ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/288

**ЦЕНТРЫ ОКРАСКИ В ПОЛЫХ ЧАСТИЦАХ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ
ИНДУЦИРОВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОТОНОВ**

¹Юрина В.Ю., ¹Нешименко В.В., ²Михайлов М.М., ³Ли Чундун

¹Амурский государственный университет, Благовещенск, Россия

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия

³Харбинский политехнический университет, Харбин, Китай

Материалы на основе Al_2O_3 с иерархической микро-, мезо- и макропористой структурой могут найти применение для разработки изделий космической техники, атомной энергетики, медицины и добывающей отрасли, за счет стабильности к воздействию агрессивных сред, высоких температур и ионизирующих излучений.

В настоящей работе исследовали образование центров окраски в полых и микрочастицах оксида алюминия по данным УФ-/видимой/ближней ИК- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии до и после облучения протонами.

Объектом исследования служили микропорошки Al_2O_3 высокой чистоты 99.99 % закупленные в компании Aladdin Chemistry. Средний размер микрочастиц составил 2-4 мкм. Полые частицы Al_2O_3 были получены осаждением на поверхность полистирольных шариков со средним размером 1 мкм наночастиц оксида алюминия в растворе хитозан и уксусной кислоты. С последующей прогревом при 60 °С до полного высыхания раствора, и ступенчатой термообработкой при температуре 300, 900 и 1300 °С в течении 2 часов для каждого режима в вакууме.

Спектры диффузного отражения регистрировали в области 200-2500 нм спектрофотометром Perkin Elmer Lambda 950, диаметр интегрирующей сферы 150 мм, шаг 5 нм/с. Рентгеновские фотоэлектронные спектры (РФЭС) были получены на установке ESCALAB 250Xi, источник излучения Al-K α . Морфология поверхности была проанализирована на растровом электроном микроскопе (РЭМ) Helios NanoLab 600i. Рентгенофазовый анализ (РФА) проводился на Philips X'Pert PRO MRD. Облучение образцов осуществляли протонами энергией 100 кэВ, флюенсом $5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$, исходный вакуум составлял $5 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$.

Рентгенофазовым анализом установлено (рис.1.А), что синтезированные полые частицы имеют симметрию кристаллической решетки коррунда (R-3c). Представляют собой частицы сферической формы размером от 500 до 3000 нм (рис.1.Б). БЭТ анализом установлено (установка ASAP2020 MP), что площадь удельной поверхности полых частиц составляет $20,4 \pm 0,8 \text{ м}^2/\text{г}$, микрочастиц $4,6 \pm 0,3 \text{ м}^2/\text{г}$.

Рис.1. РФА (А) и РЭМ (Б) полых частиц оксида алюминия

Из спектров диффузного отражения (рис.2.А) следует, что для обоих видов порошков в области 250-350 нм наблюдается характерный «провал» – уменьшение коэффициента отражения до 65-75 %. В данной области проявляются отдельные полосы поглощения,

Секция 5. Дegradaция тонких пленок и многослойных покрытий как иерархически организованных структур

которые могут быть связаны с различными типами собственных дефектов. В ближней ИК-области регистрируются пики поглощения, обусловленные хемосорбированными газами на поверхности частиц, интенсивность поглощения полых частиц выше, чем у микропорошков.

Облучение протонами 100 кэВ приводит к образованию интегрального контура наведенного поглощения в области от 200 до 800 нм, обусловленного образованием центров окраски. Энергия полос поглощения, которых имеет следующие значения, нм: 203 – F, 230 – F⁺, 302 – Al³⁺, 375 – F⁺₂ или 459 – F²⁺₂ [1-3]. Интенсивность данных полос полых частиц практически в 2 раза меньше, чем у микрочастиц, что свидетельствует о малой концентрации радиационных дефектов в сферических частицах.

Рентгеновские фотоэлектронные спектры показали (рис.2.Б), что облучение приводит к уменьшению интенсивности пиков вблизи O1s линии, происходит изменение характера связи в облученных материалах. Для микрочастиц регистрируется смещение в область 529 эВ, что характеризует наличие ионов кислорода, а также определяет образование дефектов F и F⁺-центров [4].

Рис.2. А) Спектры диффузного отражения (1,2) и спектры наведенного поглощения (3,4) после облучения протонами микро- (1,3) и полых (2,4) частиц оксида алюминия. Б) РФЭС вблизи O1s линии до (1,3) и после (2,4) облучения микро- (1,2) и полых (3,4) частиц оксида алюминия

Таким образом, установлено, что отражательная способность полых частиц оксида алюминия меньше по сравнению с микрочастицами во всем спектральном диапазоне. Отличие в поглощении в УФ и видимой области спектров полых и микрочастиц обусловлено различной концентрацией собственных центров поглощения оксида алюминия: F-центрами и междоузельными ионами Alⁱ в различном зарядовом состоянии. Оценка радиационной стойкости полых частиц по концентрации наведенных центров поглощения при облучении протонами с энергией 100 кэВ, показала их высокую радиационную стойкость по сравнению с микрочастицами.

Литература

1. Levy P. Color Centers and Radiation-Induced Defects in Al₂O₃ // Phys. Rev. 1961. V.123. P.1226.
2. Arnold G.W., Compton W.D. The latter factor is especially important at low electron // Phys. Rev. Letters. 1960. V.4. P.66.
3. Kotomin E.A., Popov A.I. Radiation-induced point defects in simple oxide // Nuclear Instruments and methods in Physics Research B. 1998. V.141. P.1-15.
4. Tardío M., Colera I., Ramírez R., Alves E. Effects of Mg-ion implantation in α-Al₂O₃ and α - Al₂O₃:Mg crystals: Electrical conductivity and electronic structure changes // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. 2010. V. 268. P.2874–2877.