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: 10.17223/9785946217408/257

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОРОШКОВ BaSO_4 ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ НАНОЧАСТИЦАМИ SiO_2 , ZrO_2 И Al_2O_3

Михайлов М.М., Юрьев С.А., Ловицкий А.А., Кузнецов Е.А., Тен А.В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия

Порошки BaSO_4 в связи со своей высокой отражательной способностью применяются в качестве пигментов терморегулирующих покрытий космических аппаратов, в качестве основы люминофорных покрытий, а также в качестве пигментов бытовых красок [1-4]. Такие области применения подразумевают постоянное воздействие различных видов излучений (кванты солнечного спектра, электроны и протоны космического пространства), которое приводит к постепенной деградации оптических свойств порошков BaSO_4 . В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на повышение фото- и радиационной стойкости этих порошков.

Одним из эффективных методов является модифицирование наночастицами оксидных соединений. Наночастицы, осаждаясь на поверхности зерен микропорошка могут: - отражать часть падающего излучения; - выступать в качестве защитного слоя, обладая более высокой радиационной стойкостью по сравнению с зернами микропорошков; - являться местами стока электронных возбуждений, возникающих при облучении в зернах. Это может приводить к уменьшению интенсивности полос поглощения собственных центров окраски порошка BaSO_4 и к увеличению его фото- и радиационной стойкости. Поэтому разработка способов увеличения стойкости порошков BaSO_4 к действию излучений являются актуальными и представляют научную и практическую значимость. Целью настоящей работы является исследование влияния модифицирования наночастицами SiO_2 , ZrO_2 и Al_2O_3 на оптические свойства и радиационную стойкость порошков BaSO_4 .

Для исследований использовали порошок BaSO_4 фирмы NACALAI TESQUE, INC. класса EP (Extra Pure Reagent), нанопорошок SiO_2 ($n\text{SiO}_2$) фирмы «Плазмотерм» с удельной поверхностью $120 \text{ м}^2/\text{г}$, нанопорошок ZrO_2 ($n\text{ZrO}_2$) с размером зерен 20-40 нм и нанопорошок Al_2O_3 ($n\text{Al}_2\text{O}_3$) с размером зерен 20-40 нм. Концентрация наночастиц составляла 0,5, 1, 3, 5, 7 и 10 масс.%. Модифицирование осуществляли высокотемпературным способом: диспергирование в дистиллированной воде, выпаривание при 100°C , прогрев в муфельной печи в течение 2 часов при 800°C , перетирание в фарфоровой ступке. Исходный порошок BaSO_4 обрабатывали по такой же схеме, но без добавления наночастиц. Распределение частиц по размерам исходного и модифицированных порошков получали на лазерном анализаторе размеров частиц Shimadzu SALD-2300. Порошки запрессовывали в металлические чашечки диаметром 28 мм под давлением 1 МПа, которые устанавливали в установке – имитаторе условий космического пространства «Спектр» [5]. Спектры диффузного отражения (ρ_λ) на воздухе регистрировали спектрофотометром Shimadzu UV-3600 plus. Спектры диффузного отражения регистрировали в вакууме в диапазоне 0,2 - 2,1 мкм до облучения ($\rho_{\lambda 0}$), затем облучали электронами ($E=30 \text{ кэВ}$, $\Phi=(1\div 7)\cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$, $T=300\text{К}$, $P=5\cdot 10^{-7} \text{ тор}$), регистрировали спектры облученных образцов ($\rho_{\lambda \Phi}$) на месте облучения (in situ). По спектрам $\rho_{\lambda 0}$ и $\rho_{\lambda \Phi}$ рассчитывали разностные спектры диффузного отражения ($\Delta\rho_\lambda$) или спектры поглощения, наведенного облучения. Радиационную стойкость порошков оценивали по изменению интегрального коэффициента поглощения солнечного излучения (a_s) после облучения (Δa_s), которое рассчитывали по спектрам $\rho_{\lambda 0}$, $\rho_{\lambda \Phi}$ и $\Delta\rho_\lambda$.

Выполненными исследованиями установлено, что модифицирование приводит к изменению спектров $\rho_{\lambda 0}$: - к уменьшению коэффициента отражения в УФ области для порошков, модифицированных $n\text{ZrO}_2$; - к незначительным изменениям отражательной способности в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра для порошков, модифицированных $n\text{SiO}_2$, - к значительным изменениям отражательной способности в

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

видимой и УФ области для порошков, модифицированных $n\text{Al}_2\text{O}_3$. Экспериментально показано, что осажденные наночастицы препятствуют образованию гранул порошка BaSO_4 .

Исследовано влияние концентрации наночастиц в диапазоне 0.5-10 масс.% на радиационную стойкость модифицированных порошков BaSO_4 . Установлены оптимальные значения концентрации, равные: 3 масс.% для $n\text{SiO}_2$, 5 масс.% для $n\text{ZrO}_2$ и 7 масс.% для $n\text{Al}_2\text{O}_3$. Увеличение радиационной стойкости порошков модифицированных порошков определяется уменьшением интенсивности полос поглощения при 270-280, 375-395, 440-460, 500-600, 700 и 950 нм. Наибольший вклад в увеличение радиационной стойкости определяется уменьшением концентрации сульфатных центров окраски, полосы поглощения которых расположены в УФ и на границе УФ и видимой областей спектра. Снижается интенсивность полос поглощения сульфатных центров, радиационная стойкость увеличивается в зависимости от флюенса электронов при облучении.

Исследована зависимость эффективности образования гранул из зерен модифицированных порошков от концентрации вводимых наночастиц. Установлено что наночастицы SiO_2 , ZrO_2 и Al_2O_3 при концентрации большей 1 масс.% препятствует спеканию порошка BaSO_4 в гранулы большого размера.

Выполненные исследования позволяют заключить, что высокотемпературное модифицированием наночастицами SiO_2 , ZrO_2 и Al_2O_3 определенной концентрации позволяет увеличить радиационную стойкость порошков BaSO_4 . С учетом высокой отражательной способности порошков BaSO_4 в солнечном диапазоне спектра можно получать пигменты, пригодные для применения покрытиях различного назначения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федеральной целевой программы Министерства образования и науки РФ, проект №14.574.21.0176.

Литература

1. Renping Cao, Zhengdong Qin, Xiaoguang Yu, Donglan Wu, Guotai Zheng, Wensheng Li Synthesis and luminescence properties of BaSO_4 phosphor activated with Sm, Optik // International Journal for Light and Electron Optics, Volume 127, Issue 3. 2016. Pages 1126-1129.
2. Annalakshmi O, Jose MT, Madhusoodanan U. Synthesis and characterisation of $\text{BaSO}_4\text{:Eu}$ thermoluminescence phosphor // Radiat Prot Dosimetry. Volume 150(2). 2012. Pages 12733.
3. Shaila Bahl, S.P. Lochab, Anant Pandey, Vipin Kumar, V.E. Aleynikov, A.G. Molokanov, Pratik Kumar Characterization and luminescence studies of Eu doped Barite nanophosphor // Journal of Luminescence, Volume 149. 2014. Pages 176-184.
4. Gilmore D.G. (Ed.) Spacecraft Thermal Control Handbook. Volume 1: Fundamental Technologies 2 edition // American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA). Reston, Virginia. 2002. 836 pages.
5. L.G. Kositsyn, M.M. Mikhailov, N.Y. Kuznetsov, M.I. Dvoretiskii Apparatus for study of diffuse-reflection and luminescence spectra of solids in vacuum // Instruments and experimental techniques New York, Volume 28. 1985. Pages 929-932.