

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА НА ПОВЕДЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ТГС С ПРИМЕСЬЮ РОДАМИНА

© 2016 г. Н.В. РАТИНА, А.И. БУРХАНОВ, С.В. МЕДНИКОВ

Волгоградский государственный технический университет

В настоящей работе представлены результаты исследования воздействия оптического излучения на процессы переполаризации модельного сегнетоэлектрика триглицинсульфата (ТГС) с примесью родамина. Примесный монокристалл ТГС был выращен методом понижения температуры из водного раствора, содержащего стехиометрические количества глицина и серной кислоты, с добавлением в раствор 2% (массовых) органического красителя Родамин 6Ж. В качестве электродов использовался проводящий лак на серебряной основе, который наносился на большие грани образца 6×5,5 мм. Толщина образца составляла 1,5 мм. Измерения проведены на модифицированной установке Сойера-Тауэра на частотах от 1 Гц. В качестве источника света в измерительной ячейке использовался светодиод марки 5034W2C-DSA-A, который позволял получить световой поток на образце с максимальной интенсивностью 0,15 мВт/см² в видимой области спектра. Луч направлялся перпендикулярно направлению прикладываемого внешнего поля.

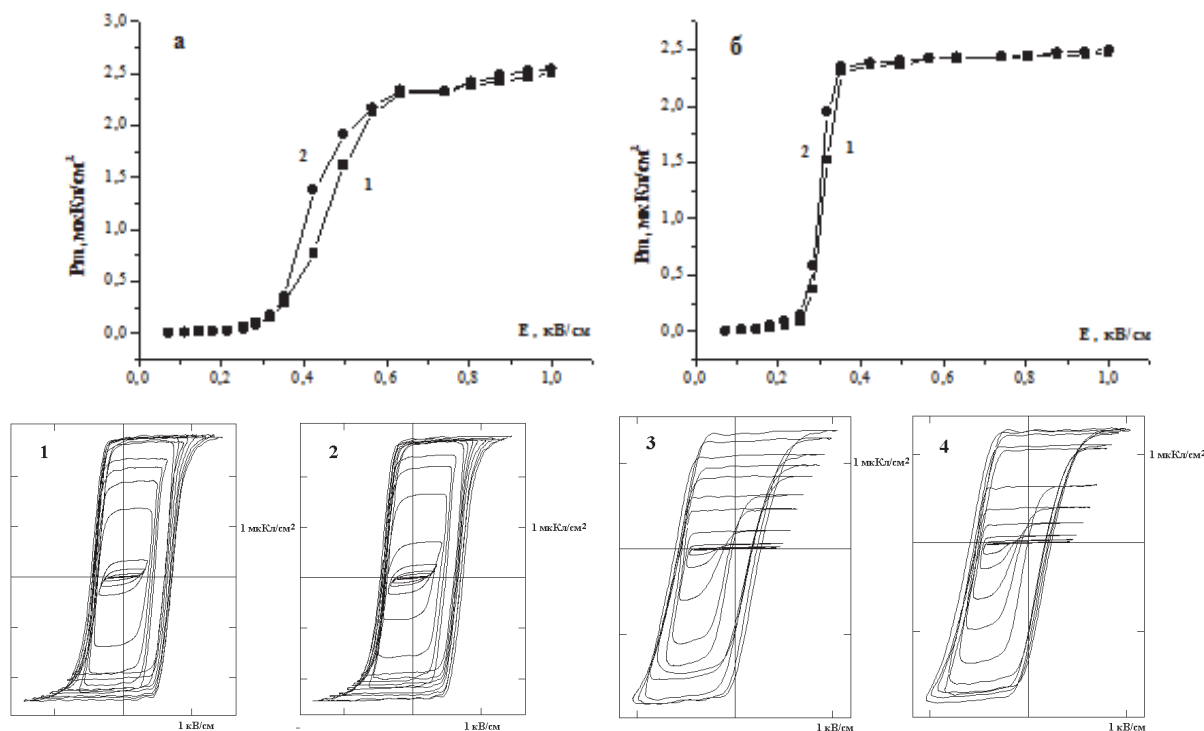


Рис. 1. Зависимость максимальной поляризации кристалла ТГС с родамином от амплитуды переполаризующего поля частотой 1 Гц, (1 – без освещения, 2 – при освещении), а – при $T = 20^\circ \text{C}$, б – при $T = 45^\circ \text{C}$. Соответствующие петли поляризации: 1 - 20°C без освещения, 2 - 20°C с освещением, 3 - 45°C без освещения, 4 - 45°C с освещением.

Рис. 1 иллюстрирует поведение нелинейности диэлектрического отклика кристалла ТГС с родамином при следующих условиях: рис. 1, а при температуре 20° С и рис. 1, б при температуре 45° С. Температура фазового перехода в данном материале +49,8° С [1]. Кривые 1 и 2 представляют собой полевые зависимости поляризации без воздействия излучения (кривая 1) и при воздействии излучения (кривая 2). Ниже показаны петли поляризации при данных температурах. Из петель видно, что в образце есть существенная униполярность, вызванная, по-видимому, примесью родамина. Т.е в кристалле существует внутреннее поле. Сравнение петель поляризации при температурах ниже температуры T_c фазового перехода (20° С и 45° С) не выявляет существенных качественных различий, вызванных освещением. Однако, если посмотреть на характер полевой зависимости поляризации, полученной при обработке семейства петель во всем диапазоне амплитуд измерительного поля, можно выделить следующее. Воздействие излучения на поляризацию наблюдается в области коэрцитивного поля, причем при более низкой температуре оно более заметно.

Чтобы оценить количественно это воздействие, мы проанализировали поведение дифференциальной диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\text{диф}}$, пропорциональной величине производной dP_m/dE . Амплитудная зависимость $\epsilon_{\text{диф}}$ представлена на рис. 2.

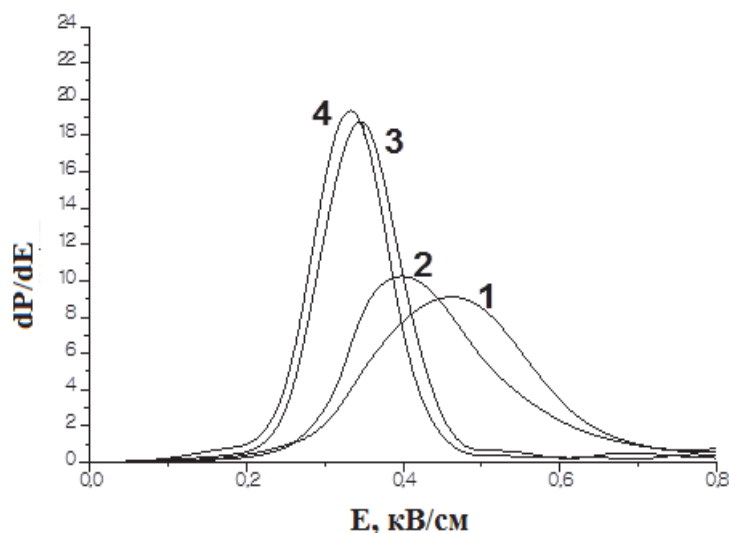


Рис. 2. Зависимость дифференциальной диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\text{диф}} \sim dP_m/dE$ (в произвольных единицах) кристалла ТГС с родамином от амплитуды переполяризующего поля частотой 1 Гц. При температуре 20° С 1 - без освещения, 2 - с освещением, при 45° С 3 - без освещения, 4 - с освещением.

Само коэрцитивное поле при повышении температуры уменьшается, что характерно для сегнетоэлектриков, однако в случае освещения при температурах ниже T_c оно уменьшается на большую величину, чем без освещения. Таким образом, заметно влияние излучения на сегнетоэлектрическую поляризацию данного материала, которое уменьшается при приближении температуры к величине T_c . Для температуры 20°С разница коэрцитивных полей (определяемых по полуширине петли) в освещенном и неосвещенном образце составляет 0,085 кВ/см, для температуры 45°С – 0,025 кВ/см. Заметим, что аналогичный эксперимент с беспримесным кристаллом ТГС не выявил существенной разницы значений коэрцитивных полей при освещении и в отсутствие освещения.

Хорошо известно (например, [2 - 4]), что при освещении различных кристаллов, обладающих фотосегнетоэлектрическими свойствами, в них возникают фотоиндуцированные заряды, которые могут экранировать внутренние поля, тем самым «облегчая» процессы переключения. Вероятно, в нашем случае при допировании сегнетоэлектрика ТГС родамином возникает фоточувствительность материала, проявляющаяся в уменьшении E_c .

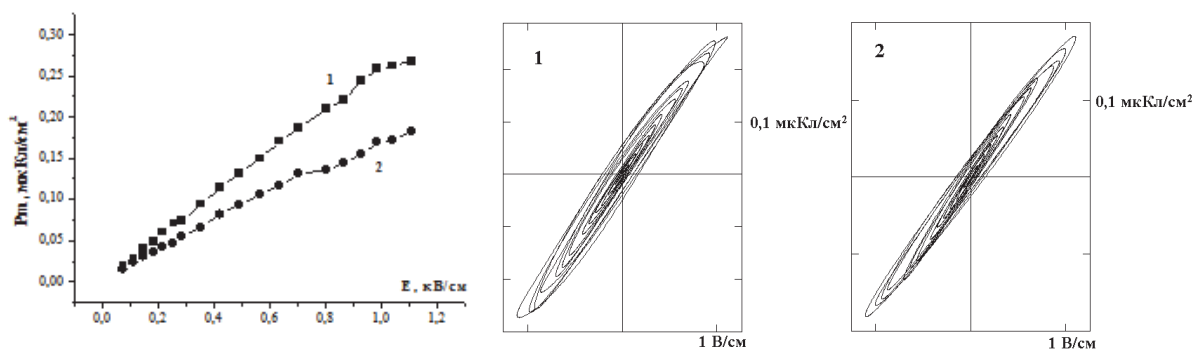


Рис. 3. Зависимость максимальной поляризации кристалла ТГС с родамином от амплитуды переполаризующего поля частотой 1 Гц, (1 – без освещения, 2 – при освещении), $T = 52^{\circ}\text{C}$. 1,2 – соответствующие петли поляризации: 1- без освещения, 2 – с освещением.

При повышении температуры образца до величины 52°C (выше температуры фазового перехода T_c) мы наблюдаем следующее. Амплитудная зависимость максимального значения поляризации (в том же диапазоне амплитуд переполаризующего поля) становится почти линейной, что характерно для параэлектрической фазы (рис. 3), где рост P связан с процессами индуцирования поляризации. В тоже время из вида петель поляризации следует, что при данной температуре имеет место заметный вклад проводимости при высоких значениях E (эллипсы). Вероятно, с вкладом проводимости можно связать существенное уменьшение поляризации при освещении материала, когда при значительной концентрации носителей заряда имеет место заметное экранирование внешнего поля E .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медников С.В., Дубинина А.Н., Етересков М.В., Бурханов А.И. Фотосегнетоэлектрические явления в примесном кристалле триглицинсульфата. // Известия волгоградского технического университета. - 2007, № 6, с. 67-72.
2. Фридкин В.М. Фотосегнетоэлектрики / В.М. Фридкин. - М.: Наука. - 1979. - 264 с.
3. Фесенко Е.Г. Доменная структура многоосных сегнетоэлектрических кристаллов / Фесенко Е.Г., Гавриляченко В.Г, Семенчев А.Ф. - Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета. - 1990 г. – 192 с.
4. Peter G.R. Smith and Robert W. Eason. Influence of light on the coercive field of repoled strontium barium niobate: The role of secondary repoling. // Appl. Phys. Lett. 69 (11), 9 September 1996, p. 1509 – 1511.