

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ НАСЫЩЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА,
СОДЕРЖАЩЕГО НАНОТРУБКИ ВОДОРОДОМ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ**

Би Дунсюэ, Л.В. Гулидова

Научный руководитель: ассистент, зав. лаб.ОФ, Н.А. Дуброва
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: bidongxue@gmail.com

**DEVELOPMENT OF METHOD SATURATED CARBON MATERIAL
HYDROGEN CONTAINING NANOTUBES FROM THE GAS PHASE**

Bi Dongxue, L.V. Gulidova

Scientific Supervisor: Assistant N.A. Dubrova
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: bidongxue@gmail.com

The theoretical foundations of carbon nanotubes are presented in the work, as well as methods of saturation of the carbon material containing nanotubes with hydrogen from the gas phase. The dependence of concentration of the hydrogen storage by pressure (from 0 to 8 atmospheres) was obtained at the same temperature for sorption (-30 ° C) and different temperatures for desorption. Particular attention is paid to the influence of temperature on the rate of desorption.

В последнее время наиболее актуальными проблемами являются истощение традиционных источников энергии, а также вызванное их использованием серьезное загрязнение окружающей среды. Так как является высокоэффективным и экологически чистым энергоносителем, он может широко использоваться в энергетике. Основная проблема, препятствующая масштабному использованию водорода в энергетике, заключается в хранении и транспортировке водорода. На данный момент ни один из существующих методов хранения водорода (в адсорбированном состоянии при пониженных температурах, под высоким давлением, в виде гидридов металлов и интерметаллических соединений, в жидком состоянии) не достаточно эффективен для существования безопасного обратимого хранения и компактной транспортировки газообразного водорода [1,2].

Применение углеродных нанотрубок как накопителей водорода является одним из перспективных методов хранения водорода. Углеродные нанотрубки обладают уникальными структурными свойствами, которые делают возможным хранение водорода углеродным материалом, содержащим нанотрубки [3].

Исследование методики насыщения водородом углеродного материала, содержащего нанотрубки, проводилось из газовой фазы с помощью автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller (Advanced Material Corporation, США) [4]. Для исследования цикла сорбции-десорбции было выбрано два режима. При первом режиме сорбция проводилась при температуре -30 °С с постепенным увеличением давления водорода с 0 до 8 атмосфер, а десорбция с постепенным уменьшением давления до 0 атмосфер. Во второй режим было решено добавить стадию выдержки образца при постоянном давлении, чтобы избежать потерь уже накопленного образцом водорода при сорбции. В процессе поддержания постоянного давления образец постепенно нагревался до определенной температуры, а

затем проводился процесс десорбции водорода с постепенным уменьшением давления до 0 атмосфер. Для исследования цикла сорбции-десорбции во втором режиме образцы нагревались до температур -30°C, 0°C, 30°C. Графики зависимости концентрации водорода от давления при различных температурах представлены ниже.

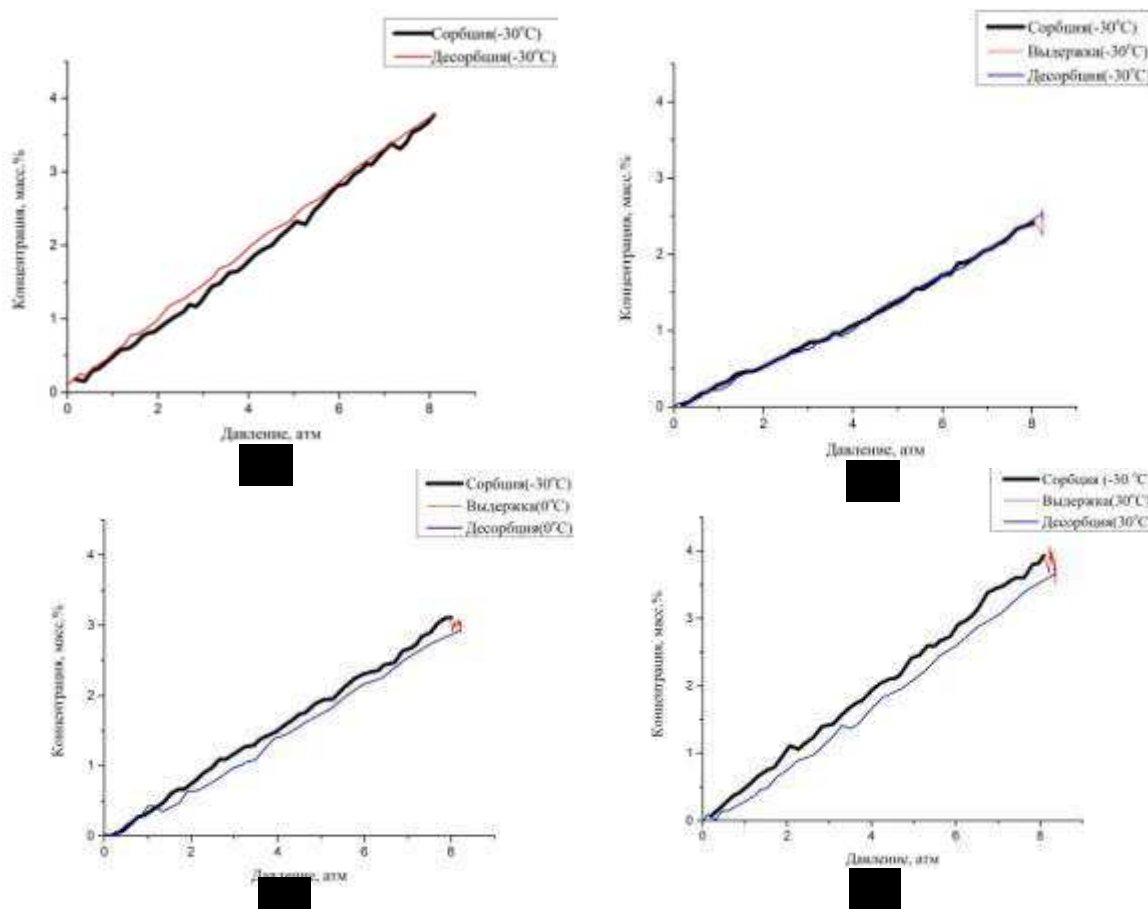


Рис.1. Графики зависимости концентрации водорода в образцах от давления в процессе реализации цикла сорбции-десорбции: а) при первом режиме; б), в), г) при втором режиме (30°C, 0°C, 30°C)

Результаты измерений показывают максимальные концентрации сорбированного водорода, концентрации водорода после цикла сорбции-десорбции в заданных диапазонах температур и давлений. Кроме этого по результатам экспериментов можно определить влияние температуры десорбции на скорость этого процесса.

При температуре -30 °C без выдержки максимальная концентрация сорбированного водорода составляет 3,7 масс.% при давлении 8 атм. Остаточная концентрация водорода составляет 0,15 масс.% после десорбции (Рис.1а). При температуре -30 °C с выдержкой максимальная концентрация сорбированного водорода составляет 2,6 масс.% при давлении 8 атм. (Рис.1б). После выдержки скорость десорбции не изменялась и весь поглощённый образцом водород десорбировался в полном объеме. Из рисунка 1в следует, что при температуре -30 °C сорбции и 0 °C десорбции с выдержкой максимальная концентрация сорбированного водорода составляет 3,1 масс.% при давлении 8 атм. При увеличении температуры до 0°C происходит снижение концентрации поглощенного образцом водорода примерно на 0,5 масс.% и составляет около 2,6 масс.% и скорость десорбции снижается. При температуре сорбции -30°C и десорбции 30 °C с выдержкой максимальная концентрация сорбированного водорода составляет 3,75 масс.% при давлении 8 атм. При увеличении температуры на 30 °C значение сорбционной емкости

уменьшается на 3,4 масс.%, и скорость десорбции снижается.

Из полученных графиков можно сделать вывод, что максимальная концентрация сорбированного водорода достигается при давлении 8 атм. Скорость десорбции зависит от температуры, при которой протекает процесс, и наиболее низкая скорость десорбции получена при температуре 30 °С [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение/ Под ред. Д.Ю. Гамбурга, Н.Ф. Дубовкина. – М.: Химия, 1989. – 672 с.
2. Тарасов Б.П., Гольдшлегер Н.Ф. Сорбция водорода углеродными наноструктурами. – Альтернативная энергетика и экология. – 2002. – № 3. – С. 20–38.
3. Елецкий А. В. Углеродные нанотрубки. // Успехи физических наук. -1997. – Т. 167. – № 9. – С. 945.
4. Гулидова Л. В. , Кудияров В. Н. , Дуброва (Дуброва (Нестерова)) Н, Лидер А. М. Применение автоматизированного комплекса GAS Reaction Controller для исследования материалов-накопителей водорода // Альтернативная энергетика и экология. – 2013 – № 3–2. – С. 32–35.
5. Гулидова Л. В. , Дуброва (Дуброва (Нестерова)) Н Влияние отрицательных температур на сорбцию водорода углеродными нанотрубками // Естественные и математические науки в современном мире. – 2013. – № 11. – С. 108–113.

FORMATION OF NiO/YSZ ANODE LAYER ON THE SURFACE OF SOLID OXIDE FUEL CELL CARRIER METAL BASE

A.O. Borduleva, A.N. Kovalchuk, I.V. Ionov

Scientific Supervisor: Assistant professor, PhD. A.A. Soloviev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

Institute Of High Current Electronics SB RAS, Russia, Tomsk, 2/3 Akademicheskoy Avenue, 634050

E-mail: tcybenkoao@gmail.com

ФОРМИРОВАНИЕ NiO/YSz АНОДНОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ НЕСУЩЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ТВЕРДООКСИДНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

A.O. Бордулева, А.Н. Ковальчук, И.В. Ионов

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.А. Соловьев

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Институт сильноточной электроники СО РАН, Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/3, 634055

E-mail: tcybenkoao@gmail.com

В представленной работе анодный слой твердооксидного топливного элемента (ТОТЭ) был сформирован из NiO/YSZ кермета, который представляет собой композит на основе Ni и YSZ (оксид циркония, стабилизированный 8 мол.% оксидом иттрия). Данный слой был сформирован на поверхности несущей Ni-Al основы ТОТЭ методом спекания Ni/YSZ пасты (NiO(50%)/ZrO₂·Y₂O₃(50%) производства