

УДК 541.15

DOI: 10.17223/00213411/62/5/22

*В.Х. ПАК<sup>1</sup>, С.А. ГЫНГАЗОВ<sup>2</sup>, М.Б. МИКЛИН<sup>1</sup>, В.А. АНАНЬЕВ<sup>1</sup>, Е.Н. ЛЫСЕНКО<sup>2</sup>, А.И. КУПЧИШИН<sup>2,3</sup>***ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЫРОК В НИТРАТЕ ТАЛЛИЯ (I)\***

В настоящей работе методом ЭПР проведена идентификация парамагнитных центров, образующихся в  $\text{TlNO}_3$  при  $\gamma$ -облучении при 77 и 300 К. Определены их спектроскопические характеристики, которые соответствуют радикалам  $\text{NO}_3$  и  $\text{NO}_2$ . Парамагнитный центр  $\text{NO}_3$  отнесен к радикалу  $\text{NO}_3$  (В), термически устойчивому при 77 К. Радикалы  $\text{NO}_3$  (В) существуют в двух формах – I и II, которые отличаются пространственной ориентацией. Изучены накопление парамагнитных центров  $\text{NO}_3$  и  $\text{NO}_2$ , термическая стабильность  $\text{NO}_3$ , а также спектры оптического отражения поликристаллических образцов  $\text{TlNO}_3$ . Определены конечные продукты радиолиза нитрата таллия, которыми являются ионы нитрита и пероксонитрита.

**Ключевые слова:** парамагнитные центры, локализация, оптические спектры, спектры ЭПР, идентификация, сверхтонкое взаимодействие.

**Введение**

Кристаллические неорганические нитраты являются удобными модельными объектами для изучения процессов разложения ионно-молекулярных кристаллов (ИМК) под действием ионизирующего излучения. Особенно это актуально для изучения процессов, происходящих в отходах ядерных реакторов атомных электростанций, отправляемых на переработку или захоронение. В процессе переработки активные элементы ядерных реакторов подвергаются растворению в азотной кислоте. В итоге, высокоактивные и низкоактивные ядерные отходы хранятся в виде нитратных солей или их водных растворов. Основные металлы, образующиеся в ходе указанных ядерных процессов, – цезий и стронций. Исследованию процессов, происходящих в нитратах этих металлов при облучении, посвящено несколько работ [1–3], но все равно остаются неразрешенные вопросы, важные для экологии и промышленности. Изучение процессов, происходящих при локализации зонных зарядов или распаде экситонов в этих облучаемых соединениях, поможет обеспечить безопасность жизнедеятельности.

К настоящему времени доказано, что первичным продуктом радиационного разложения кристаллических нитратов щелочных металлов, наряду с нитритом, является пероксонитрит. Нитрит образуется в ходе распада триплетного экситона [4]. Механизм образования пероксонитрита до конца не выяснен. Для ионных продуктов, образующихся в ходе облучения нитрата одновалентного таллия, такой информации нет, а по парамагнитным продуктам имеется только одна работа [5]. Ион таллия в отличие от ионов цезия и стронция обладает большой константой спин-орбитального взаимодействия [6]. Поэтому в качестве объекта исследования в настоящей работе был выбран нитрат таллия как один из представителей ИМК с возможностью изменить соотношение процессов с участием состояний разной мультиплетности. С учетом имеющихся литературных данных полученные результаты позволяют рассмотреть глубже процессы радиационного воздействия в кристаллических нитратах. Анализ спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) облученных кристаллических нитратов позволяет определить спектроскопические параметры парамагнитных продуктов, в частности частиц, образующихся в результате локализации дырок на катионах или анионах матрицы или примесных анионах. К настоящему времени проведена идентификация большинства парамагнитных продуктов, наблюдаемых в облученных нитратах. В то же время остался нерешенным ряд основополагающих вопросов, которые касаются последовательности образования парамагнитных продуктов. Важно, что в большинстве кристаллических нитратов наблюдается дисбаланс парамагнитных центров (ПЦ), образующихся как результат локализации дырок и электронов [7]. Ответы на эти вопросы позволят определить, какие из парамагнитных продуктов являются первичными, а какие вторичными продуктами радиолиза кристаллических нитратов. Это, в свою очередь, даст возможность дискриминировать механизм радиолиза указанных соеди-

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Программы повышения конкурентоспособности Томского политехнического университета (ВИУ-ПНИЛ ЭДИП-76/2019).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>