

УДК 535.548

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ ПРИ РАДИОЛИЗЕ НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ

В.А. Дагаев, студент гр. СПбп-151, I курс
Научный руководитель: Т.В. Лавряшина, к.ф.-м.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Процессы радиационного образования электронных и дырочных центров окраски в щелочно-галогидных кристаллах (ЩГК), кинетика их накопления и разрушения подробно изучены как на монокристаллах, так и на образцах нитевидной формы. Кристаллы нитевидной формы, выращенные по методу Амелинкса, отличаются пониженным содержанием исходных точечных и линейных дефектов. При облучении модельных ЩГК ионизирующей радиацией создаются термодинамически неравновесные условия, варьируя которые можно изучать и радиационную устойчивость материалов, и прогнозировать их поведение при внешнем воздействии. Наиболее полно в ЩГК изучены электронные F-центры (электрон, находящийся в окрестности анионной вакансии удерживается электростатическими силами) и их агрегаты F₂-центры.

В литературе описаны кинетические кривые радиационного накопления F- и F₂-центров окраски, особенность которых – наличие экспоненциальных и линейных участков накопления. Однако при облучении протонами монокристаллов фтористого натрия были получены кинетические кривые накопления электронных центров иной формы. В накоплении электронных центров и их коагулятов F₂-центров проявлялась ярко выраженная периодичность. Аналогичные зависимости были получены нами рентгенизации при температурах выше комнатной тонких нитевидных кристаллов (НК) NaCl (рис. 1).

Облучение протонами ЩГК создает условия для образования повышенной концентрации анионных вакансий и, следовательно, для накопления и коагуляции центров электронного типа. Накопление F-центров связано с судьбой атома Cl⁰ или молекулы Cl₂, ушедших из узла кристаллической решетки. Местом стока этих образований служат дислокации, блоки субструктуры, дорадиационные вакансии и др.

Совершенство НК по сравнению с макрокристаллом очевидно. Однако тонкие (порядка 10 мкм) кристаллы имеют дефект – большую внешнюю поверхность. Поверхность тонкого НК может служить местом стока междоузельных атомов. С другой стороны, в приповерхностном слое Лифшица – Гегузина велика концентрация вакансий. Эти условия способствуют как выживанию F-центров, так и их коагуляции с образованием F₂-центров. Такая система, теряющая возможность создавать равновесные концентрации дефек-

тов в анионной и катионной субрешетках, является открытой с точки зрения временной упорядоченности.

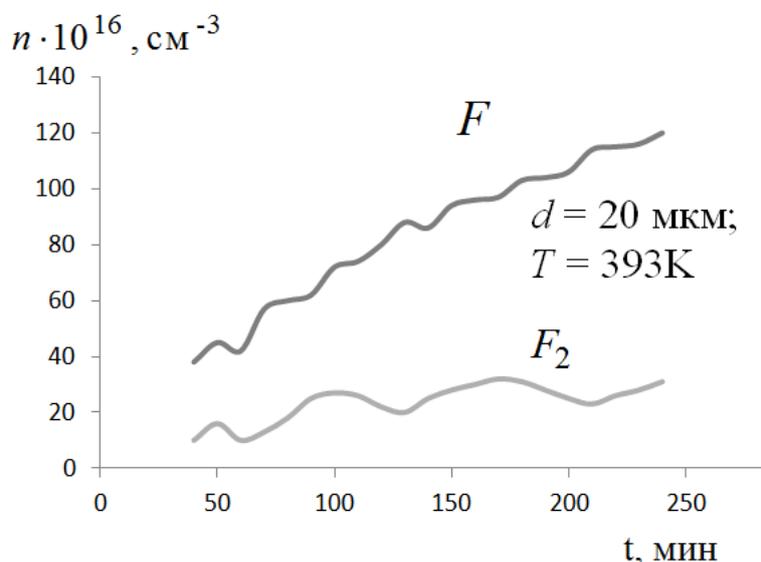


Рис.1. Кинетика радиационного накопления электронных центров окраски в НК NaCl

На кинетических кривых накопления электронных центров в тонких НК при воздействии двух факторов радиации и температуры отсутствует монотонный характер увеличения концентраций F- и F₂-центров. Периодичность конкурирующих процессов и их амплитуда зависят от толщины кристалла. С увеличением времени облучения в тепловом поле система стремится к некоторому равновесию, приводящему к затуханию осцилляционных процессов.

Термодинамические свойства неравновесной системы «кристалл – излучение» обсуждаются с точки зрения модели Лотки – Вольтерры. Модель отбора на основе конкурентных отношений работает при рассмотрении конкурирующих взаимодействий любой природы. С термодинамической точки зрения эта модель описывает промежуточный процесс между устойчивым стационарным состоянием с минимальным производством энтропии и периодическим процессом с предельным циклом.

При изменении условий внешнего воздействия (вариация температуры облучения, обесцвечивание светом F-полосы, повторная рентгенизация) кинетические кривые накопления электронных центров имели вид, подтверждающий колебательный характер конкурирующих процессов образования и разрушения F- и F₂-центров.

Таким образом, в рамках рассматриваемой модели Лотки – Вольтерры аномальный ход кинетических кривых накопления F- и F₂-центров в тонких НК NaCl обусловлен конкуренцией процессов создания и разрушения электронных дефектов в неравновесной термодинамической системе.