

**Секция № 2**  
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУЧНЫХ**  
**ИССЛЕДОВАНИЙ**  
**В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ**  
**И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ**

УДК 537.533

**С. А. Василевский / S. Vasilevski**

*Белорусский государственный педагогический  
университет имени Максима Танка  
(Минск, Беларусь)*

**ЭКЗОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ**  
**ПРИ ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ КРИСТАЛЛОВ TGS**  
**МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОСФОРОМ И КАДМИЕМ**  
**EXO-ELECTRONIC EMISSION DURING POLARIZATION**  
**REVERSAL OF TGS CRYSTALS MODIFIED WITH**  
**PHOSPHORUS AND CADMIUM**

В работе изучена экзоэлектронная эмиссия при переполяризации кристаллов TGS с частично замещенной сульфатной группой. Получены корреляции, свидетельствующие о функциональной связи плотности эмиссионного тока  $j$  и  $P_s$ .

We have studied exoelectronic emission during polarization reversal of TGS crystals with a partially substituted sulfate group. Correlations are obtained that indicate a functional relationship between the emission current density  $j$  and  $P_s$ .

**Ключевые слова:** сегнетоэлектрики, переполяризация, экзоэлектронная эмиссия.

**Keywords:** ferroelectrics, polarization reversal, exoelectronic emission.

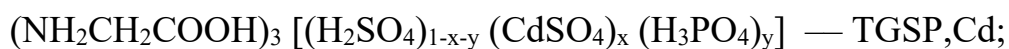
Сегнетоэлектрические кристаллы используются в приборах и устройствах для радио-, оптико- и акустоэлектроники. В качестве рабочих элементов таких приборов и устройств используются различные сегнетоэлектрики, в том числе и кристаллы группы триглицинсульфата (TGS). Однако кристаллы TGS имеют ряд недостатков, которые несколько ограничивают их применение: наряду с высокими пьезоэлектрическими характеристиками имеет место и нестабильность параметров, температурная деполяризация кристалла, ограниченный рабочий диапазон температур.

Структурная модификация кристаллов TGS приводит к появлению новых свойств, значительно повышающих их практическую ценность.

Модифицированные монокристаллы TGS были выращены в двухтермостатной установке при постоянных температурах роста ( $t_p$ ) и пересыщении раствора.

Исходное вещество получалось синтезом компонентов: аминокеусной кислоты ( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ), серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), ортофосфорной кислоты ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), сернокислой соли ( $\text{CdSO}_4$ ), взятых в соответствующих стехиометрических соотношениях.

В результате синтеза были получены системы:



где  $x = 0,1$ ;  $y = 0,1$ .

В рассматриваемых системах (в растворе) содержание соответствующих модификаторов составляло 10 мол.%.

Кристаллы выращивались при температурах 30 °С и 52 °С, что позволило получить модифицированные монокристаллы в полярной и неполярной фазах.

Изучение экзоэлектронной эмиссии при переполяризации кристаллов TGS,Cd и TGSP,Cd в синусоидальном электрическом поле частотой 50 Гц проводилось одновременно с контролем процесса переключения по петлям диэлектрического гистерезиса на установке описанной в [1], что позволило изучать явление переполяризации на свободной от электрода поверхности. Эмиссионный ток регистрировался с полярных Y-срезов образцов размерами 5x5x0,5 мм. Результаты для образцов одного и того же состава устойчиво воспроизводились.

Изучение поляризационных свойств кристаллов TGS,Cd показали, что величина спонтанной поляризации  $P_s$  для этих кристаллов при 20 °С составляет (0,77–1,45) мкКл/см<sup>2</sup> в зависимости от пирамиды роста. Кристаллы TGS, модифицированные двумя модификаторами (кристаллы TGSP,Cd) имеют значительно более высокие значения  $P_s$  (2,1 – 2,8) мкКл/см<sup>2</sup> (таблица 1).

**Таблица 1 – Средние значения спонтанной поляризации ( $P_s$ ), коэрцитивных ( $E_c$ ), насыщающих ( $E_{нас.}$ ), пороговых ( $E_n$ ) полей модифицированных кристаллов TGS при 20°C (температура роста кристаллов 30 °C)**

| Кристалл | Пирамида роста | $P_s$ , мкКл/см <sup>2</sup> | $E_c$ , В/см | $E_{нас.}$ , В/см | $E_n$ , В/см |
|----------|----------------|------------------------------|--------------|-------------------|--------------|
| TGS,Cd   | 110            | 1,45                         | 585          | 1590              | 55           |
|          | 001            | 0,77                         | 420          | 1000              | 110          |
|          | $\bar{1}10$    | 1,27                         | 475          | 1400              | 50           |
| TGSP,Cd  | 110            | 2,10                         | 1100         | 4700              | 140          |
|          | 001            | 2,30                         | 2190         | 7900              | 90           |
|          | $\bar{1}10$    | 2,80                         | 1550         | 6420              | 130          |

Характеризующие экзоэмиссию параметры:  $E_n$  – пороговое поле,  $E_{н.}$  – поле, при котором достигается насыщение,  $j_n$  – плотность эмиссионного тока насыщения, кристаллов TGS,Cd и TGSP,Cd (пирамида роста  $\bar{1}10$ ), приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Характеризующие экзоэмиссию параметры**

| Кристалл | $E_n$ , кВ/см | $E_{н.}$ , кВ/см | $j_n$ , 10 <sup>-12</sup> А/см <sup>2</sup> |
|----------|---------------|------------------|---|
| TPS,Cd   | 0,51          | 3,2              | 3,8   |
| TGSP,Cd  | 0,97          | 4,7              | 5,4   |

Установлено, что эмиссия электронов начинается с некоторого порогового поля  $E_n$ . Пороговые поля у кристаллов TGS,Cd больше, чем у TGSP,Cd. При дальнейшем увеличении поля наблюдается увеличение плотности эмиссионного тока  $j$ , который при некотором значении поля  $E_n$  достигает своего максимального значения  $j_n$ .

Сравнивая зависимости  $j(E)$  с зависимостями  $P_s(E)$ , а также значения  $P_s$ , полученные по петлям гистерезиса и  $j_n$ , приведенные в таблице 1, 2, можно отметить, что  $j_n \sim P_s$ . Полученные корреляции свидетельствуют о функциональной связи плотности эмиссионного тока и  $P_s$ .

В [1] показано, что:  $j = f(P_s)$ .

Следовательно, плотность эмиссионного тока при переполяризации кристаллов TGS,Cd и TGSP,Cd полностью определяется величиной и поведением  $P_s$ , что хорошо согласуется с экспериментальными результатами.

### **Список использованных источников.**

1. Охапкин, В. А. Эмиссионный эффект при переполаризации сегнетоэлектриков : дис. канд. физ.-мат. наук / В. А.Охапкин. – Свердловск, 1984. – 129 с.