

УДК 54.052::53.097+54.061:539.25

## ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ВЫРАВНИВАНИЕ МАЛЕИМИД-ФУНКЦИОналиЗИРОВАННЫХ УНТ

В.С. Павельев, М. В. Горшков, А. С. Москаленко  
Самарский университет, г. Самара

Углеродные нанотрубки (УНТ) имеют хорошие перспективы в будущем стать основой для производства гибких проводящих материалов и электрохимических сенсоров. Это возможно благодаря тому, что функционализированные УНТ можно полимеризовать, сохраняя при этом высокую чувствительность и проводимость [1].

В данной работе была использована авторская методика функционализации УНТ малеимидом, протекающей по механизму 1,3 – диполярного циклоприсоединения [2-3]. Функционализированные малеимидом УНТ, помимо того, что обладают всеми свойствами имидов, имеют лучшую растворимость в воде, чем чистые УНТ, а также высокую способность к полимеризации [4].

Для приготовления модифицированных УНТ использовались малеимид, параформальдегид и метанол с последующей ультразвуковой обработкой и фильтрацией. На рис. 1 представлены графики пропускания чистых и функционализированных УНТ в ИК-диапазоне, на которых можно увидеть присутствие –ОН, –С-N и –С=O групп.

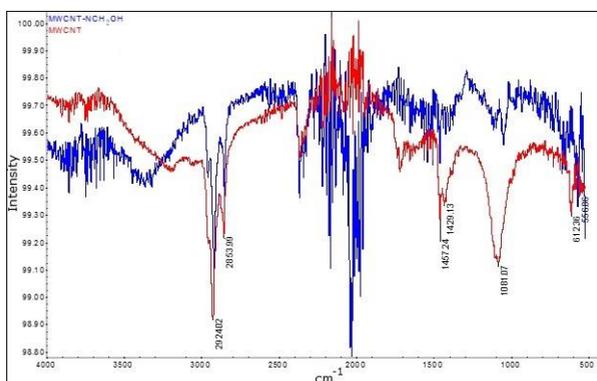


Рисунок 1- ИК-спектр многостенных УНТ (верхняя кривая) и многостенных УНТ, модифицированных малеимидом (нижняя кривая)

Для дальнейшего исследования растворы УНТ с различными концентрациями в присутствии переменного электрического поля наносились на гребенчатые электроды с расстоянием между гребенками в 5 и 10 мкм.

Наибольшая выравненность УНТ наблюдалась при частоте 1.9 МГц и амплитуде 15Vp-p. При понижении амплитуды до 2Vp-p процесс осаждения УНТ замедлялся или вовсе прекращался. При амплитуде поля выше 17Vp-p преобладает образование неструктурированных агломератов. Изменения параметров частоты оказывают влияние только в пределах значения амплитуды 10-15Vp-p.

Было исследовано влияние концентрации на степень выстраивания УНТ. Так, при концентрации 0.05г/л УНТ не выстраивались, а при 0.1г/л образовывались единичные цепочки УНТ (рис. 2а). В случаях, когда концентрации были больше (порядка 0.25 - 0.5 г/л), УНТ начинали полимеризоваться и образовывать ветвистые структуры за счет –N-H групп на поверхности УНТ (рис 2б).

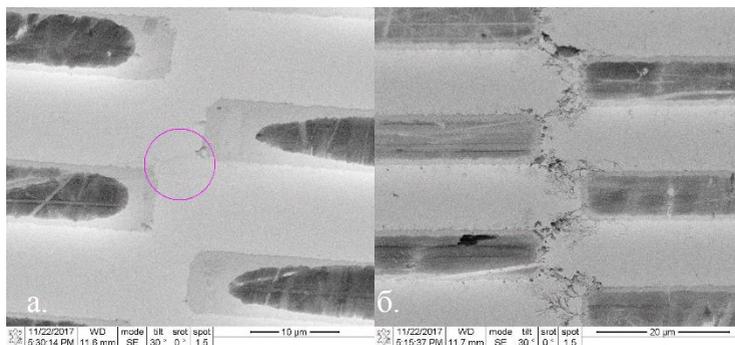


Рисунок 2 - Электронные снимки электродов с нанесенными нанотрубками с концентрациями: а. 0.05 г/л; б. 0.5 г/л

#### Список использованных источников

1. B. Ruelle, C. Bittencourt and P. Dubois - Surface treatment of carbon nanotubes via plasma technology // Woodhead Publishing Limited, 2011 p. 25-54
2. M. Hammouri, Sanjiv K. Jha - First-Principles Study of Graphene and Carbon Nanotubes Functionalized with Benzene / The Journal of Physical Chemistry C · July 2015
3. Qun Wang, Meng-hao Wang - Combined effects of dopants and electric field on interactions of dopamine with graphene / Chemical Physics Letters 685 (2017) 385–394
4. Sergio R. Rojstaczer, Jerold C. Rosenfeld - Dispensable resin paste / European patent application No.: 98118942.6