

Тихонова А. А., Иванов В.Р., Рябков Е.Д.
(МИРЭА – Российский технологический университет,
Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия)

СОЗДАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ НИКЕЛЕВО-ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Наноструктурированные материалы обладают уникальными химическими и физическими свойствами, поэтому они широко применяются различных областях промышленности.

Сейчас активно применяется и исследуется целый ряд методов, как физических, так и химических, позволяющих получить наноструктурированные материалы. Среди физических методов наиболее популярными являются метод прямой фемтосекундной лазерной записи и метод поверхностного деформационного наноструктурирования. Если говорить о химических методах, то это такие способы наноструктурирования как реактивное ионное травление [1], синтез с использованием жестких шаблонов [2] и высоковольтная анодная обработка [3].

Так как область применения наноструктурированных материалов постоянно расширяется, в том числе увеличивается потребность в качественных и относительно дешёвых катализаторах, вопрос о наиболее простом и экономически выгодном методе наноструктурирования становится особенно актуальным.

В данной работе представлен способ создания никелево-палладиевого катализатора электрохимическим методом, в данном случае это метод реплик. При этом данный способ потенциально увеличивает каталитическую активность, позволяя при этом снизить стоимость получаемого катализатора.

Методом высоковольтной анодной обработки мы получали наноперфорированный слой оксида алюминия на алюминиевой фольге. Суть метода заключается в том, что алюминиевая фольга помещается в раствор ортофосфорной кислоты в качестве анода, и при пропускании тока на поверхности металла формируется наноструктурированный слой оксида алюминия. Далее полученный материал используется в качестве наноперфорированной матрицы. Такой материал дешевле своего аналога (шаблон из оксида индий-олово (ИТО-подложка) [4]).

На полученную матрицу осаждается никель и образуется основа с наноразмерными структурами заданной морфологии. При этом

получается никелевая реплика, которая обладает высокой каталитической активностью. После алюминиевую подложку удаляют раствором щелочи.

Так как особый интерес для нас представляет создание именно катализатора, то для повышения его эффективности мы использовали Pd. Наночастицы Pd электрохимически восстанавливали на поверхности Ni и при помощи элементного рентгеновского анализа мы подтвердили наличие палладия на полученных образцах (Рис.1).

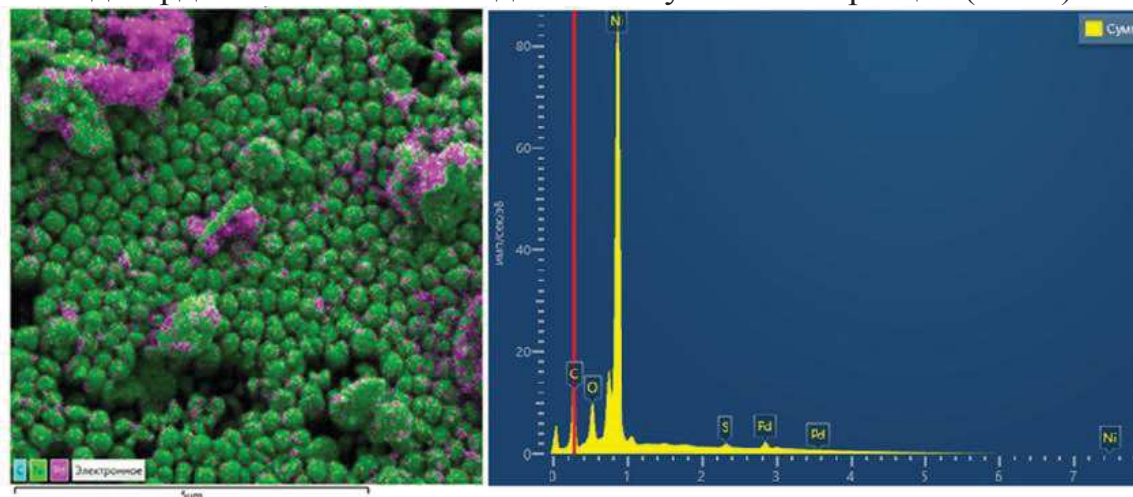


Рис.1. Результаты элементного рентгеновского анализа для образца модифицированного никелевого материала.

Стоит отдельно отметить, что при анализе снимков со сканирующего электронного микроскопа (Рис.2) было установлено, что частички палладия преимущественно восстанавливались на кончиках никелевых нановорсинок, где существует наибольшая вероятность соприкосновения с реагентами.

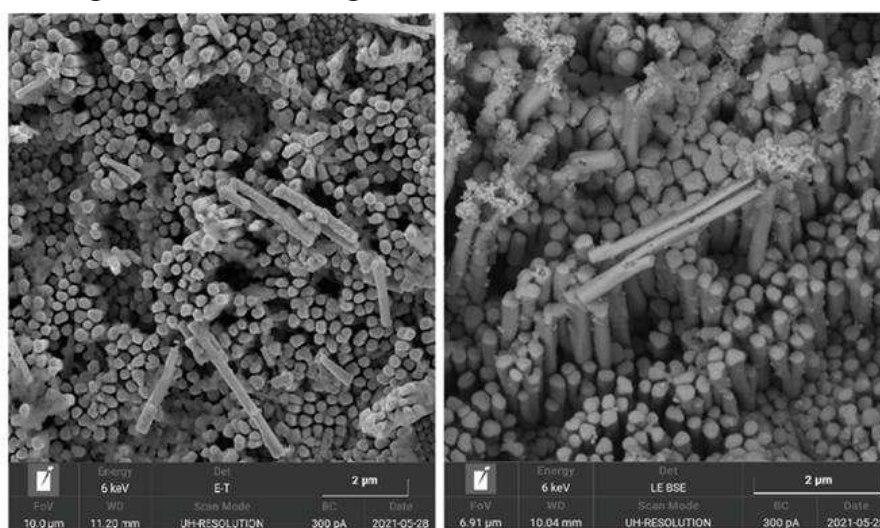


Рис 2. Снимки СЭМ наноструктур никеля до модификации (слева) и после модификации наночастицами Pd (справа).

В данной работе описан более экономичный способ создания наноструктурированного материала методом реплик. При этом полученный материал на основе Ni и частиц Pd может быть использован в качестве катализатора гидрирования или в метанольных топливных элементах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guoqiang Li, Jiawen Li, Yanlei Hu, Chenchu Zhang, Xiaohong Li, Jiaru Chu, Wenhao Huang. Bioinspired micro/nanostructured surfaces prepared by femtosecond laser direct writing for multi-functional applications// To cite this article: Yiyuan Zhang et al 2020 Int. J. Extrem. Manuf. 2 03200

2. Sultana¹ K. N., D.Worku¹, M. T. Z. Hossain², S. Ilias. Synthesis of Graphitic Mesoporous Carbon from Metal Impregnated Silica Template for Proton Exchange Membrane Fuel Cell Application// FUEL CELLS 19, 2019, No. 1, 27– 34/

3. Michael Huff. Recent Advances in Reactive Ion Etching and Applications of High-Aspect-Ratio Microfabrication// Micromachines 2021, 12, 991. <https://doi.org/10.3390/mi12080991>
www.mdpi.com/journal/micromachines

4. Anodic electrodeposition of several metal organic framework thin films on indium tin oxide glass / Hauser, Jesse L.; Tso, Monique; Fitchmun, Kimberly; Oliver, Scott R. J. // Crystal Growth & Design (c). – 2019.– Vol. 19, N. 4. – P. 2358–2365. – doi:10.1021/acs.cgd.9b00054.