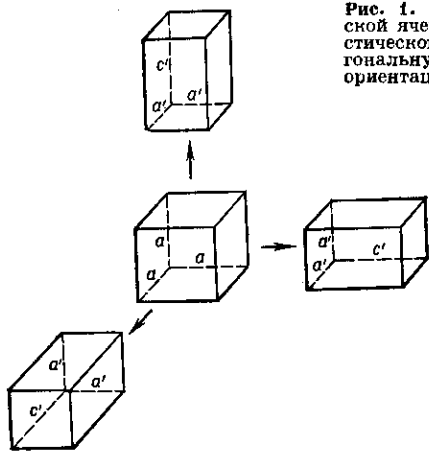


Рис. 1. Искажение кубической ячейки при сегнетоэластическом переходе в тетрагональную сингонию (три ориентационных состояния).



В отличие от линейно упругих материалов или от веществ со слабой упругой нелинейностью, зависимость макроскопич. деформации ϵ от приложенного механич. напряжения линейна лишь значительно выше

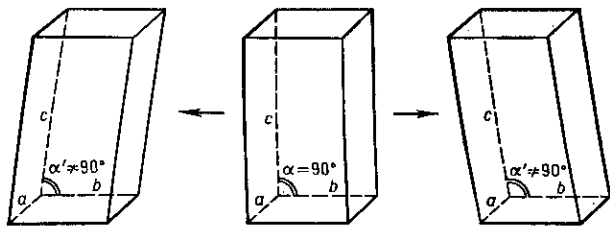
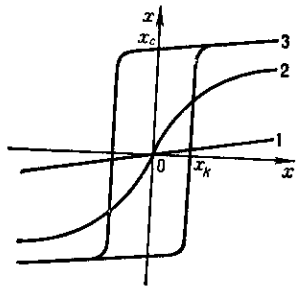


Рис. 2. Искажение ромбической ячейки при переходе в моноклинную сингонию (два ориентационных состояния).

темпы перехода T_K и приобретает существенно нелинейный характер в параэластич. фазе вблизи T_K , переходя в петлю гистерезиса (см. Гистерезис упругий) в сегнетоэластич. фазе (рис. 3). По петле гистерезиса можно определить величину спонтанной деформации

Рис. 3. Зависимость деформации x от напряжения X при $T > T_K$ (1); вблизи T_K (2) и при $T < T_K$ (3).



x (для С. характерны большие величины $x \sim 10^{-3} - 10^{-1}$) и т.н. коэрцитивного напряжения X_K , при котором происходит переключение доменов. Значения X_K варьируются в пределах от $10^3 - 10^6$ Па для «эластомягких» С. до 10^8 Па для «эластожёстких». С. являются упругими аналогами сегнетоэлектриков и ферромагнетиков (см. Ферроики).

Анализ сегнетоэластич. фазовых переходов и аномалий упругих свойств С. базируется на феноменологич. теории фазовых переходов Ландау. Исходным пунктом его является построение термодинамич. потенциала Φ , зависящего от параметра порядка η , являющегося внутренней микроскопич. переменной, характеризующей изменение пространственной симметрии кристалла (точечной и трансляционной) при фазовом переходе.

Параметр порядка $\eta = 0$ при $T > T_K$ и $\eta \neq 0$ при $T < T_K$. Вблизи T_K параметр η мал и термодинамич. потенциал может быть разложен по степеням η :

$$\Phi = \Phi_0 + r\eta^2 + v\eta^4 + U\eta^6 + \dots$$

Здесь Φ_0 — не зависящий от η потенциал в исходной фазе, r — параметр, зависящий от темпы T . Равновесное значение параметра порядка определяется из условия $\partial\Phi/\partial\eta = 0$ и $\partial^2\Phi/\partial\eta^2 > 0$. Потенциал Φ содержит также члены, характеризующие связь η и x (в общем случае η и x — многокомпонентные величины). Характер связи зависит от изменения симметрии — не только точечной, но и трансляционной. Если параметр порядка η и спонтанная деформация x преобразуются операциями симметрии одинаково, то С. наз. собственными. При собств. сегнетоэластич. переходе изменяется только точечная симметрия кристалла, но не меняется трансляционная. При несобств. сегнетоэластич. переходе меняется также и трансляц. симметрия, а объём элементарной ячейки увеличивается (умножается). При этом помимо ориентационных возникают также трансляционные (антифазные) домены.

Термодинамич. анализ потенциала Φ позволяет описать аномалии разл. свойств в окрестности темпы T_K — скачок теплоёмкости C_p , температурные зависимости деформации x (коэф. теплового расширения α), поляризации P (если сегнетоэластич. фаза обладает сегнетоэлектрич. свойствами), упругих жёсткостей s или податливостей s , диэлектрич. проницаемостей ϵ и т.д. При этом вид аномалий для собственных и несобственных С. различен (рис. 4). При фазовом переходе

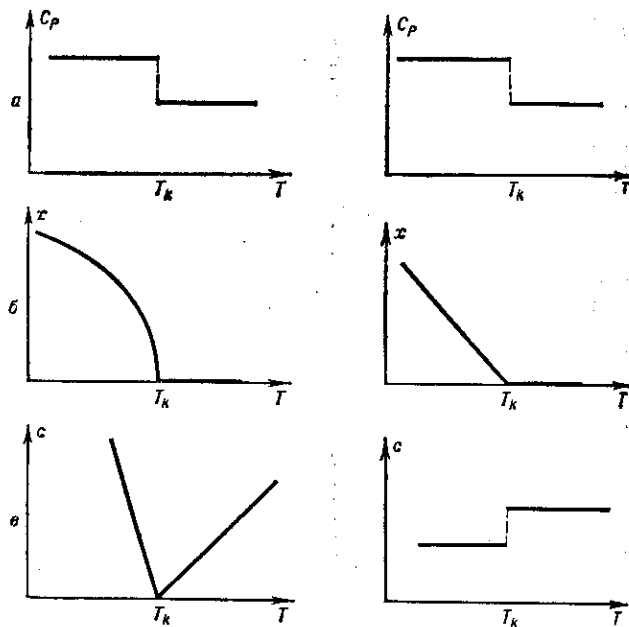


Рис. 4. Температурные зависимости теплоёмкости C_p , спонтанной деформации x и упругой жёсткости s при собственном (а, б, в) и несобственном (г, д, е) сегнетоэластических переходах.

2-го рода в собств. С. при $T < T_K$ сдвиговая спонтанная деформация изменяется с T по закону $x \sim \eta \sim (T_K - T)^{1/2}$, а в несобственном — как $x \sim \eta^2 \sim (T_K - T)$. Соответствующая компонента жёсткости в собств. С. ведёт себя как $(T - T_K)$ выше и ниже T_K , т.е. при $T \rightarrow T_K$ в обеих фазах наблюдается уменьшение жёсткости s и падение скорости звука. В несобств. С. этого не происходит и при T_K наблюдается скачок (или) изменение температурного коэф. жёсткости.