

ВЛИЯНИЕ ВАКАНСИОННЫХ ДЕФЕКТОВ НА ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Тайиров Миталип Муратович, д.ф-м.н., профессор СПИ БатГУ, Кыргызстан, Кызыл-Кия, ул.Дехканская-1, e-mail:akoshuev@mail.ru

Кошуев Абдижамил Жумаевич, к.ф-м.н., доцент СПИ БатГУ, Кыргызстан, Кызыл-Кия, ул.Дехканская-1, e-mail:akoshuev@mail.ru

В статье приведены экспериментальные данные, что в кристаллах KBr и KCl при оптическом создании экситонов, локализованных около одиночных анионных вакансий, бивакансий, квартета вакансий и дислокаций основным возмущающим фактором решётки является заряд и что размер вакансионного дефекта прямо влияет на процесс излучательного распада экситона.

Ключевые слова: кристалл, локализация, кристаллическая решётка, экситон, вакансия, дислокация, дефект, излучать

THE EFFECT OF VACANCY DEFECTS IN THE LUMINESCENCE CHARACTERISTICS OF ALKALINE CRYSTALS

Tairov Mitalip Muratovich, professor of BatSU SPI, Kyrgyzstan, Kyzyl-Kyia, Dyhkanskaya street N-1

Koshuev Abdijamil Jumaevich, docent of BatSU SPI, Kyrgyzstan, Kyzyl-Kyia, Dyhkanskaya street N-1, e-mail:akoshuev@mail.ru

The article presents the experimental information the crystals KBr and KCl in the optical generation of exciton localizet of single anionic vacancies, quartet vacancies and dislokations, main excitatory lattice factors of the defect of vacancy, directly affects the process of radiative exciton.

Key words: crystal, localization, crystal cell, exciton, vacancy, dislocation, defect, radiate.

В пластически деформированных щелочногалогидных кристаллах KBr и KCl вакуумно-ультрафиолетовое (ВУФ-) излучение наряду с экситонными возбуждениями, автолокализованными в регулярных узлах решетки (e_r°), создает также экситоны, локализованные около одиночных анионных вакансий (e_{α}° , α -центры), бивакансий (e_b°), квартетов вакансий (e_k°) и дислокаций (e_d°). Бивакансии, квартеты вакансий и дислокации названы нами b-, k- и d-центрами, соответственно, по аналогии с α -центрами. На рис.1,2,3 и 4 приведены спектральные характеристики α -, b-, k-, d-центров в кристаллах KBr и KCl. Спектры возбуждения и излучения экситонов, локализованных около бивакансий, квартетов вакансий и дислокаций, созданных в кристаллах предварительной пластической деформацией, были выделены нами при 4,2 К с применением селективного ВУФ-возбуждения [3].

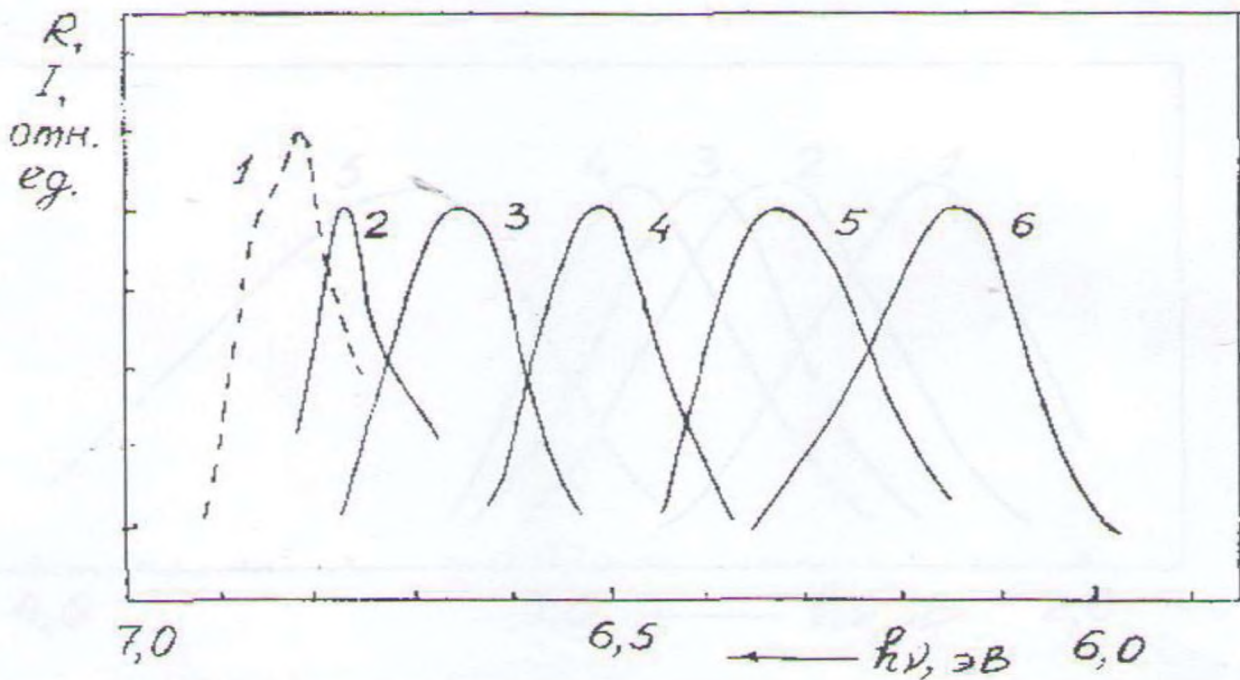


Рис.1. Спектры отражения (1) и возбуждения π -свечения (2), α -свечения (6) и свечения экситонов около дислокации (3), квартетов вакансий (4) и бивакансий (5), созданных пластической деформацией при 300 К, кристалла КВг, измеренного при 4,2 К.

Общая закономерность заключается в том, что во всех изученных нами кристаллах величина сдвига максимумов полос поглощения и возбуждения (Δ) от положения e_r^0 уменьшается в ряду $e_a^0 \rightarrow e_b^0 \rightarrow e_k^0 \rightarrow e_d^0$ (см. рис.1 и 3). Максимальное значение Δ в КВг, вызванное наличием анионной вакансии ($\Delta_a = e_r^0 - e_a^0$) находится в пределе $\Delta_a = 0,66$ эВ, в случае бивакансии несколько меньше $\Delta_b = 0,46$ эВ, для квартетов вакансий еще меньше $\Delta_k = 0,31$ эВ, а для дислокаций самое минимальное $\Delta_d = 0,16$ эВ (см. рис.1). Такие же результаты были получены для деформированных кристаллов КС1 (см. рис.3).

Отмеченную закономерность разумно связать с величиной заряда вакансионного дефекта. Действительно, электронный переход в e_a^0 происходит в поле точечного дефекта с эффективным зарядом +1. В b-центре заряд анионной вакансии частично скомпенсирован зарядом катионной вакансии и оптический переход осуществляется в поле диполя. В случае k-центра заряд скомпенсирован еще больше и электрическое поле, окружающее близлежащие ионы галогена, близко к таковому для регулярной решетки. С дальнейшим увеличением размера вакансионного дефекта, т.е. с образованием дислокаций сдвиг полосы поглощения и возбуждения, обусловливаемой дислокацией, должен еще уменьшаться. Для поверхности, которую можно рассматривать как предельный случай вакансионного дефекта, значение сдвига оценено Саксом [1] в пределах 0,1-0,15 эВ и может накладываться со случаем d-центра, потому что сдвиг в случае дислокаций составляет 0,16 эВ.

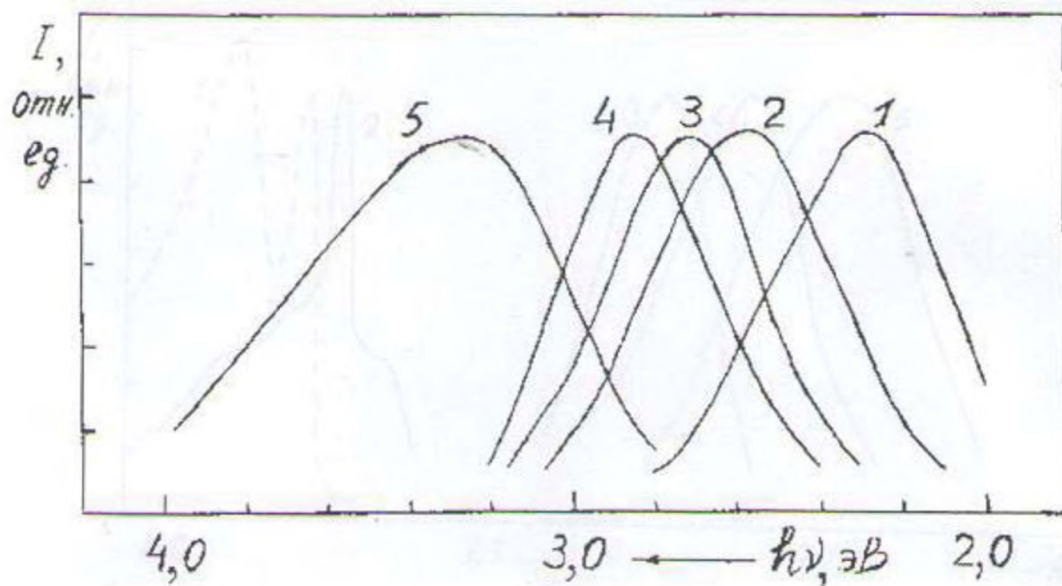


Рис.2. Спектры излучения автолокализованных экситонов в области π -свечения (1), около анионной вакансии (2), бивакансий (3), квартетов вакансий (4) и дислокации (5) кристалла КВг при 4,2 К.

Анализ спектров излучения α -, b-, k- и d-центров в кристаллах КВг и КС1 может дать объяснение тому, как происходит в этих кристаллах излучательный распад электронных возбуждений. Спектры излучения α -, b-, k- и d-центров расположены в спектральной области π -свечения автолокализованного экситона, имеющую структуры $(X_2^- + e^-)^*$ -центров. Нами не было зарегистрировано какого-либо свечения аналогичного σ -свечению экситона, искаженного вакансионными дефектами. Наблюдается существенный сдвиг спектров излучения α -, b-, k- и d- центров в КВг и КС1 в высокоэнергетическую сторону в ряду $\alpha \rightarrow b \rightarrow k \rightarrow d$ с соответствующим уменьшением S_R (см. рис.2 и 4). Это выглядит вполне естественным, поскольку с ростом размера вакансионного дефекта $\alpha \rightarrow b \rightarrow k \rightarrow d$ уменьшается число кристаллических колебаний, с которыми в ходе релаксации может взаимодействовать около вакансионное электронное возбуждение.

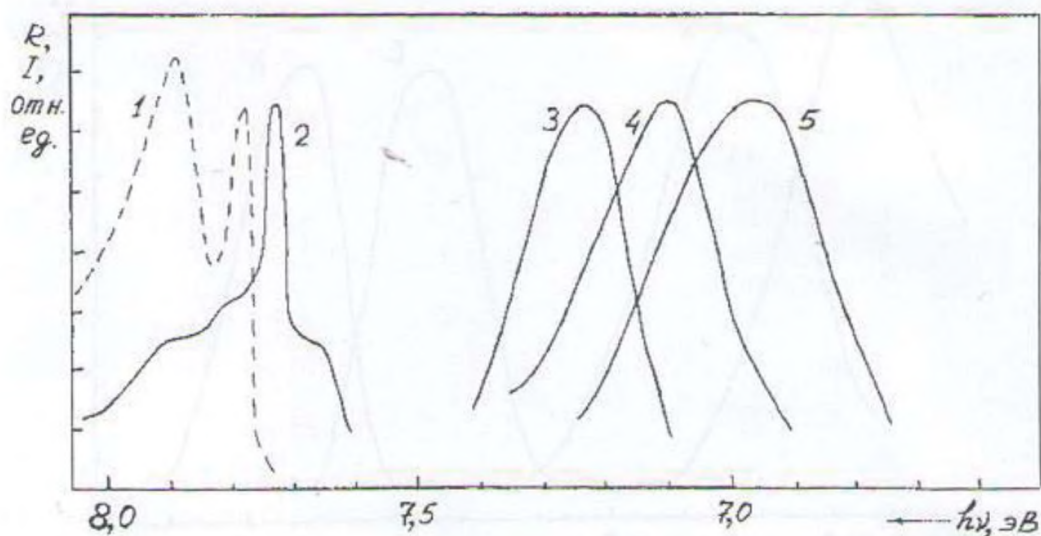


Рис.3. Спектры отражения (1) и возбуждения π -свечения (2), α -свечения (5) и свечения экситонов около квартетов вакансий (3) и бивакансий (4), созданных пластической деформацией при 300 К, кристалла КС1, измеренного при 4,2 К

Величины относительных стоксовых потерь для кристалла КВг составляют в ряду для $e_{\alpha}^i S_R(\alpha) = 0,59$ эВ; для $e_b^i S_R(b) = 0,57$ эВ; для $e_k^i S_R(k) = 0,55$ эВ; для $e_d^i S_R(d) = 0,52$ эВ.

Таким образом, если известны величины сдвига максимумов спектра возбуждения (Δ) от значения e_r° и величина относительных стоксовых потерь S_R , то сопоставляя эти данные с данными вакансионных дефектов в КВг и КС1, обнаруженных нами, можно идентифицировать структуры искомого дефекта или центра в КВг и КС1.

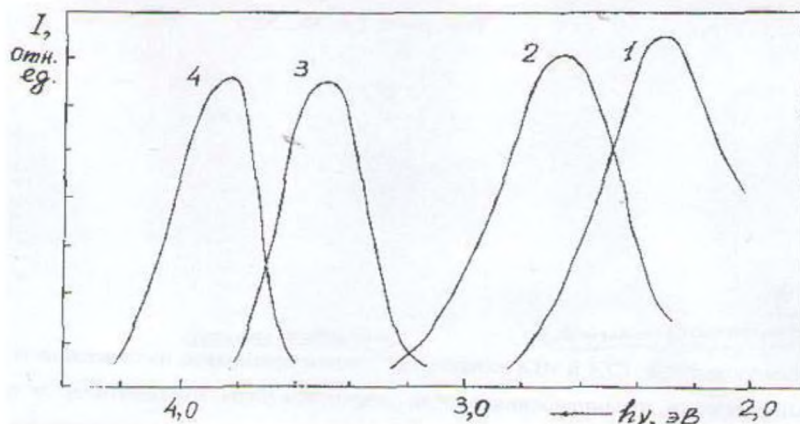


Рис.4. Спектры излучения автолокализованных экситонов в области π -свечения(1), около анионной вакансии (2), бивакансии (3) и квартетов вакансии (4) кристалла КС1 при 4,2 К.

В качестве примера могут служить околопримесные электронные возбуждения $e^{\circ}(\text{Na})$ в кристалле КВг ($\Delta_{\text{Na}}=0,12$ эВ и $S_R \approx 0,58$) эВ. Малое значение Δ находится в соответствии с тем, что эффективный заряд Na^+ скомпенсирован решеткой КВг, а большое значение S_R свидетельствует о том, что задействованы все колебания кристаллической решетки, характерные для релаксации e_{α}^i [2].

В заключении можем констатировать, что в КВг и КС1 при оптическом создании экситонов, локализованных около одиночной анионной вакансии, бивакансий, квартета вакансий и дислокаций основным возмущающим фактором решетки является заряд, а размер вакансионного дефекта прямо влияет на процесс излучательного распада экситонов.

Список литературы

1. Сакс Т. Электронные состояния на поверхности (110) галоидов цезия /Т. Сакс // Известия АН ЭССР. Физика, математика, 1980.-т.29.-№1.-с.55-65
2. М.М. Тайиров, К.С. Кадыров Закономерности излучательного распада электронных возбуждений в деформированных кристаллах КВг и КС1. Вестник КРСУ. 2006. Том 6. № 5. С.39-43
3. Тяпунина Н.А., Целебровский А.Н. // Кристал- лография. – 1973. – Т. 18. – № 3. – С. 649–650.

УДК 543.4:539.12.04:535.343.2

ИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ФОТОТЕРМИЧЕСКОГО ОТЖИГА РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ

Ташкулов К. Д., Аранов Т.Б., Абдикаарова Г., Ошский Государственный Университет. Ош, Кыргызстан, (723500, Ош, Ул.Ленина 33, e-mail:ktashkulov@mail.ru