

СМЕШАННЫЕ ТАНТАЛО-НИОБАТЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Волошина О.¹, Бояринцева Я.¹, Иванов А.¹,
Спасский Д.^{2,3}, Сидлецкий О.¹

¹Институт сцинтилляционных материалов НАНУ, Харьков, Украина,

²Институт физики, Тартуский Университет, Тарту, Эстония,

³НИИ ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова,
Москва, Россия,

ivoloshina@isma.kharkov.ua

Соединениям с общей формулой $REAO_4$, где RE – редкоземельный элемент, А – переходный металл, свойственна собственная люминесценция, связанная с эмиссией групп AO_6 . Известно, что наибольшей плотностью в ряду сложных оксидов РЗЭ и переходных металлов обладают танталаты РЗЭ (например, $\rho(\text{LuTaO}_4)=9,34 \text{ г/см}^3$), а самую яркую люминесценцию демонстрируют ниобаты РЗЭ [1, 2].

Можно ли объединить преимущества обоих соединений и в результате получить яркий и плотный сцинтиллятор? В качестве инструмента для решения подобной задачи можно использовать получение твердых растворов на основе танталатов и ниобатов иттрия или гадолиния. Свойством многих твердых растворов и смешанных кристаллов на их основе является существенное изменение сцинтилляционных характеристик в сравнении с исходными соединениями. Например, для смешанного гадолиний алюмо-галлиевого граната было зарегистрировано рекордное для оксидных кристаллов значение световыхода 56500 фот/МэВ [3].

Целью данной работы явилось исследование люминесцентных и сцинтилляционных характеристик смешанных тантало-ниобатов иттрия и гадолиния.

В ходе выполнения работы были получены керамические образцы тантало-ниобатов иттрия и гадолиния с содержанием ниобия в матрице 0, 20, 40, 60, 80 и 100 ат%. На спектрах люминесценции тантало-ниобатов иттрия и гадолиния как при УФ, так и при рентгеновском возбуждении наблюдается пик с максимумом в области 420–450 нм, связанный с люминесценцией группы NbO_6 . Люминесценция группы TaO_6 регистрируется только в керамиках без содержания ниобия в своем составе, что свидетельствует об эффективном переносе энергии от группы TaO_6 на группу NbO_6 с последующим полным тушением люминесценции группы TaO_6 .

В работе показана зависимость люминесцентных и сцинтилляционных свойств смешанных тантало-ниобатов иттрия и гадолиния в зависимости от соотношения Ta/Nb в матрице. Наибольший относительный световыход был определен для тантало-ниобатов иттрия с содержанием ниобия в матрице от 20 ат% до 60 ат% и для тантало-ниобатов гадолиния с содержанием ниобия более 40 ат%. В целом, наилучшие характеристики продемонстрировал тантало-ниобат гадолиния с содержанием ниобия 20 ат% – высокая плотность около $8,5 \text{ г/см}^3$, световыход, на порядок превышающий световыход известного сцинтилляционного материала PbWO_4 , и время затухания люминесценции 12 нс без медленной компоненты. Таким образом, соединение $\text{GdNb}_{0,2}\text{Ta}_{0,8}\text{O}_4$ может рассматриваться как перспективное для применений в экспериментах физики высоких энергий.

1. G. Liu, B. Jacquier, Spectroscopic Properties of Rare Earths in Optical Materials, Springer, Tsinghua University Press, 2005.
2. G. Blasse and A. Brill, J. Lumin. 3 (1970), 109–131.
3. O. Sakthong, W. Chewpraditkul, C. Wanarak, J. Pejchal, K. Kamada, A. Yoshikawa, G.P. Pazzi and M. Nikl, Optical Materials. 36 (2013), 568–571.