

**ПРОЦЕССЫ ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ В  
МОДИФИЦИРОВАННОМ ТРИГЛИЦИНСУЛЬФАТЕ**

**С.М. Барайшук**

**Научный руководитель – В.И. Янчук**  
**Белорусский государственный педагогический**  
**университет им. Максима Танка**

Для стабилизации доменной структуры триглицинсульфата (TGS), что предопределяет его практическое использование как было показано в [1], необходима его структурная модификация в процессе выращивания. Наиболее перспективным в этом направлении является путь частичного структурного замещения сульфатной или глициновой групп в (TGS) изоморфными им образованиями. Это сказывается на изменении как микроскопических, так и макроскопических переполяризационных параметров кристаллов.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния частичного замещения сульфатной и глициновой групп в TGS соответственно группами  $PO_4$  и L-валином (кристаллы LVTGSP), выращенных в сегнетоэлектрической ( $t = 32^\circ C$ ) и параэлектрической ( $t = 53^\circ C$ ) фазах, на процессы импульсной переполяризации структуры этих кристаллов. Для этого нами был выбран метод, предложенный Мерцем [2].

Суть метода заключается в том, что на образец кристалла подаётся последовательность bipolarных прямоугольных импульсов электрического поля. Фронт нарастания этих импульсов во много раз меньше времени протекания процессов связанных с зарождением и последующей динамикой доменной структуры кристалла. Это позволяет в рамках модели Мерца судить о процессах зародышеобразования доменов и движения их стенок до полной монодоменизации кристалла. При снятии поля наблюдается обратный процесс – деполяризация. Таким образом, ступенчатая подача и снятие электрического поля являются импульсы тока поляризации и деполяризации, возникающие в последовательной кристаллу омической цепи. Относительная величина тока поляризации и деполяризации показывает устойчивость поляризованного состояния кристалла. По разности амплитуд импульсов определяют наличие и значение внутренних полей смещения (статическую униполярность). Изменяя полярность первого поляризующего импульса напряжения, подаваемого на кристалл, можно исследовать его динамическую униполярность.

Исследования проведены на установке, описанной в работе [3] и усовершенствованной для измерений в области слабых полей.

Проведённые исследования показали, что как пороговое поле начала переполяризации (зарождение "классического" импульса тока переключения), так и все изученные характеристики исследуемых кристаллов в значительной степени определяются температурой их выращивания. Так, пороговое поле кристаллов LVTGSP, выращенных при  $t_p = 35^\circ C$ , составляет  $E_n = 0,7$  кВ/см, а выращенных при  $t_p = 53^\circ C$   $E_n = 0,6$  кВ/см. Это сопоставимо с аналогичными значениями для "чистого" TGS и значительно меньше, чем для TGSP.

Сравнительный анализ осциллограмм импульсов тока переполяризации кристаллов TGS, TGSP и LVTGSP показал, что в отличие от TGS для TGSP эти импульсы асимметричны в широком интервале полей, что свидетельствует о статической униполярности этих кристаллов. Униполярность кристаллов LVTGSP, выращенных в сегнетофазе, проявляется лишь на начальной стадии переключения (в слабых полях). При выращивании этих кристаллов в параэлектрической фазе их униполярность проявляется незначительно и лишь при первом включении образца. При последующих полевых воздействиях на кристалл асимметрия импульсов тока не проявляется.

Характерным для кристаллов LVTGSP является то, что по мере увеличения поля, подаваемого на кристалл, происходит уменьшение полного времени переполяризации  $t_p$ , не за счёт времени  $t''$ , а за счёт уменьшения времени нарастания импульса  $t'$ , что отражается на полевых зависимостях критерия симметрии  $m = t'/t''(E)$ . Значительное уменьшение времени  $t'$  кристаллов LVTGSP по сравнению с TGS и TGSP свидетельствует о положительном влиянии L-валина на процесс зародышеобразования доменной структуры в процессе переполяризации.

Результаты проведённых исследований в сопоставлении с ранее опубликованными данными позволяют судить о некоторых механизмах влияния вышеуказанных модификаторов на процессы возникновения униполярности кристаллов и изменения их переполяризационных характеристик.

Так как, согласно исследованиям [4], ион  $[PO_4]^{3-}$  обладает сферической симметрией распределения электронной плотности, то наличие значительной статической униполярности кристаллов TGSP можно объяснить лишь его деформационным влиянием на переключательные воз-

возможности сульфат-ионов [5]. Причём, очевидно, что при выращивании кристаллов в сегнетоэлектрической фазе, когда процесс образования кристаллической структуры происходит в поле спонтанной поляризации, деформационное влияние ионов  $[\text{PO}_4]^{3-}$  на группы сульфат-ионов определяется ориентирующим действием этого поля. Иными словами, причиной возникновения статической униполярности кристаллов TGSP, а также LVTGSP при выращивании их в сегнетофазе, является деформационное воздействие на сульфат-ионы групп  $\text{PO}_4$ . Уменьшение статической униполярности LVTGSP по сравнению с TGSP, очевидно, происходит из-за конкурирующего действия L-валина. Можно предположить, что в кристаллах, выращенных в сегнетоэлектрической фазе, молекула L-валина ориентирует группу  $\text{NH}_2$  молекулы глицина-1 таким образом, что суммарный дипольный момент этих групп направлен противоположно внутреннему полюсу сульфат-ионов. Отсутствие униполярности кристаллов LVTGS, выращенных в параэлектрической фазе, связано, очевидно, с тем, что деформационное влияние ионов  $[\text{PO}_4]^{3-}$  на группы сульфат-ионов не имеет преобладающего направления, так как процесс замещения происходит в отсутствие ориентирующего поля спонтанной поляризации. В то же время температура выращивания на ориентацию молекул L-валина существенного влияния не оказывает.

Литература.

1. Цедрик М.С. Физические свойства кристаллов семейства триглицинсульфата в зависимости от условий выращивания. – Мн.: Наука и техника, 1986. - 216 с.
2. Мерц В. Образование домена и движение доменной стенки в сегнетоэлектрическом монокристалле // Физика диэлектриков - М.: Изд.АН СССР, 1960. - С. 286-289.
3. Цедрик М.С., Заборовский Г.А., Янчук В.И. Импульсная переполаризация высоколегированных кристаллов LATGS // Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики / Калининский ун-т., Калинин, 1989 С. 21-27
4. Grannier W. Etude cristallographique et structurale des composés oxyfluorés du  $\text{P}^{\text{V}}$  tétraédrique // Toulouse. 1975 -262 p.
5. Берсукер И.Б., Вехтер Б.Г. и др. Происхождение спонтанной поляризации и сегнетоэлектрического фазового перехода в ТГС // Физ. Твёрдого тела.- 1969.- Т.11, вып. 9 - С. 2452-2458.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*Р.В. Корнев*

*Научный руководитель – В.И. Демидчик  
Белорусский государственный университет*

В последнее время значительное внимание исследователей уделяется созданию различного рода искусственных композиционных материалов, обладающих гиротропными и анизотропными свойствами в микроволновом диапазоне. В общем случае, подобные материалы представляют собой диэлектрические матрицы, в которые диспергированы частицы произвольные по геометрии и внутренней структуре. Основной задачей при этом является определение макроскопических параметров искусственной среды по размерам отдельных включений и характеру расположения частиц в диэлектрике.

Особый интерес для создания сред с управляемыми свойствами представляют композиты на основе проводящих волокон различной конфигурации. В данной работе предложен метод анализа характеристик рассеяния одиночных волокон, который может быть использован для последующей реконструкции материальных параметров композиционного материала. Анализ осуществляется на численном решении интегрального уравнения Поклингтона для распределения тока в тонком проводнике методом коллокаций с применением кусочно-постоянных базисных функций [1]. По известному току находятся характеристики рассеянных частицей полей.

Рассматривались провололочные структуры, часто используемые для синтеза композиционных материалов: спиральные частицы с присоединенными проводниками, омега-частицы и маловитковые спирали (рис.1) Оценка электродинамических свойств проводилась по результатам анализа эффективного поперечника рассеяния  $\sigma$  (ЭПР).