

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КЕРАМИК ZrO_2 : Се, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ

Касаткина Я.П.¹, Никифоров С.В.¹, Лисицын В. М.², Голковский М.Г.³,
Даулетбекова А.⁴

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

²) Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

³) Институт ядерной физики, СО РАН, г. Новосибирск, Россия

⁴) Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: anakasatkina660@gmail.com

FEATURES OF THERMOLUMINESCENCE KINETICS OF ZrO_2 CERAMICS SYNTHESIZED BY ELECTRON BEAM METHOD

Kasatkina Y.P.¹, Nikiforov S.V.¹, Lisitsyn V.M.², Golkovskii M.G.³,
Dauletbekova A.⁴

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²) Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

³) Institute of Nuclear Physics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁴) L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Luminescent properties of ceramics of zirconium dioxide (ZrO_2) synthesized by electron beam method are investigated. On the TL curves in the samples, a dominant TL peak was detected at 425–430 K, excited by a pulsed electron beam. The kinetic parameters of the TL peak were determined by two methods.

Одной из важных задач дозиметрии является измерение доз сильноточных импульсных электронных пучков, которые могут составлять 1–500 кГр. Перспективным материалом для высокодозной люминесцентной дозиметрии являются керамики на основе диоксида циркония. Одним из способов получения керамик является электронно-лучевой метод, заключающийся в термообработке исходного порошка при облучении потоком высокоэнергетических электронов [1]. Термолюминесцентные (ТЛ) свойства керамик диоксида циркония, полученных указанным методом, ранее не исследовались. Целью работы является исследование особенностей кинетики ТЛ керамик ZrO_2 , легированных примесью церия и синтезированных в потоке высокоэнергетических электронов.

Для синтеза керамик шихта, содержащая микронный порошок диоксида циркония с примесью Се (1%), подвергалась облучению электронами с энергией 1.4 МэВ и плотностью мощности 23 кВт/см² от ускорителя ЭЛВ-6 (ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск). Для возбуждения ТЛ образцы облучались при комнатной температуре импульсным электронным пучком (60 А/см², 2 нс) ускорителя «РАДАН ЭКСПЕРТ» с энергией электронов 130 кЭв. Доза облучения составляла

7.5 кГр за один импульс. ТЛ измерялась при линейном нагреве со скоростью 2 К/с с помощью ФЭУ-130 с областью спектральной чувствительности 200–600 нм. Для сравнения были исследованы также ТЛ свойства компактов ZrO_2 , изготовленных из микронного порошка методом холодного одноосного прессования.

Анализ кривых ТЛ образцов обоих типов показал, что в керамиках ZrO_2 , полученных электронно-лучевым методом, доминирующий пик ТЛ сдвинут на 40 К в высокотемпературную область по сравнению с пиком ТЛ компактов. Для выяснения причин указанного эффекта были рассчитаны кинетические параметры ТЛ (энергия активации E , частотный фактор S) образцов двух типов. Поскольку образцы керамик имели сложную форму, расчет кинетических параметров был проведен методом вариации скорости с учетом температурного градиента между образцом и нагревателем по методике, изложенной в работе [2]. Кинетические параметры также определялись методом анализа формы пика [3].

Полученные результаты приведены в таблице 1. Видно, что значения энергий активации ТЛ, определенных разными методами, согласуются между собой. Из таблицы видно также, что энергия активации ТЛ пика керамик, синтезированных электронно-лучевым методом, существенно превышает ее значения для компактов ZrO_2 . Данная закономерность и обуславливает сдвиг ТЛ пика керамик в высокотемпературную область. Причиной указанного эффекта может являться изменение энергетической структуры центров захвата, ответственных за доминирующий пик ТЛ, в керамиках ZrO_2 , подвергнутых терморadiационной обработке при синтезе.

Метод	Керамика ZrO_2		Компакты ZrO_2	
	E , эВ	S , c^{-1}	E , эВ	S , c^{-1}
Анализ формы пика	1,09	$3,9 \cdot 10^9$	0,47	$1,1 \cdot 10^{10}$
Метод вариации скоростей	1,00	$6,8 \cdot 10^6$	0,63	$4,5 \cdot 10^{11}$

Таблица 1 - Энергия активации и фактор формы образцов, полученные разными методами.

1. V. Lisitsyn, L. Lisitsyna, A. Dauletbekova, M. Golkovskii, Zh. Karipbayev, D. Musakhanov, A. Akilbekov, M. Zdorovets, A. Kozlovskiy, E. Polisadova. Luminescence of the tungsten-activated MgF2 ceramics synthesized under the electron beam. Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B 435 (2018) 263–267
2. G. Kitis, J.W.N. Tuyn. J. Phys. D: Appl. Phys. 31, 2065 (1998)
3. R. Chen and V. Pagonis. Thermally and Optically stimulated Luminescence: A simulation approach. Wiley, 2011. 419 p.