качестве вещества для придания текстильным материалам электропроводности. Графен представляет собой прочный и тонкий углеродный наноматериал, привлекающий внимание ученых со всего мира своими замечательными свойствами, проявляющимися в способности проводить электричество и тепло.

Физические свойства графена находятся в центре внимания множества исследователей, в то время как химия этого нанообъекта

изучена слабо. Реакционная способность графена определяется наличием в нем протяженной полиароматической  $\pi$ -системы и концевыми координационно ненасыщенными атомами С [4].

С химической точки зрения графен представляет собой одноатомный углеродный слой, состоящий из конденсированных шестичленных колец. Атомы углерода в графене соединены  $sp^2$ -связями в гексагональную двумерную (2D) решетку.

Методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и атомно-силовой микроскопии (АСМ) показывают, что толщина «графеновых» пластинок меняется от 1 до нескольких нм, а латеральные размеры - до нескольких мк.

Совместное использование графена с полианилином (ПАНИ) позволяет получить электропроводящие текстильные материалы, обладающие высокими показателями электропроводности и прочностными свойствами. ПАНИ при этом выступает в качестве полимерного полупроводника, представляющего особый интерес в разработках электрических и оптических устройств, а также в получении электропроводящих покрытий.

Полученные электропроводящие текстильные материалы с использованием графена обладают высокими показателями электропроводности, термостойкости, адсорбционной активностью и повышенной прочностью.

Проведенные эксперименты показывают, что можно с успехом использовать пути создания инновационных материалов из нанобъектов для получения электропроводящих текстильных материалов на основе такого наноматериала как графен.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин, Б.С. Наноматериалы и их влияние на организм человека / Б.С. Сажин, М.В. Чунаев, М.Б. Сажина // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 2 (323). – С. 118-122.

2. Свидиненко, Ю.Г. Нанотехнологии в текстиле. Современные достижения / Ю.Г. Свидиненко // Рынок легкой промышленности. – 2005. – № 42. – С. 345.

3. «Умный», «интеллектуальный» текстиль и одежда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnor.org/pubs/reviews/8077.htm>. Дата доступа – 03.11.2018.

4. Ткачев С.В., Буслаева Е.Ю., Губин С.П. Графен – новый углеродный наноматериал // Неорганические материалы. – 2011. – Т. 47. – № 1. – С. 5-14.