

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ

Косых А.С.*, Малахова Н.А., Сараева С.Ю., Колядина Л.И.,
Вохминцев А.С, Ищенко А.В., Вайнштейн И.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: a.s.kosykh@mail.ru

THE INFLUENCE OF CARBON NANOTUBES ON MORPHOLOGICAL AND ANALYTICAL CHARACTERISTICS OF CARBON SCREEN-PRINTED ELECTRODES

Kosykh A.S.*, Malakhova N.A., Saraeva S.Iu., Koliadina L.I.,
Vokhmintsev A.S., Ishchenko A.V., Weinstein I.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Multi-walled carbon nanotubes (CNT) are used as a modifier of carbon containing thick film electrodes for adsorptive stripping voltammetry. Morphological and analytical characteristics of electrodes with and without CNT were compared. It was found that the addition of CNT increases the effective surface of the electrode and to facilitate the reduction of calomel. Electrodes with CNT have a twice higher sensitivity and 3 – 5 times lower limit of detection were shown.

В настоящее время углеродные нанотрубки (УНТ) широко используются в качестве модификаторов поверхности индикаторных электродов для инверсионной вольтамперометрии (ИВ). По нашим данным, в литературе практически нет работ по применению толстопленочных углеродсодержащих электродов (ТУЭ), модифицированных УНТ, в адсорбционной ИВ (АдИВ). Цель работы заключалась в определении морфологических и аналитических характеристик ТУЭ на основе многостенных УНТ для АдИВ на примере определения ионов железа в модельном растворе.

Изготовлено два типа ТУЭ с использованием многостенных УНТ от разных производителей: УНТ-1 (НОЦ НАНОТЕХ, УрФУ) со средним диаметром $d \approx 23$ нм и УНТ-2 (Sigma-Aldrich, USA) с $d \approx 147$ нм, соответственно. Для модифицирования ТУЭ использовали каломель (Hg_2Cl_2) или смесь каломели и образцов УНТ. Перед использованием модифицированных электродов каломель восстанавливали электрохимически в растворе 0.5 моль/дм³ хлористоводородной кислоты для получения на поверхности электрода микрокапель металлической ртути. Исследование аналитических характеристик полученных электродов (ТУЭ-К, ТУЭ-К-УНТ-1 и ТУЭ-К-УНТ-2) проводили на вольтамперометрическом анализаторе «ИВА-5» методом АдИВ. Фоновым электролитом служил раствор, содержащий 0.1 моль/дм³ ацетата натрия и $5 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³ пирокатехола. Концен-

трация ионов Fe (III) в растворе варьировалась в диапазоне 0,2–5,0 мкг/дм³. Электролиз проводился при потенциале 0,1 В и времени накопления 5 с.

Установлено, что модифицирование ТУЭ многостенными УНТ существенно облегчает процесс восстановления каломели. Ток окисления ртути (I_{Hg}) для ТУЭ-К-УНТ-1,2 превышает 100 мкА, а для ТУЭ-К $I_{Hg} < 50$ мкА. Исследования поверхности электродов методом электронной микроскопии позволили оценить диаметры кристаллов каломели: 200 – 220, 90 – 170 и 150 – 210 нм для ТУЭ-К, ТУЭ-К-УНТ-1 и ТУЭ-К-УНТ-2, соответственно. Обсуждается влияние УНТ на изменение морфологии рабочей поверхности электрода и процесса ее восстановления.

Анализ градуировочных зависимостей показал, что для ТУЭ-К-УНТ-1,2 линейность сохраняется в диапазоне концентраций ионов Fe (III) 0,2–5,0 мкг/дм³, а для ТУЭ-К – в диапазоне 1,0–5,0 мкг/дм³. Установлено, что электроды, на основе УНТ, имеют в 2 раза более высокую чувствительность и в 3–5 раз меньший предел обнаружения Fe (III): 0,15 и 0,11 мкг/дм³ для ТУЭ с УНТ-1 и УНТ-2, соответственно, по сравнению с ТУЭ-К (0,50 мкг/дм³). Методом добавок определено, что электроды на основе УНТ имеют показатель правильности близкий к 100 %, в то время как у электродов типа ТУЭ-К данный показатель не превышает 82 %. Разработанные сенсоры могут быть использованы для экспрессного определения следовых количеств железа в реальных объектах.

ИСПЫТАНИЯ В ЦЕЛЯХ УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ «ДАРСИМЕТР»

Исаченко Л.Е.^{1*}, Собина Е.П.², Гонтарь Л.А.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Уральский научно-исследовательский институт метрологии, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: isachenko.leonid@rambler.ru

TESTS FOR TYPE APPROVAL INSTRUMENT FOR MEASURING GAS PERMEABILITY COEFFICIENT «DARSIMETR»

Isachenko L.E.^{1*}, Sobina E.P.², Gontar L.A.

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ FSUE «UNIIM», Yekaterinburg, Russia

Tests of measuring instruments in order to type approval - in the definition of the metrological and technical characteristics of measuring instruments.

В данной работе были проведены испытания в целях утверждения типа прибора для измерения газопроницаемости «Дарсиметр». Испытания средств измерений в целях утверждения типа это работы по определению метрологиче-