

ИССЛЕДОВАНИЕ САМОСВЕТАЮЩИХСЯ КРИСТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ (Y,Eu)PO<sub>4</sub>

Самосветящиеся низко-радиоактивные кристаллы, обладающие высокой химической, механической и радиационной устойчивостью, являются перспективными материалами для широкого применения в оптоэлектронных парах, робототехнике и медицине. Они могут быть использованы в течение длительного времени (от десятков до сотен лет) в условиях агрессивной химической среды и космоса. Устойчивость матриц обеспечивает условия безопасного обращения с самосветящимися кристаллами, которые соответствуют требованиям, предъявляемым к закрытым источникам ионизирующего излучения. Утилизация разрушенных или отработавших кристаллов не связана с экологическими проблемами, т.к. данные материалы являются аналогами природных акцессорных слаборадиоактивных минералов, устойчивых в течение миллионов лет.

Целью работы являлась разработка оптимального состава самосветящихся кристаллов, активированных ионом-излучателем и бета- или альфа-радиоактивным элементом для возбуждения излучения. В качестве активирующих примесей были выбраны нерадиоактивный европий и альфа-радиоактивный плутоний-238 с периодом полураспада 87.7 лет. Кристаллическими матрицами были выбраны твердые растворы на основе (Y,Eu)PO<sub>4</sub> со структурами ксенотима (YPO<sub>4</sub>) и монацита (EuPO<sub>4</sub>). В данных кристаллических структурах европий находится в трехвалентном состоянии, что перспективно для обеспечения интенсивной люминесценции, включая самосвечение в видимой области спектра. В работе необходимо было учитывать, что наибольший практический интерес вызывают кристаллы с низким содержанием радиоактивного элемента, но интенсивным самосвечением. Кроме того, количество экспериментов с плутонием-238 было ограничено по экономическим причинам. Поэтому на первом этапе работ определяли оптимальное соотношение Y:Eu, при котором наблюдалась максимальная интенсивность люминесценции. Предполагалось, что воздействие электронного пучка на нерадиоактивные кристаллы (Y,Eu)PO<sub>4</sub> имитирует самооблучение матриц кристаллов (Y,Eu,Pu)PO<sub>4</sub> от плутония-238. Таким образом, максимальная интенсивность самосвечения будет наблюдаться при сходных соотношениях Y:Eu, что и максимальная интенсивность катодолуминесценции (КЛ). Определение оптимальной концентрации плутония является предметом отдельного исследования.

Методом флюса были выращены нерадиоактивные кристаллы (Y,Eu)PO<sub>4</sub> и радиоактивные самосветящиеся кристаллы (Y,Eu,Pu)PO<sub>4</sub> с различным соотношением Y:Eu. Все образцы были исследованы методами рентгеноструктурного анализа и рентгеноспектрального микроанализа. Была выявлена зависимость типа кристаллической решетки (монацит или ксенотим) от соотношения Y:Eu в кристалле. Была обнаружена зависимость характеристических особенностей КЛ от состава кристаллов и типа кристаллической решетки; анизотропия и поляризация КЛ. Была предложена интерпретация наиболее интенсивных полос КЛ, коррелирующая с ранее опубликованными данными. В спектре КЛ самосветящегося кристалла наблюдались узкие интенсивные пики, соответствующие переходам:  $7F_1 \rightarrow 5D_0$ ;  $7F_2 \rightarrow 5D_0$  и  $7F_4 \rightarrow 5D_0$ . Также были синтезированы самосветящиеся кристаллы с плутонием-238, выявлены особенности катодолуминесценции радиоактивных образцов.

Работа выполнена на базе ЦКП "Материаловедения и диагностика в передовых технологиях" в Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе РАН, в Радиовом институте им. В.Г.Хлопина.