

УДК 544.522.12

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ K_2SO_4 ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ ФОТОНАМИ ЭНЕРГИЙ 5- 6,5 эВ

Юсупбекова Багила Ниязовна¹, Садыкова Батсайы Мейрхановна¹

bagila7@mail.ru

¹Докторант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Научный руководитель – Нурахметов Т.Н.

Введение

В работе авторов[1] исследованы спектры оптического поглощения, возбуждения и излучения кристаллов K_2SO_4-Tl . В спектре поглощения при 80 К наблюдается при полоса с максимумами при 5,75 эВ и 7,35 эВ, в которой возбуждается излучение с максимумом при 4,2 эВ. При увеличении концентрации ионов талия дополнительно появляются полосы поглощения при 5,65 эВ и 4,4 эВ, в которых возбуждаются излучения при 3,5 эВ. Авторы работы [1] предполагают, что коротковолновые полосы поглощения связаны с переходами в ионе Tl^+ в положении K_1 , а остальные в положении K_2 . Известно, что в сульфате калия имеется два неэквивалентных катионных узла различающиеся по числу атомов кислорода в ближайшем окружении[2].

В работе авторов[3] изучена природа центров люминесценции иона Tl^+ в кристалле LiK_2SO_4 . Показано существование в кристалле LiK_2SO_4 двух типов центров люминесценции ионов талия. Полоса излучения при 3,45 эВ и полоса возбуждения при 5,38 эВ связаны с ионом талия, замещающего ион лития, а полоса излучения 4,3 эВ и полоса возбуждения при 5,55 эВ и 5,7 эВ связаны с ионом талия, замещающего ион калия. Известно, что кристаллы K_2SO_4 имеет ширину зоны запрещенной энергии около 9 эВ. Последние наши исследования показали, что в ряде сульфатов щелочных металлов собственное излучение при 3,8 эВ, 3,0 эВ, 2,6 эВ и 2,3 эВ возникают при возбуждении рентгеновским излучением[1] и синхротронным излучением при 9 - 11 эВ, возникают также и при возбуждении низкоэнергетическими фотонами с энергией 5- 6,2 эВ.

В настоящей работе нами исследована природа собственных излучений кристаллов $K_2SO_4 - Tl^+$ и $K_2SO_4 - Tl^+ + KNO_2^-$.

Объекты и методы исследования

Кристаллы K_2SO_4 выращены при температуре 50^0C из насыщенного водного раствора методом медленного испарения. Из кристалла вырезались пластинки толщиной 3-5 мм. Нами исследованы образцы кристаллов и порошков (99,99%, Sigma Aldrich, Germany) K_2SO_4 . Кристаллы K_2SO_4 и порошки исследованы методами фотолюминесценции, рентгенолюминесценции и вакуумно- ультрафиолетовой спектроскопии. Для возбуждения в ультрафиолетовой области спектра использована дейтериевая лампа D200VUV (Heraeus Noblelight, Germany) с энергией фотона 1,5- 6,2 эВ. Для измерения спектров излучения и возбуждения в спектральной области 1,5- 6,2 эВ использован спектрофлуориметр Солар СМ-2203. Измерение спектров возбуждения и излучения в области спектра 4-11,5 эВ проводилось на вакуумном монохроматоре собранной по схеме Сейя -Намиока в широкой области температур 15- 400 К. Регистрация излучения проводилась через монохроматор МДР- 41 при помощи ФЭУ 1Р28 (Hamamatsu, Japan). Спектр возбуждения исправлен на спектральное распределение интенсивности возбуждающего излучения.

Результаты

На рисунке 1 (б) представлен спектр излучения кристалла $K_2SO_4 - Tl$ при возбуждении в полосе поглощения примеси Tl^+ в матрице K_2SO_4 при 190 нм (кривая 3), 200 нм (кривая 4), 210 (кривая 5), 220 нм (кривая 6) и 230 нм (кривая 7) при 300 К. Из рисунка 1б видно, что излучения Tl^+ эффективно возбуждаются при энергиях фотона 5,9 эВ (кривая 5), при энергии возбуждения 5,63 эВ полоса смещается в коротковолновую область спектра, а при энергиях фотона 5,39 эВ смещается на несколько десятков эВ.

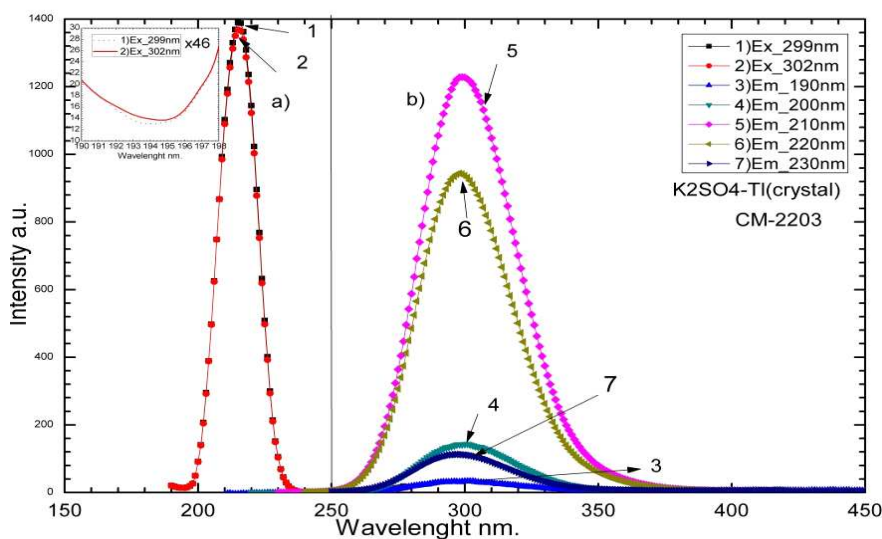


Рисунок 1 – а) Спектр возбуждения $K_2SO_4 - Tl$; б) Спектр излучения кристалла $K_2SO_4 - Tl$

Спектры возбуждения представлено на рисунке 1а для полосы излучения 4,14 эВ (кривая 1) и 4,1 эВ (кривая 2). Из рисунка 1а видно, что интенсивность и положение полосы возбуждения отличаются незначительно. На вставке рисунка 1а представлен спектр возбуждения основной полосы излучения при 4,14 эВ и 4,1 эВ в коротковолновой области спектра до 6,5 эВ. Из рисунка 1а (вставка) видно, что ион Tl^+ в K_2SO_4 возбуждается в коротковолновой области матрицы при 6,5 эВ- 6,4 эВ, кроме внутрицентральной области 5,63 эВ - 5,9 эВ. Из экспериментального факта следует, что ион Tl^+ в K_2SO_4 возбуждается собственными возбуждениями матрицы.

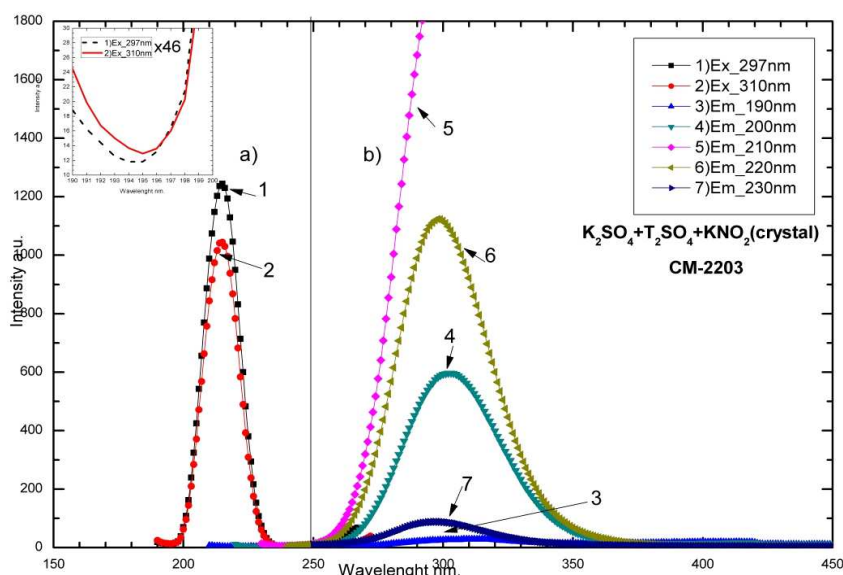


Рисунок 2 – а) Спектр возбуждения кристалла $K_2SO_4 - Tl - KNO_2$; б) Спектр излучения кристалла $K_2SO_4 - Tl - KNO_2$

Аналогичные экспериментальные результаты получены для кристалла $K_2SO_4 - Tl - KNO_2$. Известно, что в кристаллах с примесями эффективно создаются электронно-дырочные центры захвата возле нарушенных местах кристаллической решетки например возле примеси Tl^+ в K_2SO_4 . Во время возбуждения кроме внутрицентрового перехода на Tl^+ осуществляются возбуждения в центрах захватов $NO_2^- - SO_4^-$ возле Tl^+ . Энергия рекомбинационного распада центров захватов передается примесям. Из сравнения рисунка 1б с рисунком 2б видно, что излучение Tl^+ в матрице $K_2SO_4 - Tl - KNO_2$ в два раза эффективнее чем в кристалле $K_2SO_4 - Tl$ без примеси NO_2^- . Из рисунка 2а во вставке видно, что коротковолновое возбуждение иона Tl^+ матрицей при энергиях 6,4- 6,5 эВ в два раза эффективнее чем в кристаллах без примеси NO_2^- .

Заключение

Из полученных экспериментальных фактов следует, что в кристаллах K_2SO_4 основная полоса излучения возбуждаются при внутрицентровых переходах в ионе таллия при 5,63-5,9 эВ. Кроме этого, излучение K_2SO_4 возбуждается собственными электронными возбуждениями кристалла при энергиях фотона 6,4 эВ- 6,5 эВ.

Список использованных источников

- 1.Осминин В.С., Плеханов В.Г., Силкин Н. И. Рекомбинационные процессы в сульфате калия с примесью таллия // ЖПС, Т. 21, №1, 1974, С. 88-91.
- 2.Александров К.С., Безносиков Б.В. Структурные фазовые переходы в кристаллах (семейство сульфата калия). – Новосибирск: Россия, 1993, 287 с.
- 3.Сагындыкова Г.Е. Оптические и радиационные свойства кристаллов $LiKSO_4$ активированных ртутеподобными ионами. Автореферат на соискание ученой степени кандидата физ.-мат.наук, КарГУ имени Е.А. Букетова, Караганды, 2004, с.25.