

## ВЗРЫВНАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ АЗИДА СЕРЕБРА

*Б.П.Адуев, Э.Д.Алукер, Ю.А.Захаров, А.Г.Кречетов, И.В.Чубукин*

*Кемеровский государственный университет<sup>1)</sup>*

*650043 Кемерово, Россия*

Поступила в редакцию 16 июня 1997 г.

Проведены спектрально-кинетические исследования люминесценции, сопровождающей взрывное разложение азидов серебра. Обнаружено новое явление – предвзрывная люминесценция. Сопоставление спектра предвзрывной люминесценции с зонной структурой согласуется с моделью, предполагающей, что энергетика взрыва обеспечивается экзотермической реакцией  $2N_3^0 \rightarrow N_6$ .

РАС: 78.60.-b

На протяжении многих лет  $AgN_3$  является одним из основных модельных объектов в исследованиях инициирующих взрывчатых веществ. Однако механизм взрыва этого объекта оставался до последнего времени невыясненным. В [1] было обнаружено новое явление – предвзрывная проводимость  $AgN_3$ , анализ которой позволил сделать однозначный вывод о цепном механизме взрыва. В этой же работе отмечалось наличие интенсивного свечения, начинающегося еще до механического разрушения образца. Задачей настоящей работы являлось исследование спектрально-кинетических характеристик этого свечения, что, как нам представлялось, должно пролить свет на природу цепного процесса.

Объектами исследования служили монокристаллы  $AgN_3$  ( $3 \times 3 \times 0.05$  мм), выращенные из раствора. Взрыв инициировался импульсом электронного ускорителя (3нс, 400кэВ,  $100-1000$  А/см<sup>2</sup>). Свечение образца, помещенного в вакуумную камеру, разлагалось в спектр спектрографом ИСП-51. Изображение спектра фокусировалось на временную щель электронно-оптического преобразователя (ЭОП) фотоэлектрического регистратора ФЭР-7 (временное разрешение 2нс, спектральный диапазон 400–1000нм). Считывающее устройство на базе суперкремникона преобразовывало выходной сигнал ФЭР-7 в цифровую форму и вводило его в компьютер, вносящий поправки на спектральную чувствительность и зонную характеристику измерительного тракта.

Результаты обработки типичной диаграммы ЭОП (сечения по длинам волн и по времени) представлены на рис.1. Здесь отчетливо разделяются два типа свечений (рис.1a): широкополосное свечение образца до разрушения – предвзрывная люминесценция ( $t_1 \approx 0.5$  мкс, рис.1b) и линейчатый спектр плазмы, образующейся в результате взрыва ( $t_2 \approx 2.5$  мкс, рис.1c). Следует отметить, что промежуток времени между предвзрывной люминесценцией и появлением линейчатого спектра плазмы флуктуирует от образца к образцу. Идентификация линий в спектре плазмы приведена на рис.1c.

Основной интерес с точки зрения задачи настоящей работы представляет широкополосное твердотельное свечение (рис.1b). Спектр этого свечения не удается описать формулой Планка, то есть оно не является тепловым и может быть уверенно идентифицировано как предвзрывная люминесценция. Спад

<sup>1)</sup> e-mail: rk@rk.uucp.stanet.ru

регистрируемой интенсивности предвзрывной люминесценции перед появлением свечения плазмы (рис.1с) связан, по-видимому, с реабсорбцией зонными электронами и дырками. Действительно, по данным [1] концентрация зонных носителей заряда в кристалле в процессе твердофазной цепной реакции достигает  $> 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , что соответствует значениям коэффициентов поглощения порядка  $10^3 - 10^2 \text{ см}^{-1}$  [2], приводящих к значительному поглощению люминесцентного сигнала.

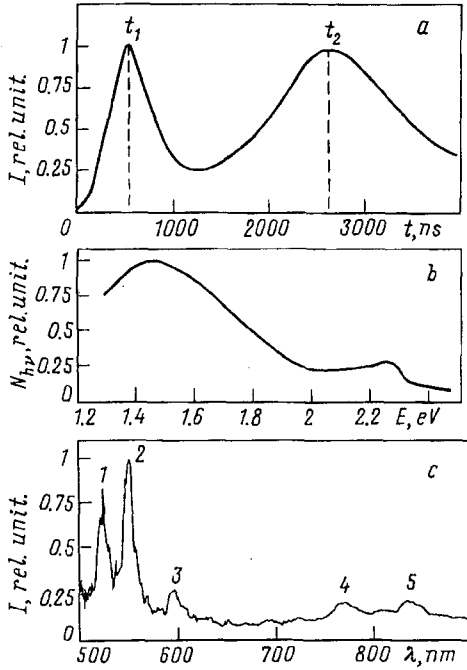


Рис.1

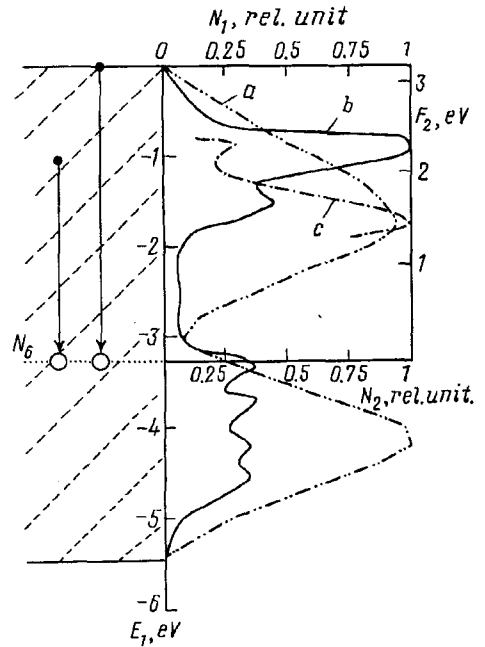


Рис.2

При экстремально высоких концентрациях зонных носителей заряда ( $> 10^{20} \text{ см}^{-3}$ ) насыщаются все виды люминесценции, связанные с биографическими дефектами [2]. Поэтому наблюдаемая люминесценция может быть обусловлена только фундаментальными излучательными переходами, или переходами с участием дефектов, генерируемых непосредственно в процессе цепной реакции. Сопоставление спектра предвзрывной люминесценции с зонной структурой  $\text{AgN}_3$  [3] позволяет исключить ее связь с межзонными и валентно-остовными (кросс-люминесценция) переходами. Выход внутрizonной люминесценции крайне мал [4]. Поэтому наиболее вероятно, что предвзрывная люминесценция связана с дефектами, образующимися в процессе цепной реакции.

В [5] предложена следующая модель элементарного акта цепной реакции в  $\text{AgN}_3$ . При локализации двух дырок (радикалов  $\text{N}_3^0$ ) на дефекте в результате экзотермических реакций  $2\text{N}_3^0 \rightarrow \text{N}_6$  (4-6 эВ), или  $2\text{N}_3^0 \rightarrow 3\text{N}_2$  (8-10 эВ) происходит реконструкция дефекта, приводящая к появлению квазилокального

состояния (дырочного центра), уровень которого расположен в валентной зоне (2–3эВ от потолка зоны в случае  $2N_3^0 \rightarrow N_6$  и 4–5эВ – в случае  $2N_3^0 \rightarrow 3N_2$ ).

Размножение дырок, являющееся необходимым условием развития цепной реакции, согласно этой модели происходит в результате ударной ионизации дырками, делокализующимися из этого центра.

Сопоставление спектра предвзрывной люминесценции с плотностью состояний в валентной зоне  $AgN_3$  (рис.2) неплохо согласуется с предложенной в [5] моделью для случая  $2N_3^0 \rightarrow N_6$ .

- 
1. Б.П.Адуев, Э.Д.Алукер, Г.М.Белокуров, А.Г.Кречетов, Письма в ЖЭТФ **62**, 203 (1995).
  2. Э.Д.Алукер, В.В.Гаврилов, Р.Г.Дейч, С.А.Чернов, *Быстропротекающие радиационно-стимулированные процессы в щелочногалогидных кристаллах*, Рига: Зинатне, 1987.
  3. A.V.Gordienko, Ju.N.Zhygavlev, and A.S.Poplavnoi, Phys. Stat. Sol. (b), **198**, 707 (1996).
  4. Э.Д.Алукер, В.В.Гаврилов, Р.Г.Дейч, С.А.Чернов, Письма в ЖЭТФ **47**, 116 (1988).
  5. Б.П.Адуев, Э.Д.Алукер, Г.М.Белокуров, А.Г.Кречетов, Изв. ВУЗов, Физика **11**, 162 (1996).