

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ ТРИГЛИЦИНСУЛЬФАТА, ЛЕГИРОВАННЫХ α -АЛАНИНОМ (АТГС)

Г. Т. ГАЛСТЯН, А. А. ФИЛИМОНОВ

Изложены результаты исследования пьезоэлектрических свойств монокристаллов триглицинсульфата, легированных α -аланином (АТГС), в интервале температур от 20 до 70°C. Показано, что легирование α -аланином приводит к заметному расширению температурного диапазона существования сегнетоэлектрической фазы ТГС в сторону высоких температур, а также к увеличению технически важного параметра d/g .

В настоящее время имеется только одна публикация [1], посвященная исследованию пьезоэлектрических свойств монокристаллов триглицинсульфата, легированных α -аланином (АТГС). Автором рассматривались свойства в параэлектрической фазе. Нами проведено исследование пьезоэлектрических свойств АТГС в интервале температур от 20 до 70°C (как в параэлектрической, так и в сегнетоэлектрической фазах). Исследование проводилось методом резонанса — антирезонанса на брусках, возбуждаемых по обычной схеме [2].

Для установления характера влияния примеси на указанные свойства нами одновременно подвергались измерению образцы из чистого ТГС и АТГС с двумя различными степенями легирования α -аланином (0,01% и 0,03%) в решетке кристалла. Процентное содержание лиганда устанавливалось после выращивания кристалла методом бумажной хроматографии с погрешностью $\pm 10\%$. Для измерений использовались образцы в виде прямоугольных параллелепипедов, ориентированных длиной вдоль направлений [100], [001] и [101], в которых возбуждались колебания сжатие—растяжение по длине. По измеренным значениям резонансных f_p и антирезонансных f_a частот и диэлектрической проницаемости продольно-зажатого кристалла ϵ_{ii}^s с использованием известных формул [2—5] были определены величины действующих упругих постоянных кристалла S'_{kk} в данном направлении при постоянной напряженности электрического поля, коэффициент электромеханической связи K и величины действующих пьезоэлектрических модулей d'_{ik} .

Расчет проводился по следующим формулам, впервые предложенным Мезоном [2]:

$$K = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\Delta f}{f_p}}, \quad S'_{kk} = (4l^3 \rho f_p^2)^{-1}, \quad (1)$$

$$\Delta f = f_a - f_p, \quad d'_{ik} = K \sqrt{\frac{\epsilon_{ii}^s}{4\pi}} S'_{kk}, \quad i = 1, 2, 3, \quad k = 1, 2, \dots, 6,$$

где l — длина образца, ρ — плотность. Переход от d'_{ik} к основным пье-

зомодулям d_{lk} производился согласно [2, 3]. Величина относительной ошибки при расчете d_{lk} не превышала $\pm 10\%$.

Нами были исследованы температурные зависимости пьезоэлектрических модулей d_{21} , d_{22} и d_{23} в интервале температур от 20 до 70°C , т. е. с переходом через точку Кюри T_K кристалла. На рис. 1 в качестве примера представлена температурная зависимость $d_{23}(T)$. Как видно из рисунка, введение в решетку кристалла ТГС α -аланина приводит к уменьшению пикового значения пьезомодуля в точке Кюри с одновременным сдвигом точки фазового перехода в сторону высоких температур. С увеличением количества примеси, вошедшего в решетку, наблюдается большое размазывание пика при фазовом переходе.

Аналогичная картина наблюдалась нами и для зависимостей $d_{12}(T)$ и $d_{22}(T)$, а также для температурных зависимостей диэлектрической проницаемости $\bar{\epsilon}_{22}$, измеренных на тех же образцах методом колебательного контура на частоте 500 кГц с погрешностью $\pm 8\%$ (рис. 2).

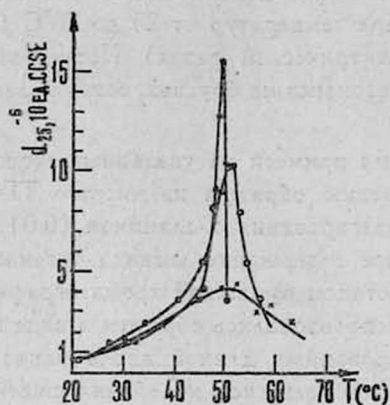


Рис. 1.

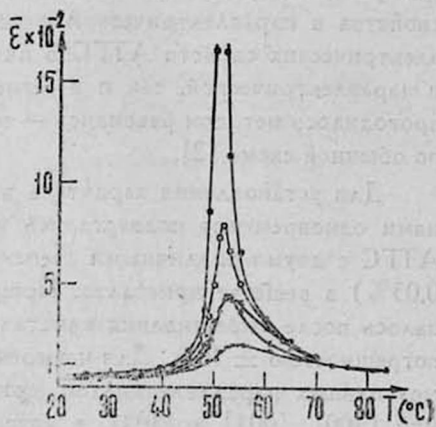


Рис. 2.

Рис. 1. Температурная зависимость пьезоэлектрического модуля d_{23} для монокристаллов АТГС; содержание примеси: $\bullet$ — 0%, $\circ$ — 0,01%, $\times$ — 0,03%.

Рис. 2. Температурная зависимость усредненной диэлектрической проницаемости ($\bar{\epsilon}_{22}$) для монокристаллов АТГС; содержание примеси: $\bullet$ — 0%, $\circ$ — 0,01%, Δ — 0,025%, $\times$ — 0,03%, $\square$ — 0,05%.

Как известно, одной из важных характеристик пьезоэлектрических материалов является величина параметра $d/\bar{\epsilon}$, характеризующего их эффективность в режиме приема. На основе экспериментальных значений d и $\bar{\epsilon}$ нами построены графики температурных зависимостей указанного параметра для всех измеренных образцов. На рис. 3 приведена указанная зависимость для $d_{23}/\bar{\epsilon}$. Как видно из рисунка, значение параметра заметно улучшается при переходе от образца из ТГС к образцу из АТГС с 0,01% содержанием лиганда. Однако дальнейшее увеличение концентрации аланина (АТГС с 0,03% содержанием аланина) не приводит к повышению величины этого параметра ниже точки Кюри, но заметно повышает ее выше этой точки.

Аналогичные результаты получены также для температурных зависимостей $d_{21}/\bar{e}$ и $d_{23}/\bar{e}$. Для наглядности в таблице приведены значения всех из-

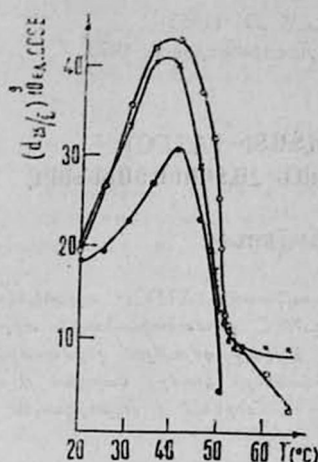


Рис. 3. Температурная зависимость параметра $d_{23}/\bar{e}$ для монокристаллов АТГС; содержание примеси: ● — 0%, ○ — 0,01%, × — 0,03%.

меренных пьезомодулей при 20 и 49°C, а также величины T_K и ее сдвига под влиянием α -аланина.

Таблица

Параметр \ Кристалл	$d_{21} \times 10^{-8}$ CGSE		$d_{22} \times 10^{-8}$ CGSE		$d_{23} \times 10^{-8}$ CGSE		T_K (°C) по d	T_K (°C) по $\bar{e}$	ΔT_K по d	ΔT_K по $\bar{e}$
	20°C	49°C	20°C	49°C	20°C	49°C				
ТГС	74	590	77	1575	75	1500	49,6	50,4	—	—
АТГС—0,01%	65	530	70	925	69	895	50,67	51,1	1,07	0,7
АТГС—0,03%	61	353	64	547	64	417	51,2	52,1	1,6	~1,7

Анализ данных таблицы, а также кривых, представленных на рис. 1—3, позволяет сделать заключение, что в результате легирования кристаллов ТГС органическим лигандом — α -аланином — происходит значительное искажение процесса фазового перехода вблизи точки Кюри и расширение температурного диапазона проявления его ацентрических свойств в сторону высоких температур, что может оказаться полезным в прикладном отношении.

Авторы выражают благодарность М. Ф. Колдобской за предоставление образцов для исследований и И. С. Резу за предложенную тему и обсуждение результатов.

НИИ Полюс

Поступила 24.VII.1977

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Haussühl. Материалы 4-й Международной конференции по сегнетоэлектричеству, Л., 1977.

2. У. Мезон. Пьезоэлектрические кристаллы и их применение в ультразвуке, ИЛ, 1952.
3. У. Кеди. Пьезоэлектричество и его практическое применение, ИЛ, М., 1949.
4. H. E. Mäser, H. Bittel. Arch. Elektr. Übertrag., 9, 231 (1955).
5. Т. А. Зарембовская. Кандидатская диссертация, Днепропетровск, 1973.

**α -ԱԼԱՆԻՆՈՎ ՏՐԻԳԼԻՑԻՆՍՈՒԼՖԱՏԻ (ATGS)
ՄՈՆՈՔՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ՊՅԵԶՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Գ. Տ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ, Ա. Ա. ՖԻԼԻՄՈՆՈՎ

Բերված են α -ալանին պարունակող տրիգլիցինսուլֆատի (ATGS) պլեզոէլեկտրական հատկությունների հետազոտության արդյունքները $20 \div 70^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանային տիրույթում: Ցույց է տրված, որ տեղի ունի սեզնետաէլեկտրական ֆազայի գոյություն ջերմաստիճանային տիրույթի զգալի ընդլայնում (դեպի բարձր ջերմաստիճանների կողմը) կախված α -ալանինի ավելացումից: Ցույց է տրված նաև, որ այս էֆեկտը հանգեցնում է տեխնիկական կարևոր պարամետրի (d/ε) մեծացման:

**THE PIEZOELECTRIC PROPERTIES OF TRIGLYCINE SULPHATE
SINGLE CRYSTALS DOPED WITH α -ALANINE (ATGS)**

G. T. GALSTYAN, A. A. FILIMONOV

The results of the investigation of piezoelectric properties of triglycine sulphate (ATGS) single crystals doped with α -alanine in the temperature range from 20°C to 70°C are reported. It is shown that the doping with α -alanine leads to considerable expansion of the temperature range of ferroelectric phase existence to higher temperatures, as well as to the increase of the important technical characteristic d/ε .