

Электропроводящие композитные наноматериалы с углеродными нанотрубками

Ичкигидзе Л.П.^{1,2}, Селищев С.В.¹, Василевский П.Н.¹

pavelvasilevs@yandex.ru

¹ ИБМС, НИУ «МИЭТ», Зеленоград, Москва, Россия

² ИБТИ, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Углеродные нанотрубки (CNT), обладающие уникальными физико-химическими свойствами, играют роль основного проводящего компонента в полимерных композитных материалах. Формирование перколяционной сети в полимерной матрице приводит к усилению электронного транспорта и снижению контактного сопротивления между отдельными CNT. В этой связи, возникает необходимость контроля распределения и ориентации CNT для улучшения электропроводящих и механических характеристик, а также анализа токсикологических аспектов их применения в медицинских устройствах от гибкой электроники до биосенсоров и биоэлектроники [1].

В настоящей работе исследованы композитные суспензионные и сухие наноматериалы, включающие биосовместимый полимер и многостенные углеродные нанотрубки (MWCNT), с электропроводностью, приближенной к диапазону удельной электропроводности спинномозговой жидкости (CSF) человека, а также проведена оценка возможности их использования в разработке нейроэлектродов.

Объектами исследования служили композиции водных суспензий, в которых в качестве матрицы использовались: микрокристаллическая целлюлоза (2 wt.% MCC), или бычий сывороточный альбумин (20 wt.% BSA), а также акриловая эмульсия (97 wt.% AE), а в качестве наполнителя: MWCNT (~0.1, 3 wt.%) типа «Taunit-MD».

Все суспензионные образцы в диапазоне температуры $t \gg 20,43$ °C показали значения удельной электропроводности $s \sim 0.001, 0.03$ S/cm и температурный коэффициент изменения зависимости $s(t)$ удельной электропроводности от температуры $\alpha \sim 0.2, 1.9$ %/°C близкий к значениям CSF человека (~0.02 S/cm; ~1,6 %/°C [2]). Сухие композитные образцы MCC/MWCNT имели значения $s \leq 0.3$ S/cm, значительно превосходящие удельную электропроводность ($< 10^{-8}$ S/cm) таких же сухих образцов без MWCNT. Сухие образцы BSA/MWCNT и AE/MWCNT показали практически безгистерезисное изменение электропроводности от температуры: $s \leq 0.05$ S/cm, $\alpha \leq 0.8$ %/°C.

Отмечен высокий потенциал исследованных композитных наноматериалов: в частности, суспензионные наноматериалы могут служить фантомами CSF, а сухие электропроводящие наноматериалы могут быть использованы в таких направлениях, как гибкая электроника, медицинские изделия, в том числе в нейроэлектродах предназначенных для применения *in vivo*.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России (Проект FSMR-2024-0003).

Ссылки

1. И.В. Гришук, Э.Е. Свиридов, С.И. Кузнецов и др. Трансляционная медицина, 2022, 9(5), 87–95. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2022-9-5-87-95>
2. S.B. Baumann, D. Wozny, S. Kelly, F.M. Meno. IEEE transactions on bio-medical engineering, 1997, 44(3), 220–223. DOI:10.1109/10.554770