

05;07

Влияние плотности энергии инициирующего импульса на кинетику предвзрывных процессов в азиде серебра

© Э.Д. Алукер, А.Г. Кречетов, А.Ю. Митрофанов, А.С. Пашпекин

Кемеровский государственный университет
E-mail: lira@kemsu.ru

Поступило в Редакцию 29 марта 2004 г.

Экспериментально исследовано влияние энергии инициирующего импульса на кинетику нарастания предвзрывной проводимости (σ) и предвзрывной люминесценции (I). Обнаружено, что скорость нарастания σ и I на начальных стадиях растет с увеличением энергии инициирования, а значения на плато не зависят от этой энергии.

В [1,2] были обнаружены предвзрывные явления (проводимость, люминесценция), наблюдаемые на начальных стадиях взрывного разложения азидов тяжелых металлов в промежутке времени между инициирующим импульсом и началом разрушения образца, т.е. в течение индукционного периода. Было показано, что кинетика этих явлений отражает кинетику начальных стадий цепной реакции взрывного разложения [3].

В [4] была предложена модель инициирования, связывающая зарождение реакции с перезарядкой центров, обеспечивающей увеличение сечения захвата дырок на эти центры, приводящее к увеличению скорости реакции.

Эта модель предсказывает интересный кинетический эффект [4]. С увеличением плотности энергии инициирующего импульса на начальных стадиях процесса скорость нарастания предвзрывных проводимости и люминесценции должна увеличиваться. Однако далее значения проводимости и люминесценции должны выходить на плато, причем значения на плато не зависят от энергии инициирования.

Экспериментальное обнаружение этого нетривиального эффекта могло бы послужить серьезным доводом в пользу модели [4]. Задачей

работы и явилась экспериментальная проверка этого предсказания модели [4].

Объектами исследования служили нитевидные кристаллы азида серебра с характерными размерами $100 \times 100 \times 1000 \mu\text{m}$.

Иницирование осуществлялось импульсом пикосекундного YAG: Nd³⁺ лазера ($\lambda = 1064 \text{ nm}$, $t \approx 30 \text{ ps}$, $H = 15\text{--}300 \text{ mJ/cm}^2$).

Измерения сигналов тока проводимости и люминесценции производились методом прямого осциллографирования. Измеряемый сигнал подавался через согласованный тройник на входы двух скоростных осциллографов С7-19, причем сигнал на одном из них ослаблялся 10-кратным аттенуатором. В результате на последнем осциллографе регистрировалась полная картина процесса, включая стадию выхода измеряемого сигнала на плато. На другом осциллографе измерялись кинетические характеристики начальных стадий. Такая процедура позволила увеличить динамический диапазон измерений до 2 порядков. Видеоизображения с экранов обоих осциллографов с помощью телевизионного считывающего устройства и специальной платы обработки видеосигнала передавались в компьютер, который фиксировал информацию в виде графического растрового файла. Последующая компьютерная обработка этих файлов обеспечивала объединение данных начальных и последующих стадий в одну кинетическую кривую изучаемого процесса.

Приемниками светового сигнала являлись временные ФЭУ типа ЭЛУФ, для измерения сигналов тока проводимости использованы оригинальные измерительные ячейки. Временное разрешение составило: для измерительного тракта люминесцентного канала $\sim 1 \text{ ns}$, для измерительного тракта канала проводимости $\sim 0.3 \text{ ns}$.

Временная привязка измеряемых сигналов осуществлялась по реперным импульсам, возникающим при воздействии иницирующего импульса на соответствующие приемники. Как показали многократные измерения, точность временной привязки сигналов измерительных трактов не хуже $\pm 2 \text{ ns}$, подробности методики изложены в работе [3].

Исследования проводились на образцах одного синтеза при 10 измерениях для каждой плотности энергии иницирующего импульса.

Характерные результаты представлены на рис. 1, 2. Видно, что в случае как проводимости (рис. 1), так и люминесценции (рис. 2) наблюдается качественно аналогичная картина.

На начальных стадиях увеличение энергии иницирующего импульса приводит к росту скорости нарастания как проводимости (рис. 1), так

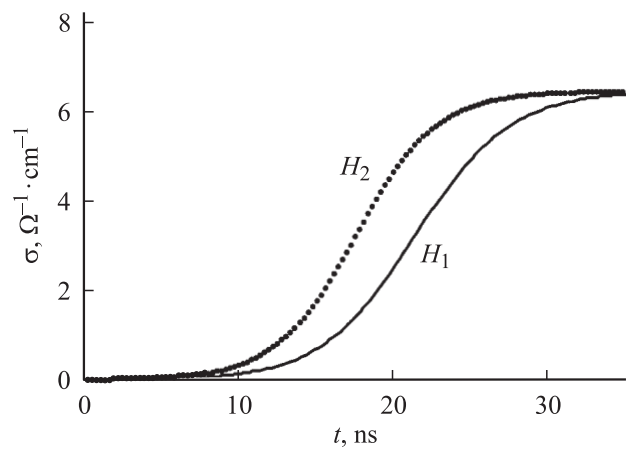


Рис. 1. Кинетика предвзрывной проводимости при различных плотностях энергии инициирующего импульса: $H_1 \approx 100 \text{ mJ/cm}^2$; $H_2 \approx 250 \text{ mJ/cm}^2$. Обратите внимание: рост H приводит к увеличению скорости процесса на начальных стадиях. Значение же σ на плато не зависит от H .

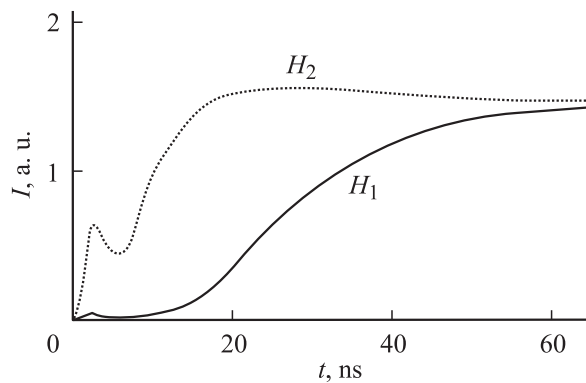


Рис. 2. Кинетика предвзрывной люминесценции при различных плотностях энергии инициирующего импульса: $H_1 \approx 15 \text{ mJ/cm}^2$; $H_2 \approx 100 \text{ mJ/cm}^2$.

и люминесценции (рис. 2). При больших временах наблюдается плато, не зависящее от энергии инициирующего импульса (рис. 2).

Этот результат совпадает с предсказываемым моделью [4] кинетическим эффектом и может, как нам представляется, рассматриваться в качестве серьезного аргумента в пользу этой модели.

Авторы благодарны Б.П. Адуеву за плодотворные дискуссии.

Работа выполнена при поддержке гранта МНТЦ № 2180.

Список литературы

- [1] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Белокуров Г.М. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1995. Т. 62. № 3. С. 203–204.
- [2] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Кречетов А.Г. // Письма в ЖТФ. 1996. Т. 22. В. 6. С. 24–27.
- [3] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Белокуров Г.М. и др. // ЖЭТФ. 1999. Т. 116. № 5 (11). С. 1676–1693.
- [4] Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Кречетов А.Г. // Физика горения и взрыва. 2004. № 2. С. 94–99.