

ВЛИЯНИЕ МЕЛКИХ ЛОВУШЕК НА КИНЕТИКУ ОПТИЧЕСКИ СТИМУЛИРОВАННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ АНИОНОДЕФИЦИТНОГО КОРУНДА

© 2025 г. Александр Игоревич Бояринцев^{1*}

¹ – *Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, 620108 Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 18*
* - *boyarincev.alex@gmail.com*

В настоящее время люминесцентно-активные материалы, такие как анионодефицитный корунд ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_{3-\delta}$), широко применяются в дозиметрии ионизирующих излучений. В некоторых образцах при импульсной стимуляции наблюдается эффект разгорания оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ), существенно ухудшающий воспроизводимость результатов считывания дозиметрической информации при незначительном изменении температуры окружающей среды. В [1] была высказана гипотеза о связи эффекта разгорания с перезахватом носителей, освобождаемых при оптической стимуляции с основной ловушки, на мелкие, опустошающиеся при комнатных температурах и ниже. Однако природа таких ловушек не была точно установлена. Целью данного исследования являлось изучение влияния на кинетику ОСЛ анионодефицитного корунда мелких ловушек и установление их возможной природы.

Объектами исследования были специально подобранные образцы монокристаллов $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_{3-\delta}$ с отличающейся кинетикой разгорания. ОСЛ-кривые у них измерялись с помощью автоматизированной системы индивидуального дозиметрического контроля «КОРОС-333» [2]. Для исследования низкотемпературной термолюминесценции (ТЛ) была разработана экспериментальная установка, позволяющая охлаждать образцы до 230 К. Для выявления мелких ловушек и установления их роли в эффекте разгорания исследовалась ТЛ на специально сконструированном ТЛ-считывателе, в составе которого имелся элемент Пельтье и который позволял измерять кривые ТЛ в диапазоне 230-300 К [3].

На рис. 1а представлены кривые ОСЛ для трёх образцов с различной степенью разгорания. Кривые ОСЛ были разложены на два экспоненциальных компонента: быстрый (τ_1) и медленный (τ_2). Быстрый компонент разгорания у всех трех кривых мало отличим и составляет ~36 мс. Медленный компонент изменяется в пределах от 200 до 500 мс. У указанных образцов дополнительно были измерены кривые ТЛ (рис. 1б). Сопоставляя данные рис. 1а и рис. 1б, можно заключить, что наиболее медленному разгоранию ОСЛ соответствует наибольший ТЛ-выход в низкотемпературном пике вблизи 270 К, который вызван опустошением, наиболее вероятно, одного типа мелких ловушек. Согласно [4] природа таких ловушек связана с Н-центром, комплексным дефектом, состоящим из Н-иона вблизи F-центра (анионная вакансия с двумя электронами).

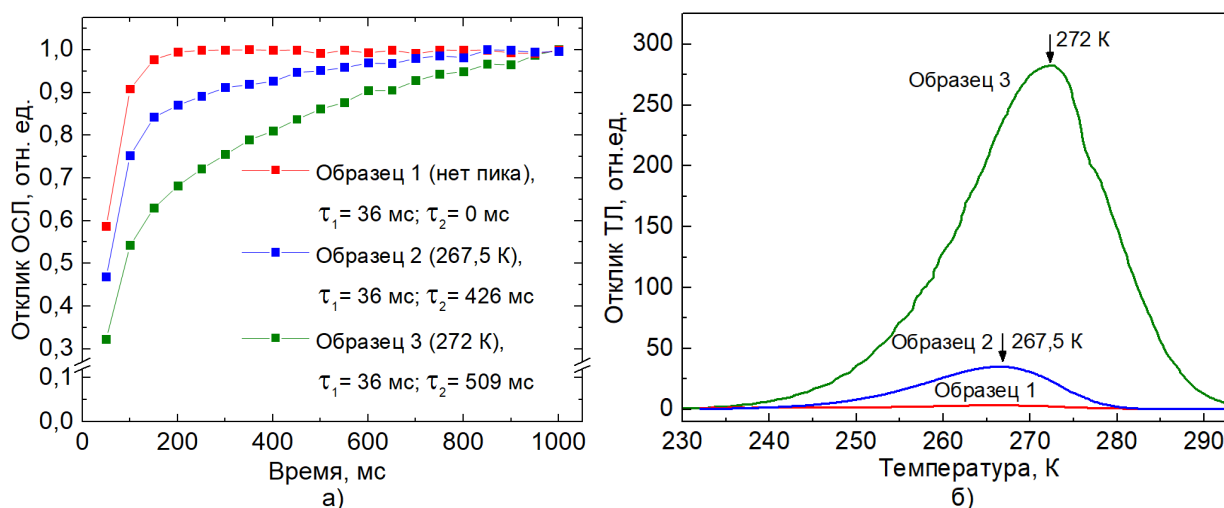


Рис. 1. Кривые ОСЛ (а) и низкотемпературной ТЛ со скоростью нагрева $\beta = 0,5$ К/с (б) трёх образцов $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_{3-\delta}$ с отличающейся кинетикой разгорания

В работе также было исследовано влияние температуры облучения в диапазоне 230-300 К на интенсивность основного дозиметрического ТЛ-пика при 450 К и было показано, что увеличение концентрации вышеуказанного типа мелких ловушек может снижать ТЛ-отклик до 15 %. Поэтому и в ТЛ-дозиметрии, использующей детекторы из $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_{3-\delta}$, при низких температурах облучения, возможно ухудшение метрологических характеристик. Для их улучшения необходимо проводить специальную отбраковку детекторов на наличие мелких ловушек, например, используя, как более экспрессный, ОСЛ-метод.

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России для ИФМ УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akselrod M.S., Lucas A. C., Polf J. C., McKeever S. W. S. Optically stimulated luminescence of Al_2O_3 // *Radiation Measurements*. 1998. V. 29. P. 391–399.
2. Сурдо А.И., Абашев Р.М., Красноперов В.С., Мильман И.И., Моисейкин Е.В., Бояринцев А.И. Автоматизированная система индивидуального дозиметрического контроля КОРОС-333 // *Дефектоскопия*. 2023. № 6. С. 73–74.
3. Boyarintsev A.I., Milman I.I., Abashev R.M., Surdo A.I. Thermoluminescence of anion-defective $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ crystals at low temperatures // *AIP Conference Proceedings*. 2020. V. 2313. Art. no. 030011.
4. Summers G.P. Thermoluminescence in single crystal $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ // *Radiation protection dosimetry*. 1984. V. 8. No. 1-2. P. 69–80.