

На импульсном токе ток обмена уменьшается по сравнению с использованием постоянного тока при формировании всех типов покрытий.

Установленные кинетические закономерности позволили установить механизм формирования покрытий на основе олова при различных условиях электроосаждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Контактно-барьерные структуры субмикронной электроники / А. П. Достанко [и др.] ; под ред. акад. НАН Беларуси А. П. Достанко и д-ра техн. наук В. Л. Ланина - Минск: Бестпринт, 2021. – 270 с.
2. Гульпа, Д. Ю. Нестационарный электролиз сплава олово-медь / Д. Ю. Гульпа, И. И. Кузьмар, Л. К. Кушнер // Доклады БГУИР. 2022. Т. 20, № 8. С. 21–27. <http://dx.doi.org/10.35596/17297648-2022-20-8-21-27>.
3. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М., Химия. 1967. - 856 с.

УДК 537.3

Д.Н. Бухаров
ВлГУ (г. Владимир, Россия)

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫХ МИКРОСПОНДЖЕЙ

Микроструктуры, сформированные из системы углеродных нитей (микроспонджи) с вкраплениями наночастиц металлов перспективны в задачах современной науки и техники [1].

Например, образцы углеродных микроспонджей с наночастицами золота были синтезированы нашей научной группой. Для их формирования использовался лазерный синтез с помощью иттербиевого лазера с длиной волны 1,6 мкм, мощностью 20Вт, с диаметром пучка 20 мкм, совершавший сканирование коллоидного раствора наночастиц золота и углерода со скоростью 15 мм/с в присутствии электрического поля напряженностью 4 В/см [2].

Полученные образцы имели структуру обладали случайной структурой, сформированной системой микронитей с размерами от 2 мкм до 300 мкм (рис. 1).

Для моделирования экспериментальных образцов была предложена модель случайной нанопроволоки [3], когда генерируется система случайных линий одинаковой толщины на двумерной расчётной области.

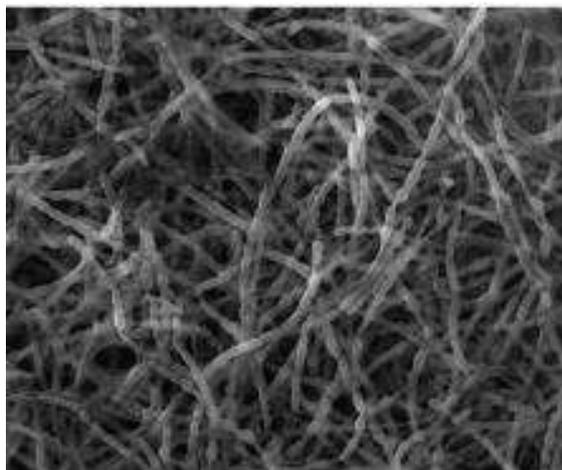


Рисунок 1 – Оптическое изображение микроспонджа [2]

Для каждой линии задавалась случайная длина L из $[L_{\min}; L_{\max}]$, ширина w . Линия определялась через две точки (x_1, y_1) и (x_2, y_2) со случайными координатами как:

$$x_c = rw; y_c = rL; \theta = 2\pi r; x_2 = x_c + L \cos(\theta)/2;$$

$$y_2 = y_c + L \sin(\theta)/2; x_1 = x_c - L \cos(\theta)/2; y_1 = y_c - L \sin(\theta)/2,$$

где r – случайное число с равномерным распределением, θ – угол поворота.

Предложенная модель была реализована в среде MATLAB. На рис. 2 приведено модельное изображение системы микроволокон, образующих микроспондж в случае ширины нити порядка 100 нм при варьировании длины и количества микронитей.

Так на рис. 2а приведена модель для коротких нитей, которые образуют округлую фигуру с ярко выраженным центром малой площади с длинными ветвями. Для формирования генерировалось 50 нитей.

На рис. 2б изображена модель спонджа из нитей средней длины. Полученная фигура из 150 нитей более однородная, с хорошей заполненностью центр, большей площади, форма приближается к прямоугольной.

На рис. 2в приведено изображение спонджа из 300 нитей. Изображение прямоугольной формы без ярко выраженного центра с короткими ответвлениями.

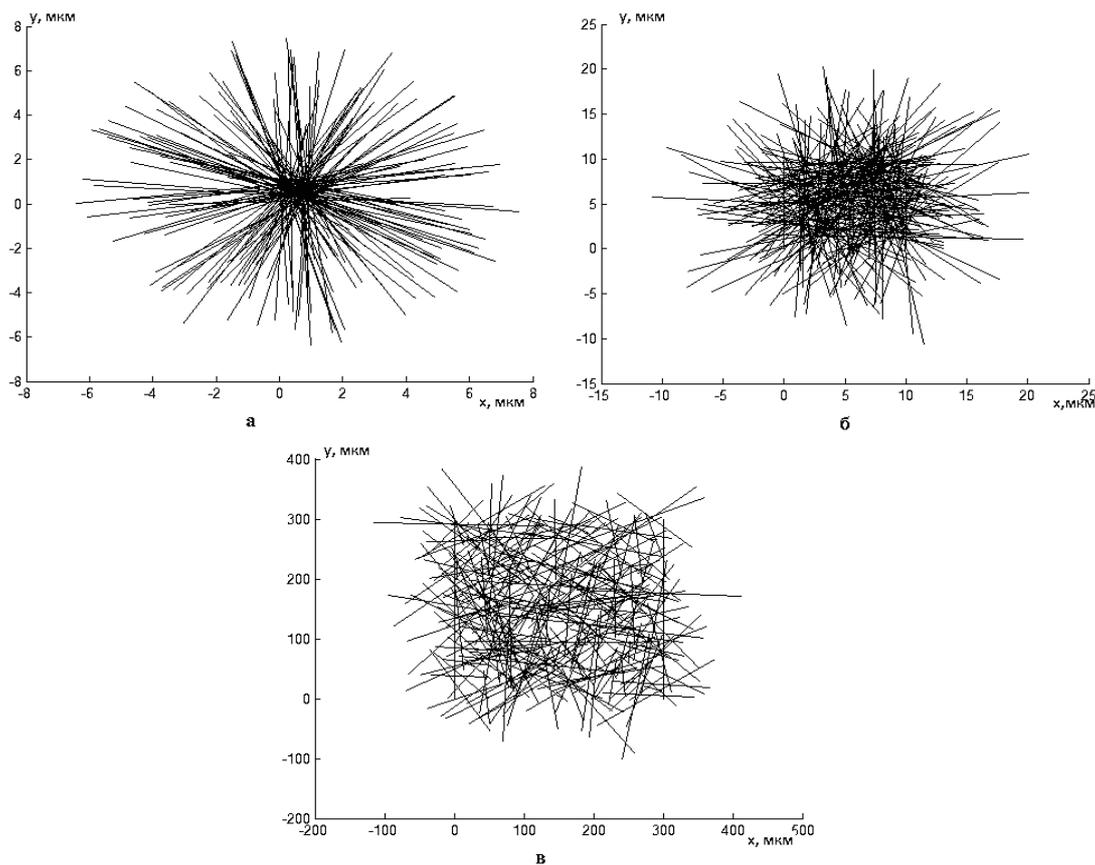


Рисунок 2 – Модель микроспонджа: длина нитей 1-20 мкм (а), 10-50 мкм (б), 50-300 мкм(в).

Результаты моделирования на качественном уровне соответствуют результатам эксперимента. Таким образом, представленная модель может быть использована как модель первого приближения для описания системы микроспонджей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bianco, A. A carbon science perspective in 2018: Current achievements and future challenges// Carbon. – 2018. – 132. –PP. 785–801.
2. Kutrovskaya S Field-Induced Assembly of sp-sp² Carbon Sponges/ S. Kutrovskaya, V. Samyshkin, A. Lelekova, A. Povolotskiy, A. Osipov, S. Arakelian, A.V. Kavokin, A. Kucherik, Nanomaterials . –2021. – 11. – 763. <https://doi.org/10.3390/nano11030763>.
3. Jagota, M. and Tansu, N. Conductivity of Nanowire Arrays under Random and Ordered Orientation Configurations. Sci. Rep. – 2015. – 5. – 10219.