

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОМОЩИ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНООБЪЕКТОВ

Зеянина Е.А.¹, Капустин С.Н.¹, Сидоров Д.Б.¹

¹⁾ Северный Арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

E-mail: ket.zel@yandex.ru

MEASURING THE CONCENTRATION OF SUBSTANCES USING CHEMICAL SENSORS FROM CARBON NANO OBJECTS

Zelyanina E.A.¹, Kapustin S.N.¹, Sidorov D.B.¹

¹⁾ Northern Arctic Federal University, Arkhangelsk, Russia

It is known that the resistance of semiconductor-type carbon nanoobjects strongly depends on the substance surrounding them. The effect of ethanol and hexane vapor sorbed from the atmosphere on the conductivity of percolation networks made of carbon nanotubes of various markings has been studied.

Традиционные химические датчики на основе полупроводниковых материалов широко используются в современной технике и позволяют с высокой точностью и хорошей повторяемостью определять малые концентрации различных химических агентов [1].

Одними из наиболее многообещающих кандидатов на роль заменителя оксидов металлов являются углеродные нанотрубки (УНТ), которые, помимо высокой чувствительности (в чистом виде) к отдельным газам, демонстрируют хорошую механическую прочность и возможность модификации различными химическими группами и биомолекулами, что позволяет значительно расширить номенклатуру детектируемых веществ [2]. Пленка из нанотрубок может быть представлена как сеть эффективных резисторов, состоящих из сопротивлений отдельных УНТ, сопротивления узлов и туннельных переходов между соседними нанотрубками [3]. Методы синтеза сенсоров на основе МУНТ описан в работах [4,5].

Модификация УНТ функциональными группами, металлическими наночастицами, оксидами и полимерами изменяет электронные свойства нанотрубок и повышает селективность и ответ на конкретные газы. Примеры различных модификаций УНТ функциональными группами описаны в работе [2].

В работе изучались химические сенсоры из углеродных нанобъектов, нанесенные при помощи аэрографа на подложку из ПВХ размером 2 на 7 см. Использовались углеродные нанотрубки марок Таунит, Таунит-М. Датчики помещались в герметичный сосуд с насыщенными парами гексана, этилового спирта. Измерялась зависимость сопротивления датчика от насыщения парами в закрытом сосуде. Датчик находился в сосуде 15 минут, после извлекался. В результате чего была получена зависимость насыщения датчика, а также зависимость того,

насколько быстро молекулы пара покидают поверхность датчика. Полученные зависимости представлены на рисунке 1.

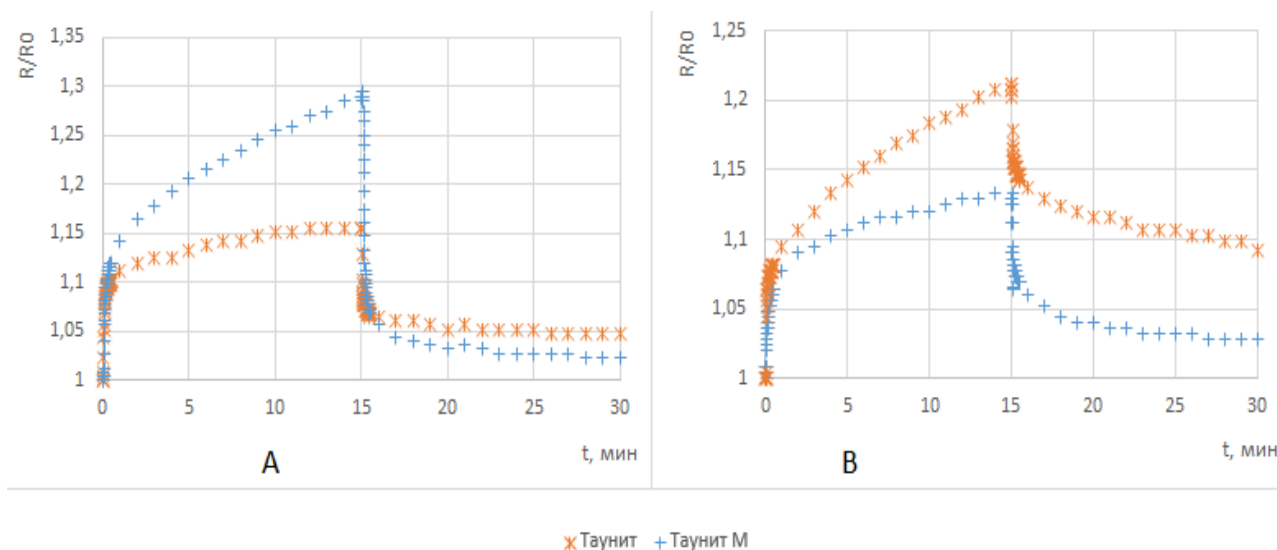


Рис.1. Зависимости сопротивления образцов (вертикальная ось) от времени (горизонтальная ось) нахождения образцов в насыщенных парах: А – этиловый спирт, В – гексан.

Датчик из УНТ марки Таунит М чувствителен к парам спирта, при этом убывание концентрации паров спирта с поверхности датчика происходит быстрее, чем в других испытаниях. Хорошую реакцию на гексан проявляет датчик из УНТ марки Таунит, но он показывает худшие результаты при убывании паров с его поверхности.

Из полученных данных можно сделать вывод, что для изменения проводимости наночастица должна быть покрыта осевшим веществом практически полностью (то есть сорбированная молекула, как и донорско-акцепторная примесь в кристалле имеют ограниченный радиус влияния на зонную структуру). Это предположение позволяет объяснить, что по мере проникания паров вглубь структуры покрытия датчика, сопротивление продолжает расти. Вероятнее всего, после того, как все наночастицы окажутся покрыты веществом, сопротивление перестанет увеличиваться.

Планируется: провести испытания реакции датчиков из УНТ марки Таунит МД, нанолуковиц OLC и модифицированных функциональными группами МУНТ; в качестве регистрируемых веществ также использовать пары ацетона и воды; рассмотреть зависимости сопротивления датчика не только от времени насыщения, но и от концентрации паров в воздухе.

1. Егоров А. А. Химические сенсоры: Классификация, принципы работы, области применения / М. А. Егоров, Ю. И. Царева // Физико-химическая кинетика в газовой динамике, 2008, 1, 14-31.
2. Запороцкова, И. В. Сенсорные свойства углеродных нанотрубок [Электронный ресурс] / И. В. Запороцкова, Н. П. Борознина, Ю. Н. Пархоменко, Л. В. Кожитов

- // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. – 2017. - DOI: 10.17073/1609-3577-2017-1-5-21.
3. Valentini L., Cantalini C., Armentano I., Kenny J. M., Lozzi L., Santucci S. Highly sensitive and selective sensors based on carbon nanotubes thin films for molecular detection. *Diamond and Related Materials*, 2004, vol. 13, no. 4–8, pp. 1301–1305. DOI: 10.1016/j.diamond.2003.11.011
 4. Varghese O. K., Kichambre P. D., Gong D., Ong K. G., Dickey E. C., Grimes C. A. Gas sensing characteristics of multi-wall carbon nanotubes // *Sens. Actuators B: Chem.* 2001. V. 81, N 1. P. 32–41. DOI: 10.1016/S0925-4005(01)00923-6
 5. Nguyen L. H., Phi T. V., Phan P. Q., Vu H. N., Nguyen–Duc C., Fossard F. Synthesis of multi-walled carbon nanotubes for NH₃ gas detection // *Physica E*. 2007. V. 37, N 1–2. P. 54–57. DOI: 10.1016/j.physe.2006.12.006

COMPOSITES BASED ON SOLID SULFIDES SOLUTIONS OF CADMIUM AND ZINC AND TITANIUM DIOXIDE FOR THE PHOTOCATALYTIC HYDROGEN EVOLUTION UNDER VISIBLE LIGHT

Zhurenok A.V.¹, Cherepanova S.V.^{1,2}, Kozlova E.A.^{1,2}

¹) Boreskov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Russia

²) Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

E-mail: angelinazhurenok@gmail.com

Photocatalysts based on composite materials were synthesized for hydrogen evolution under visible light. The most active sample was a composite containing 20 wt. % solid sulfides solutions of Cd and Zn, titanium dioxide and 1 wt. % Pt between these two semiconductors.

One of the most urgent areas of sustainable energy development is the development of solar energy. Photocatalytic water splitting under visible light irradiation is a promising way to convert solar energy into chemical bond energy [1]. The main factor constraining the development of this process is the absence of active photocatalysts working in visible light. TiO₂ has been used as a photocatalyst for a long time, and has such advantages as good stability, high activity and low cost. But despite all these advantages, TiO₂ has one significant disadvantage, such as activation only under UV. As known, visible light makes up 43% of the solar spectrum, and UV only 8%. Therefore, the aim of this work was to create composite systems with semiconductor 1/semiconductor 2 heterojunctions based on TiO₂ and solid sulfides solutions of Cd and Zn, which have already proven themselves as photocatalysts showing high hydrogen evolution rates in visible light [2].

Two schemes for the synthesis of photocatalysts based on Cd_{1-x}Zn_xS/TiO₂ P25 have been proposed. To prepare Cd_{0.7}Zn_{0.3}S/TiO₂ P25 and Cd_{0.8}Zn_{0.2}S/TiO₂ P25 samples with a certain percentage of Cd_{1-x}Zn_xS (10, 20, and 50%), the required amount of according compounds was added to the TiO₂ P25 suspension (Scheme 1) or 1% Pt/TiO₂