

УДК 549.212

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ

С.В. Сапожников, аспирант, В.В. Сафонов, д.т.н., профессор

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии.
Дизайн. Искусство)
г. Москва

Одной из наиболее актуальных и важных задач устойчивого развития высокоэффективных материалов в химии и химической технологии является получение устойчивых к УФ-излучению химически стойких электропроводящих материалов, которые должны обладать высокой поверхностной активностью, тепловыми и механическими свойствами.

Производство электропроводящих материалов является одной из наиболее развивающихся тенденций нашего времени. Электропроводящие материалы могут использоваться для штрихкодирования товаров с целью борьбы с контрафактной продукцией, получения сорбентов, литий-ионных аккумуляторов, защитной спецодежды, тканей-хамелеонов и невидимой одежды [1].

Электрическая проводимость характеризует процесс перемещения электрических зарядов в результате действия внешнего электрического поля. Проводимость связана с токами и зависит от силы или плотности тока, от времени воздействия и напряженности электрического поля, температуры, состава, строения, размеров и формы материалов [2].

Среди требований, которые предъявляются к электропроводящим материалам, - это малая плотность, высокие удельные физико-механические характеристики, возможность широкого варьирования электрофизических характеристик, стойкость к агрессивным средам, высокая адгезия к связующим, малый термический коэффициент линейного расширения.

Особенный интерес для придания материалам электропроводности представляет использование восстановленной формы оксида графена (ВОГ).

В настоящее время оксид графена (ГО) является доступным материалом. Его получают по методу Хаммерса путем глубокого окисления природного графита [3]. Полученные данным способом чешуйки ГО имеют в своей структуре функциональные кислородсодержащие группы (эпокси, гидроксильные и карбоксильные), которые определяют его кислотнo-основные свойства и гидрофильность. ГО образует устойчивые дисперсии в воде и в полярных растворителях. Изменяя рН дисперсии ГО, его чешуйки можно зарядить как положительно, так и отрицательно в результате протонирования или депротонирования кислородсодержащих групп.

В работе рассматриваются вопросы создания материалов нового типа, сочетающих уникальные свойства ГО и арамидных материалов (АМ). Химическая модификация поверхности призвана придать материалам новые свойства, в том числе после химического восстановления ГО до графена: электропроводность, теплопроводность, а также механическую прочность. Улучшенные характеристики свойств материалов получены за счет формирования на поверхности двухслойных покрытий из ВОГ.

Электропроводность ГО можно повысить путем удаления кислородсодержащих групп с его поверхности (до 10^3 См/см) за счет восстановления гидразином (химическое восстановление ГО).

Большинство чешуек ГО по своей топологии плоские. Профиль вдоль линии сканирования показывает, что отдельно взятая чешуйка ГО имеет толщину до 2 нм. Такой толщине соответствуют 2-3 слоя ГО.

Многослойные чешуйки ГО покрывают АМ прерывными, «островковыми» участками размером в несколько десятков микрометров.

Для электропроводящих материалов получены значения электропроводности. Результаты показывают, что химическое восстановление оксида графена на АМ способствует увеличению электропроводности. Значение электропроводности увеличивается с возрастанием доли восстановленного оксида графена (ВОГ). Наилучшие показатели по электропроводности составляют $0,35 \cdot 10^{-7}$ Ом⁻¹·см⁻¹.

Таким образом, гибкие чешуйки ГО можно иммобилизовать на поверхности АМ с образованием покрытия толщиной в несколько слоев. ГО может налипать на поверхность АМ протяженными непрерывными участками длиной до 80 мкм. Введение ВОГ позволяет получить из полимерных диэлектриков полупроводниковые материалы.

Список литературы:

1. Сапожников, С.В. Перспективные направления применения электропроводящих текстильных материалов / С.В. Сапожников, В.В. Сафонов // Сборник докладов участников Третьего международного научно-практического симпозиума (г. Москва, 21 марта 2018 г., ЦВК «Экспоцентр») «Научно-производственное партнерство: взаимодействие науки и текстильных предприятий и новые сферы применения технического текстиля». – М.: Изд-во «БОС», 2018. – С. 194–199.

2. Замостоцкий, Е.Г. Комбинированные электропроводящие нити [Текст]: Монография / Е.Г. Замостоцкий, А.Г. Коган. – Витебск: ВГТУ, 2012. – 169 с.

3. Губин, С.П. Физико-химические проблемы наночастиц, графена, наночастиц углерода и материалов на их основе [Текст] / С.П. Губин, А.С. Илюшин. – М.: Физический факультет МГУ, 2015. – 196 с.