

Влияние ковалентной и нековалентной модификации ОУНТ на обнаружение диоксида азота

Сысоев В.И.¹, Лаврухина С.А.¹, Булушева Л.Г.¹, Окотруб А.В.¹

x-rayspectroscopy@mail.ru

¹ ИНХ СО РАН им. А.В. Николаева

Одностенные углеродные нанотрубки (ОУНТ) обладают высокой механической и химической стабильностью, превосходными электрическими свойствами, развитой поверхностью. Благодаря чему ОУНТ являются отличной платформой для хеморезистивных газовых сенсоров [1]. Хеморезистивные газовые сенсоры в свою очередь привлекают внимание за счет своей низкой стоимости и энергопотреблению, простоте регистрации сигнала и возможности интеграции в электронные схемы. Однако использование немодифицированных ОУНТ для обнаружения вредных газов затруднено в следствии их невысокой селективности, повышенных температур работы (150-300 °C) [2].

В данной работе изучено влияние ковалентной и нековалентной модификации ОУНТ на сенсорные свойства материала по отношению к диоксиду азота (NO₂). В качестве ковалентной модификации ОУНТ рассмотрено присоединения фтор-, и азотсодержащих групп, что позволяет достичь перестройки их электронной структуры и изменить энергию взаимодействия адсорбент-адсорбат. Для этого были проведено фторирование ОУНТ, отжиг в аммиаке при 200-400 °C и в инертной атмосфере (Ar) при 400 °C. Наилучшие результаты достигнуты для фторированных ОУНТ, отожженных в аммиаке при 300 °C, которые показывают наилучшую стабильность при циклическом воздействии, высокую селективность и чувствительность 225% ppm⁻¹ при обнаружении низких концентраций NO₂ (<0,1 ppm)

Нековалентная модификация является эффективным методом настройки физико-химических свойств УНТ которая увеличивает концентрацию и подвижность носителей заряда и не приводит к образованию дефектов и существенным деформациям структуры. Используя наилучшую платформу, полученную ковалентной модификацией для нековалентной можно получить высокочувствительный и селективный сенсорный материал. В качестве второго компонента гибридного материала для нековалентной модификации использовали органические доноры (тетратиафульвален (TTF)) и (бис(этилендитио)тетратиафульвален (BEDT-TTF)), которые изменяют характер и перенос заряда при адсорбции акцепторных молекул. Электронное состояние и взаимодействие компонентов гибридного материала изучено с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. TTF/ОУНТ и BEDT-TTF/ОУНТ обладают улучшенными сенсорными свойствами по отношению к акцепторным молекулам, показывая 1,5-2,5 кратное увеличение относительного отклика при воздействии 1 ppm NO₂ по сравнению с исходными платформами.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 24-73-10039).

Ссылки

1. Cardenas, J.A.; Andrews, J.B.; Noyce, S.G.; Franklin, A.D. Nano Futures (2019), **4**, 12001
2. L. Valentini; I. Armentano; J. M. Kenny; C. Cantalini; L. Lozzi; S. Santucci. Applied Physics Letter (2003), **82**, 961.