

07;10

## Особенности кинетики реакции взрывного разложения азида серебра при импульсном иницировании

© Б.П. Адуев, Г.М. Белокуров, С.С. Гречин, Е.В. Тупицин

Кемеровский государственный университет

E-mail: lira@kemsu.ru

Кемеровский филиал Института химии твердого тела и механохимии

СО РАН

E-mail: filial@kemnet.ru

Поступило в Редакцию 2 апреля 2004 г.

Исследованы спектрально-кинетические характеристики свечения азида серебра при иницировании взрывного разложения электронным пучком (0.25 MeV, 20 ns,  $0.2 \div 2$  kA/cm<sup>2</sup>). Обнаружен компонент свечения, возникающий во время воздействия импульса иницирования, спектр которого соответствует спектру предвзрывной люминесценции на последующей стадии развития реакции. Показано, что реакция взрывного разложения запускается непосредственно во время иницирующего импульса и ее кинетика имеет немонотонный характер.

В наших предыдущих работах показано, что при иницировании азидов тяжелых металлов (АТМ) импульсным электронным пучком наносекундной длительности или пикосекундным лазерным импульсом реакция взрывного разложения на начальной стадии развивается по цепному механизму [1–3]. При этом развитие реакции сопровождается свечением, имеющим сплошной спектр, который не описывается формулой Планка и идентифицирован как „предвзрывная люминесценция“ [1–3]. На более поздних стадиях наблюдается линейчатый спектр свечения, связанный с продуктами взрывного разложения [2,3].

Кинетика предвзрывной люминесценции отражает кинетику реакции взрывного разложения и может служить ее индикатором. В [2] предложена модель этой люминесценции и модель звена цепной реакции. В [4] предложена уточненная дивакансионная модель этой реакции.

Эксперименты, описанные в [1–3], проводились при плотностях тока пучка электронов  $\sim 200$  A/cm<sup>2</sup>. В этом случае интенсивность

свечения, сопровождающего реакцию, возрастает во временном диапазоне  $\sim 0.5 \mu\text{s}$  и практически отсутствует в момент импульса возбуждения при 300 К [3]. Однако дальнейшие эксперименты показали, что с ростом плотности пучка электронов картина меняется, а именно обнаружено свечение, возникающее непосредственно во время иницирующего импульса, после которого следуют изученные ранее предвзрывная люминесценция и линейчатый спектр продуктов взрыва.

Целью настоящей работы является выяснение природы первого компонента свечения.

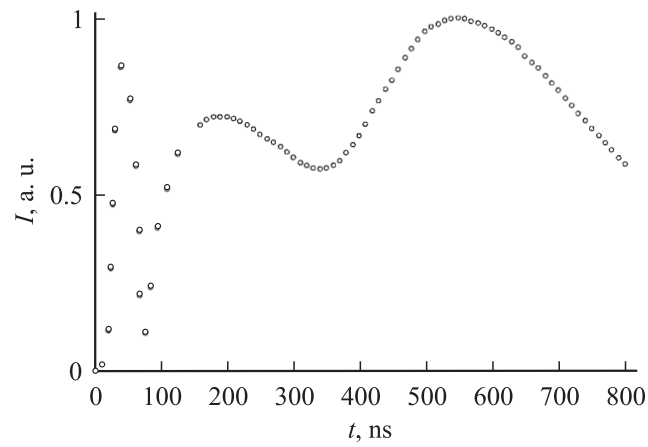
В качестве объектов исследования использовались монокристаллы азида серебра размерами  $3 \times 3 \times 1 \text{ mm}$ . Иницирование осуществлялось электронным пучком длительностью 20 ns, энергией электронов 0.25 MeV, плотность тока пучка варьировалась в интервале 200–2000 A/cm<sup>2</sup>.

Образец, закрепленный на массивной металлической подложке, помещался в вакуумную камеру ускорителя электронов при давлении остаточных газов  $10^{-3}$  Pa. Эксперименты проводились при 300 К.

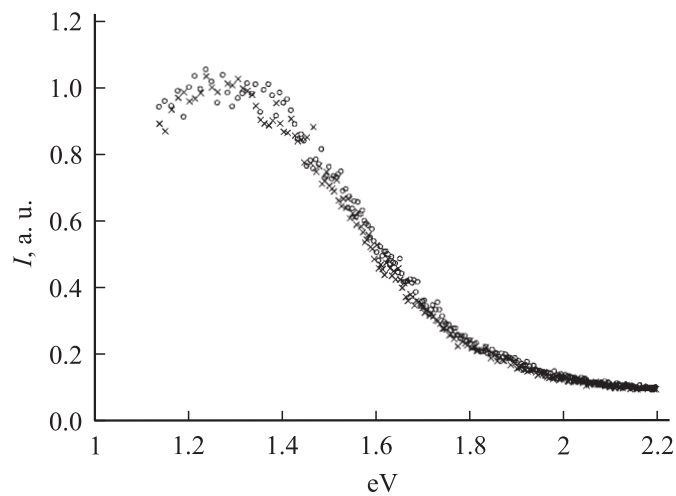
Регистрация свечения проводилась с помощью методики измерения, подробно описанной в [3], базовыми элементами которой являются спектрограф и стрик-камера. Данная методика позволяет проводить регистрацию спектра свечения с временным разрешением, определяемым длительностью импульса иницирования, в спектральном интервале 550–1000 nm при взрыве одиночного образца.

При плотностях иницирования  $> 1000 \text{ A/cm}^2$  в спектре свечения отчетливо наблюдаются два компонента сплошного спектра свечения, за которыми следует линейчатый спектр. При этом интенсивность свечения первого компонента возрастает с ростом плотности пучка электронов. Кинетика взрывного свечения на длине волны  $\lambda = 770 \text{ nm}$ , совпадающей с положением одной из спектральных линий продуктов взрыва, представлена на рис. 1. Фронт нарастания первого компонента совпадает с длительностью импульса возбуждения. Амплитуда, длительность и величина спада в общем случае определяются плотностью возбуждения и индивидуальными особенностями образца.

Компоненты сплошного спектра свечения с учетом спектральной чувствительности измерительного тракта, нормированные на максимальное значение интенсивности свечения, представлены на рис. 2. Оба компонента имеют одинаковые спектры свечения и совпадают со



**Рис. 1.** Кинетика взрывного свечения азида серебра (плотность тока пучка электронов  $2000 \text{ A/cm}^2$ ,  $T = 300 \text{ K}$ ,  $\lambda = 770 \text{ nm}$ ).



**Рис. 2.** Спектры предвзрывной люминесценции азида серебра ( $\circ$  —  $t = 20 \text{ ns}$ ,  $\times$  —  $t = 190 \text{ ns}$  на рис. 1).

спектром предвзрывной люминесценции, полученным ранее в [2] при существенно меньших плотностях возбуждения.

Последний факт позволяет сделать вывод, что оба компонента свечения имеют одинаковую природу, связанную с реакцией взрывного разложения азида серебра.

Обнаруженные спектрально-кинетические характеристики взрывного свечения в совокупности с результатами [1–4] позволяют сделать следующие выводы. Реакция взрывного разложения запускается непосредственно во время воздействия инициирующего импульса (первый пик люминесценции рис. 1). Последующий спад связан с конкурирующими процессами заполнения ловушек, центров рекомбинации и размножением активных частиц (дырок). Кинетика развития реакции на следующей стадии (второй пик люминесценции рис. 2) описывается в рамках модели, предложенной в [4].

Отметим также, что представленные результаты не укладываются в концепцию теплового механизма и служат дополнительным аргументом в пользу цепного механизма развития реакции взрывного разложения в азидах тяжелых металлов.

Авторы благодарны Э.Д. Алукеру за полезные обсуждения результатов работы.

## Список литературы

- [1] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Кречетов А.Г. // Письма в ЖТФ. 1996. Т. 22. В. 6. С. 24–27.
- [2] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Белокуров Г.М. и др. // ЖЭТФ. 1999. Т. 116. № 5 (11). С. 1676–1693.
- [3] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Белокуров Г.М. и др. Предвзрывные явления в азидах тяжелых металлов. М.: ЦЭИ „Химмаш“, 2002. 116 с.
- [4] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Кречетов А.Г. // Физика горения и взрыва. 2004. № 2. С. 94–99.