

CrossBeam (Carl Zeiss NTS), specific surface – automatic analyzer TRISTAR 3020 (Micromeritics). Catalytic activity was investigated for the reaction of soot oxidation. Experiments were performed in open air reactor at fixed temperature (200-450°C, step 50°). The «real soot» which is formed in the conditions of incomplete combustion of fuel was taken. Tight contact between particles of soot and complex oxide (fourfold excess) was realized. The technique of applying soot over the catalytic layer was worked out to study the catalytic activity of the coated samples.

It was found that the introduction of alkali metals in the structure of  $\text{LaMnO}_{3\pm y}$  leads to the formation of solid solutions on its basis thus reflections of other phases were not detected. Catalytic activity of obtained complex oxides was higher than for undoped one. It should be noted that for dopants from Li to Cs the growth of catalytic activity correlated with that for ionic radiuses. Catalytic activity of coated samples was higher for all examined samples.

*The research results were funded by RFBR according to the research project № 19-03-00230, and were obtained in the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of Russia (project №4.6653.2017/8.9) and UrFU program of competitiveness enhancement (project code 14.594.21.0011).*

## **ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НАНОПОРИСТОГО АНОДНОГО ОКСИДА ПОЛУЧЕННОГО ИЗ АЛЮМИНИЯ ДОПИРОВАННОГО РЗЭ**

Попов Н.А.<sup>1\*</sup>, Васин А.А.<sup>1</sup>, Юферов Ю.В.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [n168@mail.ru](mailto:n168@mail.ru)

## **LUMINESCENCE OF NANOPOROUS ANODIC OXIDE OBTAINED FROM RARE EARTH DOPED ALUMINUM**

Popov N.A.<sup>1</sup>, Vasin A.A.<sup>1</sup>, Yuferov Yu.V.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Solid State Chemistry of the Ural Branch of the RAS, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

By anodic oxidation of Al-0.01%Ce alloy foil in a four-component electrolyte solution (a mixture of oxalic, citric, boric acids and isopropyl alcohol), nanoporous anodic aluminum oxide layers were obtained and its photoluminescence was investigated.

Фотолюминесценция пористого анодного оксида алюминия (АОА) в голубой области спектра обусловлена, по мнению многих исследователей, дефектами его аморфной структуры. Это кислородные дефекты – дырочные центры ( $\text{O}^-$ ) и одно- и двухэлектронные вакансии (F-центры) [1]. Другие связывают свечение с влиянием оптически активных углеродсодержащих продуктов, встраиваемых в

структуру оксида при анодировании в органических кислотах [2]. Особый интерес представляет влияние сильных активаторов типа ионов редкоземельных металлов (РЗ) на эти центры свечения. В данной работе допирование АОА ионами РЗ осуществлялось анодированием фольг сплавов алюминия с РЗ на примере сплава состава Al-0.01 ат.% Се. Сплав представлял собой твердый раствор церия в алюминии. Образцы перед анодированием были обработаны в растворе 5% NaOH, в течение 5 мин. при комнатной температуре. Проаноодированы, с предварительным этапом на режиме постоянного тока, 25 мА/см<sup>2</sup> в течение 10 мин., а затем при напряжении 75 В (100 мин.), в смешанном электролите при комнатной температуре. Полученный оксид имел диаметр пор порядка  $150 \pm 40$  нм, и толщину  $70 \pm 5$  мкм.

На рис. 1а,б показаны спектры люминесценции (Xe источник) нанопористых слоев АОА, полученных на сплаве Al-0.01 ат.% Се (а) и на фольге чистого алюминия (б) в одинаковых условиях анодирования. На обоих рисунках имеется несимметричная полоса в области 360-700 нм, характерная для пористого АОА. Большая ширина этой полосы объясняется тем, что аморфная структура полученного оксида подразумевает множество дефектов в подрешетках кислорода и алюминия, имеющих некоторый диапазон энергий излучения. Например, дырочные дефекты в подрешетке кислорода выполняют роль электронных ловушек. Энергетические уровни, формируемые этими дефектами расположены внутри запрещенной зоны. При релаксации электронов между энергетическими уровнями этих дефектов и основным состоянием и происходит испускание свечения в голубой области. По той же причине при различных длинах волн возбуждения 330 и 366 нм наблюдается ее сдвиг: за счет разной длины связей Al-O, дефекты имеют различный энергетический зазор.

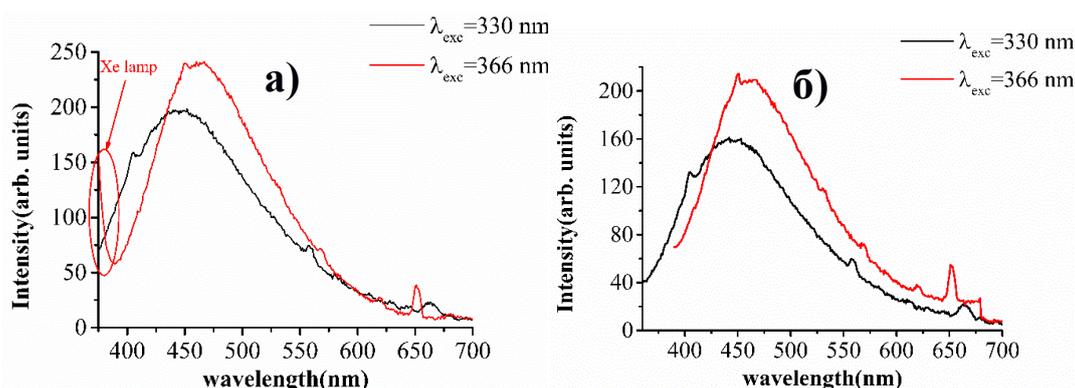


Рис. 1. Спектры люминесценции АОА полученного на: а) сплаве Al-0.01%Се б) чистом Al.

Форма спектров на рисунках совпадает, за исключением пиков в области 600-650 нм. Однако есть повышенная интенсивность свечения оксида, полученного на сплаве с Се. В работе [5], где изучалась люминесценция анодных оксидов титана, полученных на чистом Ti и сплавах Ti-РЗ, полосы свечения всех образцов отличались между собой лишь по интенсивности. Это объяснялось большим

числом связей РЗ-О-Ті, увеличивающих присутствие поверхностных или структурных дефектов в допированных образцах Ті оксида. В нашем случае, ионы церия, могут оказывать аналогичное влияние на структуру АОА.

1. Комаров Ф.Ф., Мудрый А.В. и др. Оптика и спектроскопия. 2008, 104, №2, С.272-275.
2. Врублевский И.А., Паркун В.М. и др. Доклады БГУИР. 2008, Т.5, №5, С.86-90.
3. Parnicka P., Mazierskia P. et. al. Results in Physics. 2019, V.12, P.412–423.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА НАНОЧАСТИЦ В УГЛЕРОДНОЙ ОБОЛОЧКЕ Ni@C МЕТОДОМ ЯМР

Прокопьев Д.А.<sup>1,2\*</sup>, Гермов А.Ю.<sup>2</sup>, Михалёв К.Н.<sup>2</sup>, Уймин М.А.<sup>2</sup>, Ермаков А.Е.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [prokopev.dima@mail.ru](mailto:prokopev.dima@mail.ru)

## NMR STUDY OF PHASE COMPOSITION OF CARBON ENCAPSULATED Ni@C NANOPARTICLES

Prokopyev D.A.<sup>1\*</sup>, Germov A.Yu.<sup>2</sup>, Mikhalev K.N.<sup>2</sup>, Uimin M.A.<sup>2</sup>, Yermakov A.E.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> M.N. Miheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

The NMR, X-ray diffraction and magnetization data of Ni@C nanoparticles (d = 8 nm) in the carbon shell (2 nm) synthesized by gas-phase method have been obtained. Analysis of the Ni<sup>61</sup> NMR spectra obtained in the local field at T=4.2 K have shown that Ni@C nanoparticles contain phases of metallic Ni (12 %), solid solution Ni-C (8 %), and carbide Ni<sub>3</sub>C (1.5 %). According to C<sup>13</sup> NMR in the external field at T=300 K, the shell does not contain graphene layers.

Магнитные наночастицы представляют значительный интерес, как с фундаментальной точки зрения, так и в связи с возможностью их практического применения в спинтронике, сенсорных устройствах, суперконденсаторах [1], в качестве катализаторов химических реакций [2], а также в медицине, как контрастные агенты МРТ [3] или для адресной доставки лекарств [4].

Из-за очень малых размеров, методом рентгеновской дифракции трудно обнаружить фазы с низкой концентрацией. Нейтронная дифракция также мало эффективна из-за низкой плотности и малых линейных размеров вещества. Измерение намагниченности не позволяет достоверно отделить вклады от различных фаз, присутствующих в образце. Для частиц, размером менее 10 нм, удобной и