МОДЕЛИРОВАНИЕ АНОМАЛЬНОГО ЭФФЕКТА ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ЗАТУХАНИЯ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Герасимов М. Ф.¹, Никифоров С. В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
E-mail: gerasimow2001@mail.ru

SIMULATION OF THE ANOMALOUS EFFECT OF THERMOLUMINESCENCE ISOTHERMAL DECAY

Gerasimov M. F.¹, Nikiforov S. V.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The possibility of decrease of the luminescence decay rate with increasing temperature of isothermal heating in the simplest two-level model of thermoluminescence is proved. It is found that this effect may occur because electrons accumulate in the conduction band.

Изотермическое затухание термолюминесценции (ТЛ) является одним из методов термоактивационной спектроскопии [1] ловушек в дозиметрических люминофорах и может служить источником дозиметрической информации [2]. Согласно классическим представлениям, скорость изотермического затухания определяется больцмановским множителем и возрастает с увеличением температуры. Ранее в ультрадисперсных керамиках Al_2O_3 -BeO нами был обнаружен аномальный эффект, заключающийся в уменьшении скорости затухания ТЛ с ростом температуры. Путём компьютерного моделирования показано, что указанное поведение может быть вызвано одновременным опустошением в определенном температурном диапазоне нескольких ловушек с различными энергиями активации, в частности, характеризующихся непрерывным энергетическим распределением [3]. В этой связи для разработки универсального механизма указанного эффекта представляет интерес его теоретическое изучение в рамках различных модельных представлений.

Целью данной работы является расчет кривых изотермического затухания ТЛ в рамках простейшей двухуровневой модели, описывающей кинетику первого порядка, и установление математического описания данных кривых в присутствии вышеописанного аномального эффекта.

Кривые изотермического затухания ТЛ рассчитывались путем решения систем дифференциальных кинетических уравнений в программе PTC Mathcad Prime 6.0. В расчетах учитывалась только стадия термостимуляции, разделённая на два этапа (предварительный линейный нагрев и изотермическая выдержка). Степень проявления аномального эффекта изотермического затухания ТЛ оценивалась с помощью специального коэффициента, который учитывал диапазон температур изотермической выдержки и времён затухания, в которых наблюдался указанный эффект.

Результаты расчета показали, что описанный выше аномальный эффект изотермического затухания ТЛ в простейшей двухуровневой модели наблюдается на спадающем участке ТЛ пика при малых значениях коэффициента рекомбинации. Установлено, что причиной аномального эффекта в этом случае является нарушение условий квазиравновесного приближения за счет накопления электронов в зоне проводимости. Показано, что наиболее подходящей функцией для аппроксимации кривых изотермического затухания ТЛ при этом является сумма простой и растянутой экспонент, вклад последней увеличивается с ростом температуры выдержки.

1. Chithambo M.L., *J. Lumin.*, 151, 235 (2014).
2. Jain M., Duller G.A.T., Wintle A.G., *Radiat. Meas.*, 42, 1285 (2007).
3. Nikiforov S.V., Gerasimov M.F. et al., *Radiat. Meas.*, 153, 106752 (2022).