

ОСАЖДЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРСОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР НА ПРОТОНПРОВОДЯЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МЕМБРАНЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

**Золотаренко А.Д.*, Мильто О.В., Золотаренко Ал.Д., Золотаренко Ан.Д.,
Шапошникова Т.И., Хотыненко Н.Г., Адеев В.М., Котко А.В.,
Загинайченко С.Ю., Щур Д.В.**

Институт проблем материаловедения НАН Украины, Лаборатория №67,
ул. Кржижановского 3, Киев, 03142 Украина

* Fax: 38 (044) 424-0381, E-mail: shurzag@materials.kiev.ua

Введение

Топливные элементы являются быстроразвивающейся энергетической технологией, достижения в которой будут использоваться в промышленности, на транспорте и в быту. Превращая химическую энергию водорода, органических водородсодержащих топлив и т.п. в электричество и тепло без промежуточных преобразований топливные элементы способны удовлетворить многие потребности человечества.

В настоящей работе исследовались возможности осаждения методом электрофореза углеродных катализаторсодержащих

наноструктур на протонпроводящую полимерную мембрану.

Условия эксперимента

Использовалась протонпроводящая полимерная мембрана типа Nafion. Наноструктурные углеродные материалы, содержавшие Y, Gd, и Pt получали дугowym испарением металлоуглеродных композитов в среде гелия. Полученный продукт промывали в углеводородах в ходе ультразвуковой обработки.

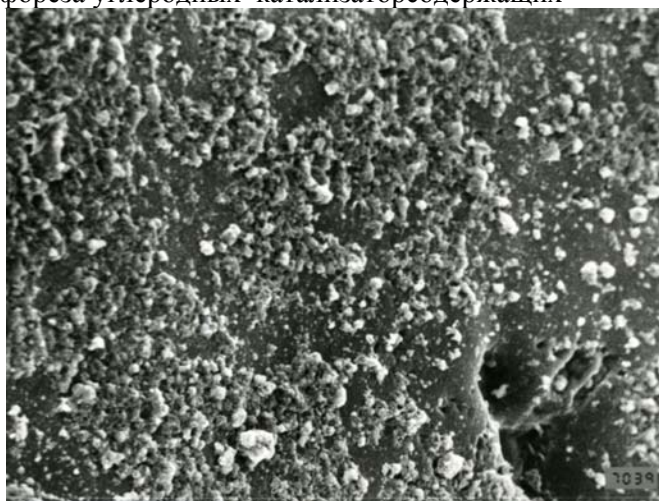


Рис. 1.



Рис. 2.

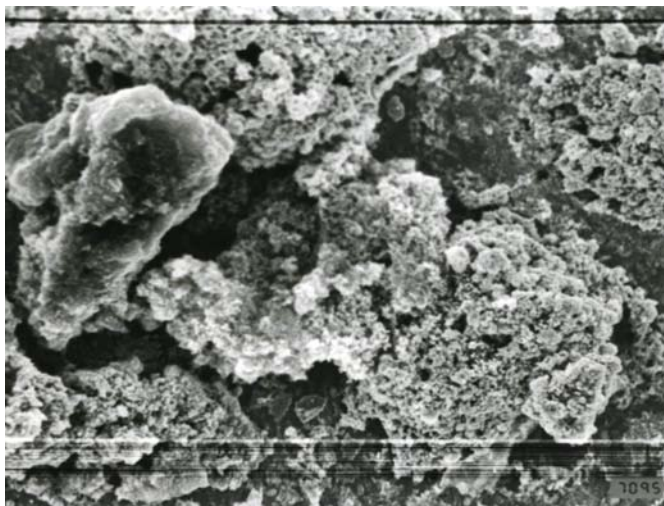


Рис. 3.

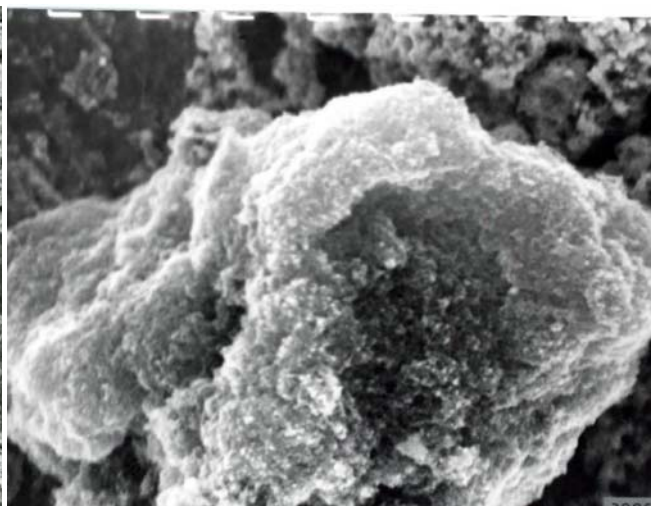


Рис. 4.

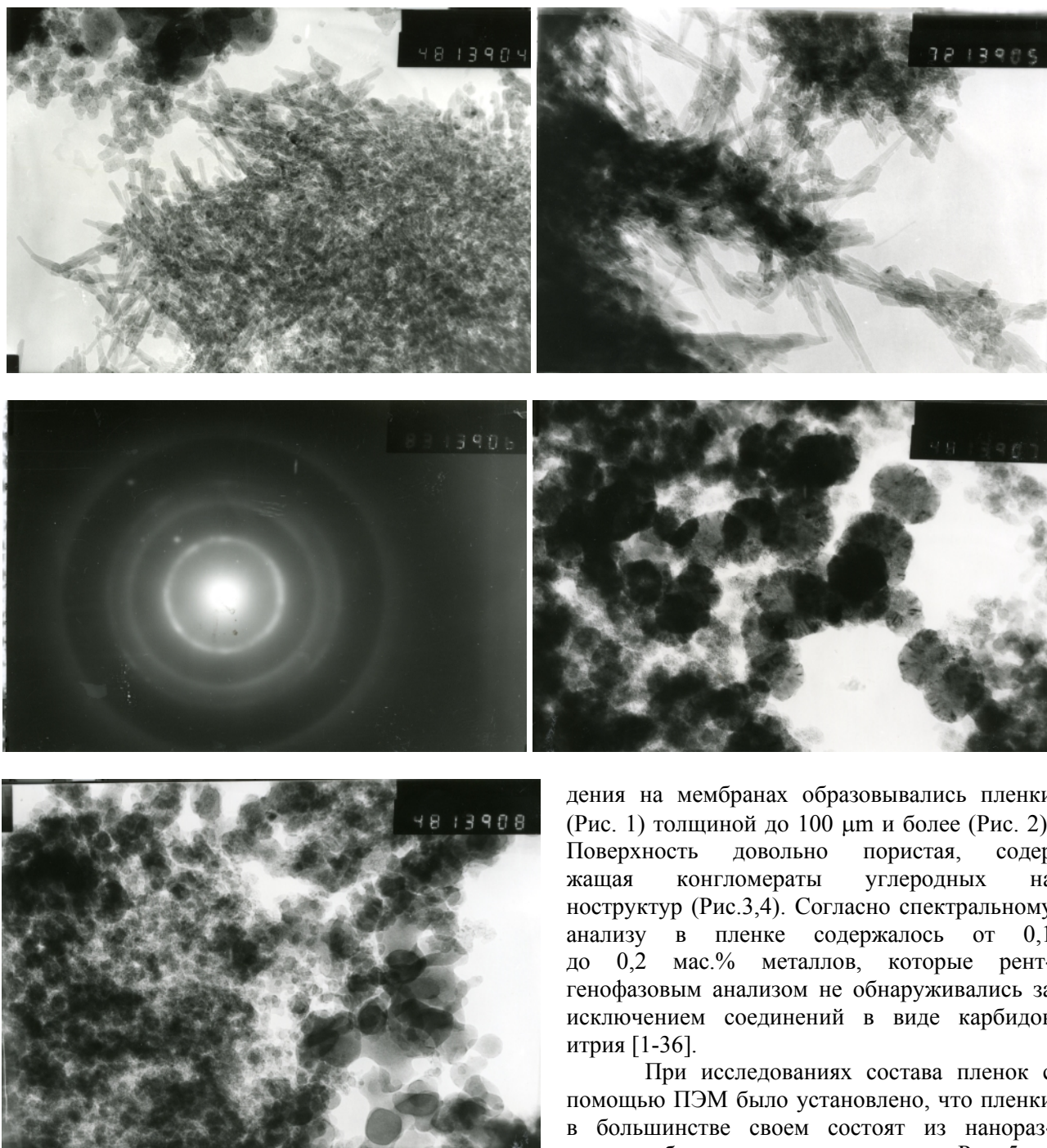


Рис. 5.

Электролиз проводили в специальной установке при напряжении 400В и 0,68 – 0,98 мА тока, в течение 2 часов.

Образцы анализировались с помощью просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, масспектрометрии, фотометрии, спектрофотометрии.

Результаты и обсуждение

Исследования морфологии поверхности мембраны с помощью СЭМ показали, что в результате электрохимического осаж

дения на мембранах образовывались пленки (Рис. 1) толщиной до 100 μm и более (Рис. 2). Поверхность довольно пористая, содержащая конгломераты углеродных наноструктур (Рис.3,4). Согласно спектральному анализу в пленке содержалось от 0,1 до 0,2 мас.% металлов, которые рентгенофазовым анализом не обнаруживались за исключением соединений в виде карбидов итрия [1-36].

При исследованиях состава пленок с помощью ПЭМ было установлено, что пленки в большинстве своем состоят из наноразмерных объектов, предоставленных на Рис. 5.

Выводы

В ходе исследования были получены на полимерных протонопроводящих мембранах тонкие металлосодержащие (Pt, Y, Gd) наноструктурные углеродные пленки. Содержание металла в пленках составляло 0,1-0,2 мас.%, хотя исходная сажа содержала более 1 мас.% металла.

Литература

1. Matysina ZA, Schur DV, Hydrogen and solid phase transformations in metals, alloys and

fullerites, Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovanie, 420p (in Russian), 2002,

2. Matysina ZA, Pogorelova OS, Zaginaichenko SYu, Schur DV, The surface energy of crystalline CuZn and FeAl alloys, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 56, 1, 9-14, 1995, Elsevier

3. Schur DV, Dubovoy AG, Zaginaichenko SYu, Savenko AF, Method for synthesis of carbon nanotubes in the liquid phase, *Extended Abstracts, An International Conference on Carbon Providence (Rhode Island, USA): American Carbon Society*, 196-8, 2004,

4. Isayev KB, Schur DV, Study of thermophysical properties of a metal-hydrogen system, *International journal of hydrogen energy*, 21, 11, 1129-1132, 1996, Pergamon

5. Zaginaichenko Svetlana Yu, Schur Dmitry V, Matysina Zinaida A, The peculiarities of carbon interaction with catalysts during the synthesis of carbon nanomaterials, *Carbon*, 41, 7, 1349-1355, 2003, Elsevier

6. Shul'ga YuM, Martynenko VM, Tarasov BP, Fokin VN, Rubtsov VI, Shul'ga NYu, Krasochka GA, Chapysheva NV, Shevchenko VV, Schur DV, On the thermal decomposition of the C60D19 deuterium fullerite, *Physics of the Solid State*, 44, 3, 545-547, 2002, Nauka/Interperiodica

7. Matysina ZA, Zaginaichenko SYu, Schur DV, Hydrogen solubility in alloys under pressure, *International journal of hydrogen energy*, 21, 11, 1085-1089, 1996, Pergamon

8. Schur DV, Lyashenko AA, Adejev VM, Voitovich VB, Zaginaichenko S Yu, Niobium as a construction material for a hydrogen energy system, *International journal of hydrogen energy*, 20, 5, 405-407, 1995, Elsevier

9. Nikolski KN, Baturin AS, Bormashov VS, Ershov AS, Kvacheva LD, Kurnosov DA, Muradyan VE, Rogozinskiy AA, Schur DV, Sheshin EP, Field emission investigation of carbon nanotubes doped by different metals, *Hydrogen Materials Science and Chemistry of Carbon Nanomaterials*, 123-130, 2004, Springer Netherlands

10. Schur DV, Lavrenko VA, Studies of titanium-hydrogen plasma interaction, *Vacuum*, 44, 9, 897-898, 1993, Pergamon

11. Schur DV, Pishuk VK, Zaginaichenko SY, Adejev VM, Voitovich VB, Phase transformations in metals hydrides, *Hydrogen energy progress*, 2, 1235-1244, 1996, UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA

12. Zaginaichenko SYu, Matysina ZA, Schur DV, The influence of nitrogen, oxygen, carbon, boron, silicon and phosphorus on hydrogen solubility in crystals, *International journal of hydrogen energy*, 21, 11, 1073-1083, 1996, Pergamon

13. Tarasov Boris P, Shul'ga Yuriy M, Lobodyuk Oleksander O, Onipko Oleksiy, Hydrogen storage in carbon nanostructures, *International Symposium on*

Optical Science and Technology, 197-206, 2002, International Society for Optics and Photonics

14. Матысина ЗА, Загинайченко СЮ, Щур ДВ, Растворимость примесей в металлах, сплавах, интерметаллидах, фуллеритах, 2006, Laboratory 67

15. Lytvynenko, Yu M, Schur, DV, Utilization the concentrated solar energy for process of deformation of sheet metal, *Renewable energy*, 16, 1, 753-756, 1999, Pergamon

16. Veziroglu, T Nejat, Zaginaichenko, Svetlana Yu, Schur, Dmitry V, Baranowski, Bogdan, Shpak, Anatoliy P, Skorokhod, Valeriy V, *Hydrogen Materials Science and Chemistry of Carbon Nanomaterials: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Hydrogen Materials Science an Chemistry of Carbon Nanomaterials, Sudak, Crimea, Ukraine, September 14-20, 2003*, 172, 2006, Springer Science & Business Media

17. Veziroglu, T Nejat, Zaginaichenko, Svetlana Yu, Schur, Dmitry V, Trefilov, VI, *Hydrogen materials science and chemistry of metal hydrides*, 82, 2002, Springer Science & Business Media

18. N.S. Anikina, S.Y. Zaginaichenko, M.I. Maistrenko, AD Zolotarenko, G.A. Sivak, D.V. Schur, L.O. Teslenko. Spectrophotometric Analysis of C 60 and C 70 Fullerenes in the Toluene Solutions / *Hydrogen Materials Science and Chemistry of Carbon Nanomaterials // 2004, V. 172 NATO Science Series II. - P. 207-216*

19. Чеховский А.А., Загинайченко С.Ю. Подсосонный В.И., Адеев В.М., Дубовой А.Г., Майстренко М.И., Власенко А.Ю., Матысина З.А., Золотаренко А.Д., Тарасов Б.П., Шульга Ю.М.. Электросинтез фуллеритов / Фуллерены и фуллереноподобные структуры в конденсированных средах: Сб. тез. докл. II Межд. симпозиума. – Минск: УП "Технопринт", 2002, С. 214-218 (4-8 июня 2002 г., Минск).

20. Золотаренко А.Д., Щур Д.В., Савенко А.Ф., Скороход В.В. Особенности процессов дугового синтеза углеродных наноматериалов. / Сб. тезисов конференции «Наноразмерные системы: электронное, атомное строение и свойства» (НАНСИС-2004), Киев: Академперіодика НАН України, 2004, С. 121.

21. Залуцкий В.П., Дубовой А.Г., Щур Д.В., Золотаренко А.Д. Рентгеноструктурный метод исследования и диагностики углеродных наносистем / Сб. тезисов конференции «Наноразмерные системы: электронное, атомное строение и свойства» (НАНСИС-2004), Киев: Академперіодика НАН України, 2004, С. 372.

22. Золотаренко А.Д., Щур Д.В., Савенко А.Ф., Скороход В.В. К вопросу дугового синтеза углеродных наноматериалов / Сб.тезисов 3-ей Межд. конф-ции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология», М.: Изд. МГУ, 2004, С.110.

23. В.М., Коваль А.Ю., Пишук В.К., Загинайченко С.Ю., Майстренко М.И., Власенко А.Ю., Матысина З.А., Помыткин А.П., олотаренко А.Д., Тарасов Б.П., Шульга Ю.М., Шпилевский Э.М. Ориентированные углеродные нанотрубки, полученные каталитическим пиролизом ацетилена / Фуллерены и фуллереноподобные структуры в конденсированных средах: Сб. тез. докл. II Межд. симпозиума. – Минск: УП "Технопринт", 2002, С. 204-207 (4-8 июня 2002 г., Минск).
24. Каверина С.Н., Загинайченко С.Ю., Майстренко М.И., Власенко А.Ю., Боголепов В.А., Матысина З.А., -Золотаренко А.Д., Тарасов Б.П., Шульга Ю.М., Шпилевский Э.М. Получение углеродных нанотрубок, заполненных переходными металлами / Фуллерены и фуллереноподобные структуры в конденсированных средах: Сб. тез. докл. II Межд. симпозиума. – Минск: УП "Технопринт", 2002, С. 208-211 (4-8 июня 2002 г., Минск).
25. Каверина С.Н., Матысина З.А., Загинайченко С.Ю., Тарасов Б.П., Шульга Ю.М., Майстренко М.И., Власенко А.Ю., Боголепов В.А., Золотаренко А.Д. Заполнение углеродных нанотрубок переходными металлами / Материалы 1-ой Международной конференции "Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология", 17-19 октября 2002 г., Москва: Изд. Ратмир-Вест, 2002, С. 213.
26. Савенко А.Ф., Боголепов В.А., Каверина С.Н., Щур Д.В., Загинайченко С.Ю., Золотаренко А.Д., Пишук В.К. Метод синтеза спиралеподобных углеродных нанотрубок / Труды 8-ой Международной конференции "Водородное материаловедение и химия углеродных наноматериалов", Судак, Крым, Украина, сентябрь 14-20, 2003, С. 416-417.
27. Куций В.Г., Золотаренко А.Д., Боголепов В.А., Щур Д.В., Лысенко Е.А. Углерод-марганцевый электрод на основе наноструктурного углерода для источников тока / Сб. тезисов конференции «Наноразмерные системы: электронное, атомное строение и свойства» (НАНСИС-2004), Киев: Академперіодика НАН України, 2004, С. 120.
28. Симановский А.П., Золотаренко А.Д., Лысенко Е.А., Щур Д.В. Синтез углеродных наноматериалов плазменнодуговым методом / Сб. тезисов конференции «Наноразмерные системы: электронное, атомное строение и свойства» (НАНСИС-2004), Киев: Академперіодика НАН України, 2004, С. 127.
29. Майстренко М.И., Аникина Н.С., Золотаренко А.Д., Лысенко Е.А., Сивак Г.А., Щур Д.В., Определение коэффициентов экстинкции растворов C₆₀ и C₇₀ с помощью эвм, Труды VIII Международной Конференции Водородное материаловедение и химия углеродных наноматериалов, Украина, 598-599, 2003
30. Аникина Н.С., Загинайченко С.Ю., Золотаренко А.Д., Майстренко М.И., Сивак Г.В. Щур Д.В., Количественный анализ толуольных растворов фуллеренов C₆₀ и C₇₀ спектрофотометрическим методом, Труды VIII Международной Конференции Водородное материаловедение и химия углеродных наноматериалов, Украина, 620-621, 2003
31. Золотаренко А.Д., Савенко А.Ф., Антропов А.Н., Майстренко М.И., Никуленко Р.Н., Власенко А.Ю., Пишук В.К., Скороход В.В., Щур Д.В., Степанчук А.Н., Бойко П.А., Влияние природы материала стенки реактора на морфологию и структуру продуктов дугового распыления графита, Труды VIII Международной Конференции Водородное материаловедение и химия углеродных наноматериалов, Украина, 424-425, 2003
32. Щур Д.В., Астратов Н.С., Помыткин А.П., Золотаренко А.Д., Защита ценных бумаг с помощью фуллеренов, Труды VIII Международной Конференции Водородное материаловедение и химия углеродных наноматериалов, Украина, 832-833, 2003
33. Янкович В.Н., Золотаренко А.Д., Власенко А.Ю., Пишук В.К., Загинайченко С.Ю., Щур Д.В., Особенности использования люминофоров в источниках света с холодным катодом, Труды VIII Международной Конференции Водородное материаловедение и химия углеродных наноматериалов, Украина, 853, 2003,
34. Н.С. Астратов, Д.В. Щур, А.П. Помыткин, Т.И. Шапошникова, И.В. Ляху, Л.И. Копылова, А.Д. Золотаренко, Использование фуллеренов для защиты ценных бумаг, Труды VII Международной Конференции НАНСИС-2004, 124, 2004
35. Н.С. Астратов, Д.В. Щур, А.П. Помыткин, И.В. Ляху, Б.П. Тарасов, Ю.М. Шульга, А.Д. Золотаренко, Введение фуллеренов в ценные бумаги, Труды Международной Конференции Углеродные фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология, Москва, Россия, 46, 2004
36. D.V. Schur, S.Yu. Zaginaichenko, A.F. Savenko, V.A. Bogolepov, S.N. Koverina, A.D. Zolotareno, Helical carbon nanotubes, International conference Carbon "Carbon 04", Providence, Rhode Island, USA, 187, 2004