

НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ПОЛИСАХАРИДНОЙ ПРИРОДЫ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОДНОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

В настоящее время значительное внимание к гибкой электронике уделяется за счет ее большого потенциала применения и преимуществ, по сравнению с электроникой на жестких подложках. Основными элементами, придающими гибкость различным полевым транзисторам, фотоприемникам, дисплеям, датчикам для определения влажности воздуха и другим устройствам, являются проводящие полимеры [1]. Так, технологически перспективной подложкой является полиэлектролитный комплекс хитозана и сукцинамида хитозана (ПЭК). Он обладает возможностью для сборки наноструктур со свойствами распознавания, которые находят все большее применение в различных электрохимических сенсорах [2-3]. Регулируя пропорции, распределение, комбинацию, взаимодействие и структуру полимеров с различными компонентами, можно добиться превосходных комплексных физико-химических характеристик [4-5].

Целью настоящей работы являлось электрохимическое исследование нанокompозита на основе ПЭК с различным соотношением одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ). Выбор оптимального состава композита на основе ПЭК и ОУНТ осуществлялся с помощью критериев оптимальности: значения максимальных токов пиков стандартной окислительно-восстановительной пары гексацианоферрата калия (II / III), относительное стандартное отклонение при проведении параллельных измерений и сопротивления переносу заряда (R_{ct}). При увеличении содержания ОУНТ в диапазоне от 1 до 3 мг/мл ток пика окисления $[Fe(CN)_6]^{4-}$ возрастает, что свидетельствует об увеличении эффективной площади поверхности, рассчитанной по уравнению Рэндлса-Шевчика.

Дальнейшее увеличение содержания ОУНТ стимулирует рост относительного стандартного отклонения и уменьшение воспроизводимости измерений. В связи с этим оптимальным вариантом выбран композит, содержащий 3 мг : 1 мл ОУНТ : ПЭК. Сопротивление переносу заряда, при оценке методом электрохимической импедансной спектроскопии в этом же диапазоне, напротив, уменьшились, что сви-

детельствует о хорошей проводимости композита. Исследование поверхности композита показало, что ОУНТ формируют нитевидные структуры, за счет чего шероховатость 3 мг : 1 мл ОУНТ : ПЭК повысилась на 0,03 мкм ($Sq = 0,11$ мкм, размер сканирования 100 мкм). На основе разработанного нанокompозита ОУНТ : ПЭК 3 мг : 1 мл разработан датчик определения влажности воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Salikhov, R.B. Nanocomposite thin film structures based on polyarylenephthalide with SWCNT and grapheme oxide fillers / R.B. Salikhov, R.A. Zilberg, I.N. Mullagaliev, T.R. Salikhov, Y.B. Teres // *Mendelevov Communications*. – 2022. – Vol. 32, № 4. – P. 520-522.
2. Зильберг, Р.А. Вольтамперометрический сенсор на основе полиэлектролитного комплекса и аминокислотного комплекса меди (II) для распознавания и определения энантиомеров тирозина / Р.А. Зильберг, Ю.Б. Терес, Л.Р. Загитова, А.А. Жигалова, А.А. Ибрагимова // *Вестник Башкирского университета*. – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 877-885.
3. Майстренко, В.Н. Энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры на основе хиральных материалов / В.Н. Майстренко, Р.А. Зильберг // *Журнал аналитической химии*. – 2020. – Т. 75, № 12. – С. 1080-1096.
4. Ahmad, Z.A Humidity Sensing Organic-Inorganic Composite for Environmental Monitoring / Z. Ahmad, Q. Zafar, K. Sulaiman, R. Akram, K. Karimov // *Sensors*. – 2013. – Vol. 13, № 3. – P. 3615–3624.
5. Zhang, Y. Flexible Electronics Based on Micro/Nanostructured Paper. / Y. Zhang, L. Zhang, K. Cui, S. Ge, X. Cheng, M. Yan, H. Liu // *Advanced Materials*. –2018. – 1801588. P. 1–39.