УДК 621.315.422

СДВИГ ТОЧКИ КЮРИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКА В ПЕРЕМЕННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Э. М. Эпштейн

Рассмотрим сегнетоэлектрик с фазовым переходом второго рода в переменном электрическом поле. Частота поля ω предполагается малой по сравнению с характерной частотой, определяющей динамику решетки кристалла, — частотой мягкой моды в сегнетоэлектриках типа смещения и обратным временем релаксации параметра порядка (поляризации) в сегнетоэлектриках типа порядок — беспорядок. В этом случае можно пренебречь дисперсией поляризации P, и последняя будет описываться уравнением

$$2\alpha(T-T_c)P+4\beta P^3=E_0\cos\omega t, \qquad (1)$$

где E_0 — амплитуда переменного поля, T_c — точка Кюри в отсутствие поля, α и β — феноменологические параметры теории фазовых переходов второго рода (α, $\beta>0$) [1]. В то же время будем считать $\omega t_0\gg 1$, где t_0 — время измерения, так что фактически измеряются величины, усредненные по периоду электрического поля. Представляя поляризацию в виде

$$P=\langle P\rangle+\tilde{P} \qquad (2)$$

(угловые скобки означают усреднение по периоду поля), подставляя (2) в (1) и производя усреднение, получаем

$$\alpha\left(T-T_c+\frac{6\beta}{\alpha}\langle\tilde{P}^2\rangle\right)\langle P\rangle+2\beta\langle P\rangle^3=0. \qquad (3)$$

Наличие спонтанной поляризации определяется существованием ненулевого вещественного решения у этого уравнения. Из (3) следует, что присутствие переменного поля приводит к понижению точки Кюри на величину $(6\beta/\alpha)\langle\tilde{P}^2\rangle$ в отличие от постоянного поля, которое приводит к исчезновению точки Кюри (размытию фазового перехода). Для оценки величины сдвига точки Кюри будем искать $\tilde{P}$ в виде

$$\tilde{P}=P_1\cos\omega t \qquad (4)$$

($P_1=\mathrm{const}$), пренебрегая высшими фурье-гармониками. Тогда (1) принимает вид системы уравнений

$$\alpha(T-T_c)\langle P\rangle+2\beta\langle P\rangle^3+3\beta\langle P\rangle P_1^2=0; \qquad (5)$$

$$2\alpha(T-T_c)P_1+12\beta\langle P\rangle^2P_1+3\beta P_1^3=E_0. \qquad (6)$$

Определяя новую точку Кюри T_c^* условием обращения в нуль средней поляризации $\langle P\rangle$, из (5) и (6) находим

$$T_c^*=T_c-\frac{1}{\alpha}(3\beta E_0^2)^{1/3}. \qquad (7)$$

Можно показать, что вблизи новой точки Кюри T_c^* существуют такие же особенности, как и вблизи T_c в отсутствие переменного поля, хотя численные коэффициенты могут оказаться иными. Так, дифференцируя (5) и (6) по T, получаем для пироэлектрического коэффициента вблизи T_c^*

$$\gamma=-\frac{d\langle P\rangle}{dT}=\left[\frac{3\alpha}{88\beta(T_c^*-T)}\right]^{1/2};$$

напомним, что в отсутствие переменного поля $\gamma=[\alpha/8\beta(T_c-T)]^{1/2}$.

Сделаем численные оценки. Для триглицинсульфата имеем [2] $\alpha=1{,}96\cdot10^{-3}$ К$^{-1}$, $\beta=1{,}02\cdot10^{-3}$ *Дж*$^{-1}\cdot$*см*^{3}. Сдвигу точки Кюри на 1 К соответствует амплитуда переменного поля $E_0=1{,}5\cdot10^3$ *В/см*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. Ч. 1. — М.: Физматгиз, 1976.
2. Тараскин С. А., Струков Б. А., Мелешина В. А. — ФТТ, 1970, 12, с. 1386.

Поступила в редакцию
17 марта 1980 г.