

Абдыкадырова К.Ж., Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова, физико-технический факультет, магистрант
(Научные руководители - к.ф.-м.н., PhD Балтабеков А.С., PhD Тусунбекова А.К.)

РЕКОМБИНАЦИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ СУЛЬФАТА КАЛИЯ, АКТИВИРОВАННОГО ИОНАМИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В работе методами термоактивационной спектроскопии были исследованы процессы рекомбинационной люминесценции кристаллов сульфата калия, активированного ионами редкоземельных элементов. В качестве активаторов выступали ионы европия.

На рисунке 1 приведены кривые ТСЛ для чистого монокристалла сульфата калия, полученные после облучения рентгеновскими квантами (при температуре жидкого азота доза облучения рентгеновскими квантами: 1 - 100 кГр; 2 - 200 кГр). Кристалл чистого сульфата калия имеет максимумы рекомбинационной люминесценции при 190К и в области 280-300К. Известно, что отношение светосумм в пиках свечения на кривой ТСЛ при 190К и 280-300К не меняется при различных дозах облучения. Введение в матрицу двухвалентных ионов меди, кобальта, марганца и никеля приводят к перераспределению накопленной светосуммы в пиках рекомбинационного свечения, характерных для матрицы. Отношение светосумм при различных дозах облучения в кристаллах, активированных ионами переходных металлов, так же остается неизменным [1, 2].

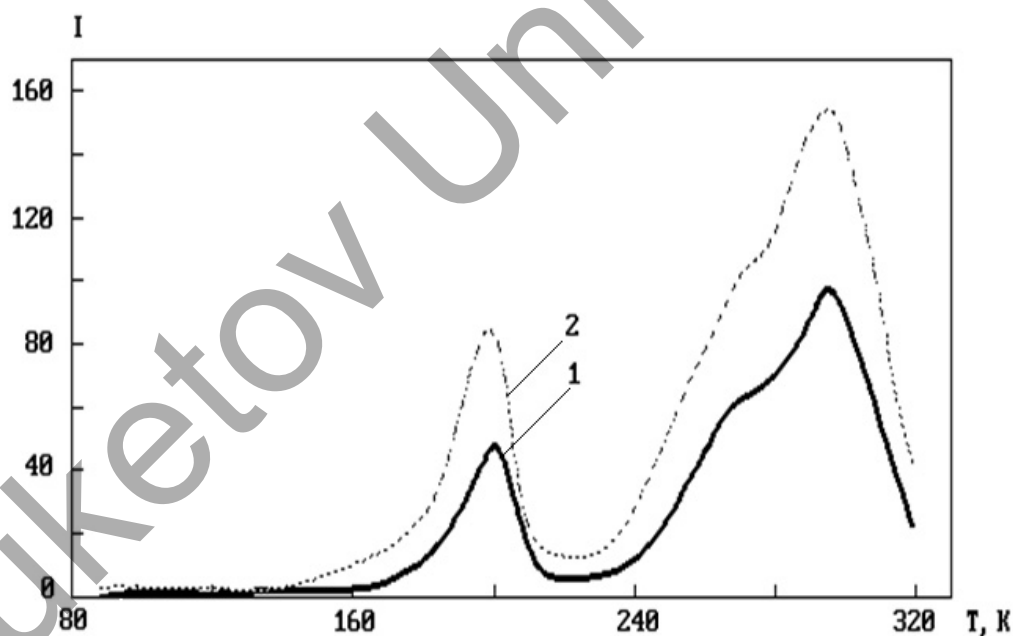


Рисунок 1. Кривые ТСЛ чистого сульфата калия

На рисунке 2 приведена кривая ТСЛ для кристалла $K_2SO_4-Eu(NO_3)_3$ (0.1 моль%). Доза облучения рентгеновскими квантами при температуре жидкого азота составляла 4 кГр. Сравнение кривых ТСЛ на рисунках 1 и 2 показывает их качественное совпадение. Наблюдаются те же пики рекомбинационного свечения с максимумами при 190К и 300К. Отличием от результата, приведенного на рисунке 1 является резкое изменение отношения накопленной светосуммы в пиках свечения на кривой ТСЛ. В кристаллах, активированных ионами переходных металлов доминирующим пиком рекомбинационной люминесценции на кривой ТСЛ является свечение с максимумом при 280К [3]. В сульфате калия, активированного нитратом трехвалентного европия, пик свечения при 280К не выделяется. Доминирующим является свечение с максимумом при 300К. Новых пиков рекомбинационной люминесценции не появляется.

Для того что бы выделить влияние ионов европия на процессы образования, накопление и рекомбинацию радиационных дефектов, были измерены кривые ТСЛ для кристаллов $K_2SO_4-KNO_3$. Вид кривой ТСЛ для данного образца аналогичен приведенному на рисунке 3.8. Положение осложнено тем, что в спектральных составах пиков ТСЛ для кристалла $K_2SO_4-Eu(NO_3)_3$ излучения с максимумом при 3.5 эВ не обнаружено. Излучение в оптической полосе с максимумом при 3.1 эВ присутствует во всех пиках ТСЛ. Однако, это излучение характерно и для неактивированных

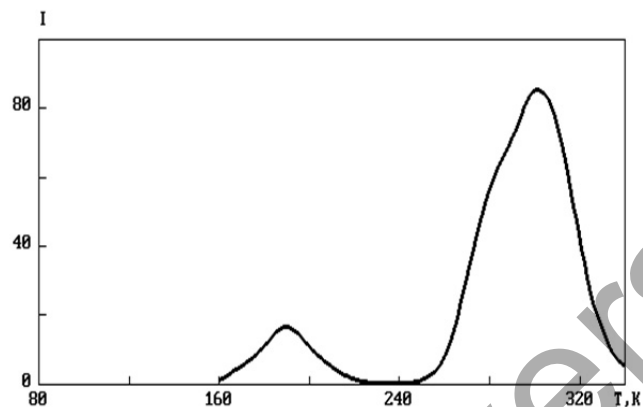


Рисунок 2. Кривая ТСЛ для кристалла $K_2SO_4-Eu(NO_3)_3$ (0.1 моль%)

кристаллов сульфата калия [4]. Поэтому выделить влияние ионов европия по изменениям вида кривых ТСЛ и спектральному составу излучения не представляется возможным. Единственное, что удалось установить: по крайней мере до доз облучения 50 кГр соотношение светосумм низкотемпературного пика на кривой ТСЛ и группы высокотемпературного для кристаллов $K_2SO_4-Eu(NO_3)_3$ и $K_2SO_4-KNO_3$ не зависит от дозы облучения и составляет 0.035 и 0.048, соответственно. Известно, что нитратные ионы NO_3^- являются акцепторами для электронов [5]. Их наличие в данной матрице приводит к более быстрому накоплению дырочных центров. Ионы европия еще немного увеличивают скорость накопления дырочных центров. Известно [6], что при облучении ионизирующей радиацией при комнатной температуре наблюдается уменьшение оптической плотности в полосах поглощения 3.85 эВ и 4.43 эВ и ее увеличение в полосе 5.33 эВ, которую мы связываем с трехвалентным европием. Таким образом, при воздействии ионизирующей радиации ионы дивалентного европия образуют по отношению к ближайшему окружению дырочные центры. Пики ТСЛ в области 280-300К связываются с рекомбинационным процессом электронной природы, т.е. подвижный электрон или электронно-избыточный центр рекомбинирует с неподвижной дыркой [7].

Таким образом, уменьшение соотношения светосумм в пиках ТСЛ в образце, активированном ионами европия, показывает, что радиационно-наведенный примесный дефект является центром рекомбинации.

Список литературы

1. Кукетаев Т.А., Мурашова З.Ф. О дихроизме С-полосы поглощения ионов Tl^+ в монокристаллах K_2SO_4 //Поиск, сер.естеств. наук, 1998, №6, С.150-153.
2. Кукетаев Т.А., Мурашова З.Ф., Ким Л.М., Сагындыкова Г.Е. Радиационные процессы в сульфатах, активированных ртутеподобными ионами// 12th International conference on radiation physics and chemistry of inorganic materials, Tomsk, 2003, С.243-245.
3. Плеханов В.Г., Осминин В.С. Исследование спектров отражения и люминесценции кристаллов сульфата калия при низкой температуре//ОиС. 1975. т.38, 1. С.120-123.
4. Kityk I.V., Andrievskii B.V., Yuvchenko V.O. Band energy calculation and optical constants of K_2SO_4 single crystals // Phys. Stat. Sol. (b), 1994, V.182 P.К79-83.
5. Kumar V.S.K., Sastry S.B.S., Acharyulu B.S.V.S.R. Optical studies on Europium Doped K_2SO_4 //Phys.Stat.Sol.(b),1989, V.155, P.679-684.
6. Koketai T., Tussupbekova A., Baltabekov A., Mussenova E. Luminescence of potassium sulphate crystals doped by Eu^{3+} ions// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. -Vol.168. - Amsterdam, IOP Publishing Ltd. - P. 1-5
7. Koketai T., Tussupbekova A., Mussenova T.K. Luminescence of K_2SO_4 Crystals Doped by Ions of Divalent Rare-earth Elements //Book of abstracts. Functional Materials and Nanotechnologies (FM&NT2018). – Riga. – 2018. – P.164.