

Характеристики наночастиц Ag–Au в зависимости от концентрации Na₂EDTA

Концентрация Na ₂ EDTA в реакционной смеси, моль/л	Положение максимума спектра поглощения биметалла, нм	Мольное соотношение состава биметалла Ag/Au, %	Средний диаметр наночастиц биметалла, нм	Стандартное отклонение
$1,25 \cdot 10^{-4}$	466	45/55	11,5	1,74
$5 \cdot 10^{-4}$	471	40/60	8,4	1,06
$50 \cdot 10^{-4}$	483	25/75	7,2	0,69

В докладе представлен механизм формирования биметаллических наночастиц Ag–Au в присутствии Na₂EDTA.

References

1. A. Fabrikanos, S. Athanassiou, K. H. Lieser. Z. Naturforsch., B: Chem. Sci. (1963) 18 : 8.
2. Dawei Wang [et al.]. Chem. Lett. (2007) 36 : 7.
3. Ya Ya N. Bonggotgetsakul [et al.]. J. Membr. Sci. (2011) 379 : 1.
4. Licheng Liu [et al.]. J. Phys. Chem. C. (2009) 113 : 20.
5. T. S. Sreerprasad, T. Pradeep. Langmuir (2011) 27 : 7.
6. H el ene Dozol [et al.]. J. Phys. Chem. C. (2013) 117 : 40.
7. G. P. Shevchenko [et al.]. Colloids Surf., A (2014) 446 : 5.
8. Г. П. Шевченко [et al.]. Сб. ст. Свиридовские чтения (2016) 13 : 211.

Особенности очистки углеродных нанотрубок от примесей

Б. Г. Шулицкий¹, Л. В. Табулина¹, Т. Г. Русальская¹, Ю. П. Шаман²,
И. В. Комиссаров¹, А. Г. Кароза³

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

²Технологический центр МИЭТ, Зеленоград, Москва, Россия

³Институт физики Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: *tabulina_ludmila@rambler.ru*

Внимание к углеродным нанотрубкам (УНТ) обусловлено удивительным сочетанием их физико-химических свойств. В связи с этим, несмотря на двадцатилетнюю историю исследования этого материала, он остается перспективным для практического использования, простирающегося от нанoeлектроники до композиционных материалов [1]. Основной причиной, сдерживающей практическое применение УНТ, является отсутствие надежных методов их очистки от примесей после синтеза [2, 3]. В настоящей работе исследованы особенности очистки

УНТ, синтезированных парогозовым методом (CVD-методом), от сопутствующих примесей. В частности, таких побочных продуктов синтеза, как аморфный углерод, карбиды каталитических металлов и самих каталитических составляющих синтеза. В проведенном исследовании изучено влияние разных условий предварительного окисления материала-сырца (отжиг в воздушной атмосфере, жидкофазная обработка в концентрированном растворе перекиси водорода) на выход финишного материала и структуру УНТ.

Длительность обработки материала-сырца в растворе перекиси водорода варьировали. Для последующего освобождения УНТ от неорганических примесей были использованы обработки в концентрированных соляной и азотной кислотах. Цель проведенных исследований состояла в выявлении оптимальных условий для получения УНТ, содержащих не более 1 %, по массе, неорганических примесей и не подвергнутых деструктивным структурным изменениям. Изменения количественного и качественного химического состава материала-сырца, структурных характеристик УНТ после предпринятых обработок изучены поэтапно с использованием методов рентгеновская энергодисперсионная спектроскопия (РЭДС), спектроскопия комбинационного рассеяния лазерного излучения, просвечивающая электронная микроскопия. Выход финишного материала определяли гравиметрическим методом. Исследования методом РЭДС проводили в трех местах образцов, размещенных на кремниевой подложке.

Проведенные исследования позволили установить, что жидкофазный способ, включающий окислительную обработку материала-сырца в растворе перекиси водорода, более эффективен, чем газофазный, т. к. способствует сохранению структуры УНТ и повышает выход финишного продукта (табл.).

Влияние использованных для очистки материала-сырца окислительных обработок и минеральных кислот на выход вещества и содержание в нем углерода (данные РЭДС)

№	Виды обработки	Длительность окисления, ч	Выход вещества, %	Содержание углерода, ат. %
1	Отжиг Соляная кислота	1,5	10±4	9,2;39,4;55,0
2	Перекись водорода Соляная кислота	0,5	39 ± 6	27,0; 36,4; 75,8
		1,0	31 ± 3	59,0; 63,5; 78,2
		2,0	30 ± 3	61,9; 62,1; 76,2
		3,0	17 ± 3	65,8; 67,9; 55,0
3	Соляная кислота	1	27 ± 3	94,8; 95,8; 93,5
	Перекись водорода			
	Соляная кислота			
	Азотная кислота	1		

При этом для эффективной очистки УНТ от неорганических примесей необходимо сочетать обработку соляной кислотой с окислением материала-сырца в растворе перекиси водорода. Позитивное влияние на качество очистки УНТ оказывает финишная обработка концентрированной азотной кислотой. Это позволяет получать УНТ, в массиве которых содержание неорганических примесей составляет $\leq 1\%$, по массе. Выявлено, что способ очистки УНТ от примесей, включающий обработки в растворах перекиси водорода и азотной кислоте (при оптимальной длительности), деструктивного влияния на структуру УНТ не оказывает (рис.).

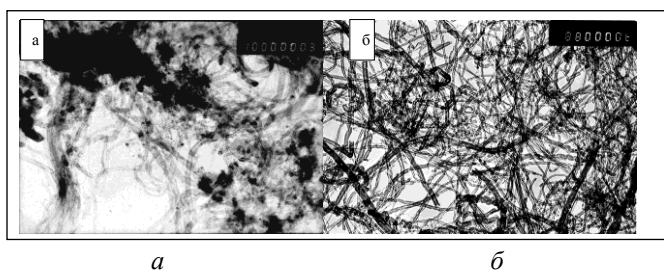


Рис. Электронно-микроскопические снимки материалов: *a* – исходного; *б* – после полной очистки, включая и стадию обработки в HNO_3 1 ч

Список литературы

1. J.-Y. Park, S. Rosenblatt, Y. S. Yaish [et al.]. Nano Letters (2004) 4 : 517.
2. P.-X. Hou, Ch. Liu, H.-M. Cheng. Carbon (2008) 46 : 2003.
3. D. Chattopadhyay, J. Galeska [et al.]. Carbon (2002) 40 : 985.