

ИЗМЕНЕНИЕ ТИПА ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В (CH₃)₂NH₂Al(SO₄)₂·6H₂O ПОД ВЛИЯНИЕМ γ-ОБЛУЧЕНИЯ

А.У.Шелег, Т.И.Декола, Н.П.Теханович

Институт физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси, ул. П.Бровки, 17,
220072, Минск Беларусь, e-mail:plyushch@ifftp.bas-net.by

Адиабатическим методом в интервале температур 80-300 К проведены измерения теплоемкости кристаллов диметил-аммонийалюминийсульфата (ДМААС), необлученного и γ-облученного дозами 10⁷, 5×10⁷ и 10⁸ Р в области сегнетоэлектрического фазового перехода (ФП). На кривой $C_p=f(T)$ в области ФП $T_C=152$ К обнаружена λ-образная аномалия. Показано, что с ростом дозы γ-облучения температура ФП и величина аномалии уменьшаются. Установлено, что сегнетоэлектрический ФП при $T_C=152$ К, близкий к трикритической точке под влиянием γ-облучения все больше сдвигается в сторону ФП второго рода, а поведение аномальной части теплоемкости в сегнетофазе описывается термодинамической теорией Ландау.

I. Введение

Кристаллы (ДМААС), являющиеся представителями нового семейства сегнетоэлектриков-сегнетоэластиков синтезированы сравнительно недавно и в последнее время широко исследуются различными методами. Известно [1], что кристаллы ДМААС при $T_C=152$ К претерпевают ФП из параэлектрической сегнетоэластической фазы $2/m$ в сегнетоэлектрическую фазу m . Ниже $T_C=152$ К кристаллы обладают сегнетоэлектрическими свойствами и являются сегнетоэластиками во всем диапазоне температур. Кроме того, как показано в [2,3], в районе $T \approx 75$ К наблюдается второй низкотемпературный ФП, природа которого пока неизвестна, а симметрия низкотемпературной фазы не установлена.

В настоящей работе представлены результаты исследования теплоемкости кристалла ДМААС в интервале температур 80-300 К, а также влияние γ-облучения на теплоемкость в области сегнетоэлектрического ФП при $T_C=152$ К.

II. Основная часть

Измерения теплоемкости проводили на установке УНТО с автоматическим регулированием температуры в вакуумном адиабатическом калориметре при дискретной подаче тепла на образец ($m=7.67$ г). Скорость нагрева образца была 0.04-0.09 К/мин. Температура образца контролировалась платиновым термометром сопротивления, что позволило определять температуру с точностью ± 0.01 К, в том числе и точку ФП. Измерения теплоемкости были выполнены через 0.8-1.8 К с точностью не хуже 0.3 %. Облучение образца проводили при комнатной температуре на γ-установке от источника Co⁶⁰ с мощностью дозы в зоне облучения ≈ 300 Р/с. Доза облучения накапливалась путем последовательных экспозиций в одном и том же образце и составила 10⁷, 5×10⁷ и 10⁸ Р.

На рис.1 представлена температурная зависимость теплоемкости кристаллов ДМААС в интервале температур 80-300 К. Видно, что в точке фазового перехода $T_C=152$ К имеет место λ-образная аномалия теплоемкости, характерная для фазовых переходов второго рода. Проведенная штриховая линия соответствует решеточной

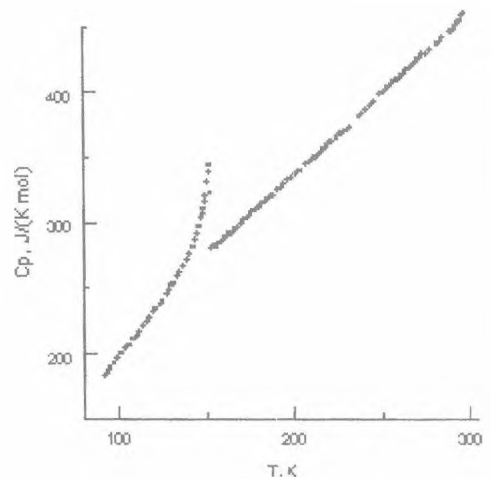


Рис.1. Температурная зависимость теплоемкости кристалла ДМААС.

части теплоемкости, определенной с помощью

интерполяции полиномом вида $C = \sum_{i=0}^3 A_i \cdot T^i$

Методом численного интегрирования определены изменения энтальпии и энтропии перехода, которые равны соответственно – 702 Дж/моль и 4,8 Дж/(К·моль).

На рис.2 приведена зависимость $C_p(T)$ для ДМААС, облученного различными дозами γ-квантов. Как видно, при увеличении дозы наблюдается смещение точки фазового перехода в область низких температур, причем смещение перехода не сопровождается размытием. Кроме того, происходит заметное уменьшение величины пика аномалии. Как отмечалось в [1] ФП в ДМААС при $T_C=152$ К является собственным сегнетоэлектрическим ФП типа порядок-беспорядок, близким к трикритической точке. В связи с этим представляло интерес провести анализ эволюции аномалии теплоемкости в зависимости от дозы γ-облучения.

Для переходов в точку, термодинамический потенциал для одно-



This document has been
edited with iXif PDF Editor
- free for non-commercial use.
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

компонентного параметра порядка η имеет вид [4]

$$\Phi(P, T, \eta) = \Phi_0 + A\eta^2 + B\eta^4 + C\eta^6,$$

где $A = A_T(T - T_C)$, T_C - температура перехода, $C > 0$, знак B зависит от рода перехода ($B < 0$ - ФП I рода, $B > 0$ - ФП II рода).

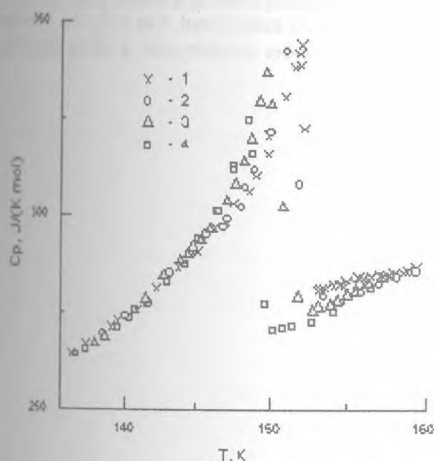


Рис.2 Температурная зависимость теплоемкости кристалла ДМААС при разных дозах облучения:

- 1- необлученный образец;
- 2- облученный дозой 10^7 R;
- 3- облученный дозой 5×10^7 R;
- 4- облученный дозой 10^8 R.

Избыточная теплоемкость в этом случае ниже T_C определяется выражением [4]

$$\Delta C_P^{-2} = \frac{4B^2}{A_T^4 T_C^2} + \frac{12C}{A_T^3 T_C^2} (T_C - T). \quad (1)$$

Используя график $(\Delta C_P)^{-2} \sim T_C - T$ (рис.3), можно определить коэффициенты термодинамического потенциала для чистого и облученного образца ДМААС. Видно, что линейность функции (1) вблизи точки ФП наблюдается для всех доз. В таблице приведены значения коэффициентов разложения A_T , B , C в системе СИ.

Величина A_T определена по результатам измерений диэлектрической проницаемости, выполненных в [1], и считалась неизменной при облучении.

Таблица. Термодинамические параметры фазового перехода в ДМААС.

Доза облучения, R	A_T, K^{-1}	$B, J^{-1} \cdot mol$	$C, J^{-2} \cdot mol^2$	N
0	5.4×10^{-3}	0.31×10^{-8}	0.46×10^{-11}	6.20×10^{-4}
10^7	5.4×10^{-3}	0.33×10^{-8}	0.87×10^{-11}	7.14×10^{-4}
5×10^7	5.4×10^{-3}	0.38×10^{-8}	0.95×10^{-11}	7.91×10^{-4}
10^8	5.4×10^{-3}	0.46×10^{-8}	1.29×10^{-11}	8.25×10^{-4}

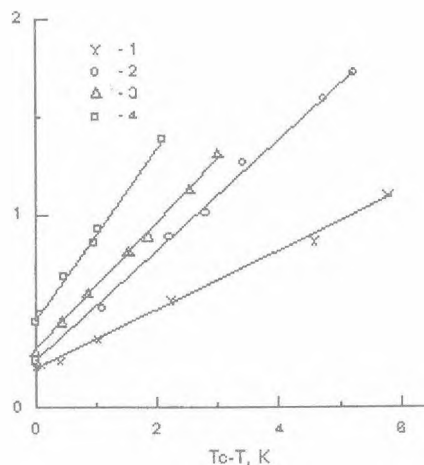


Рис.3. Зависимость $(\Delta C_P)^{-2}$ от $T_C - T$. Обозначения те же, что и на рис.2.

III. Заключение

Согласно теории Ландау для случая трикритической точки характерной особенностью является то, что поведение теплоемкости в сегнетофазе вблизи точки перехода подчиняется степенному закону с показателем 0.5 [4]. Анализ экспериментальных данных для кристалла ДМААС показал выполнение зависимости

$$\Delta C_P \sim \left| \frac{T_C - T}{T_C} \right|^{-\alpha} \quad \text{с } \alpha = 0.47 \pm 0.06. \quad \text{Этот факт, а так-}$$

же положительный знак коэффициента B подтверждает существование в ДМААС фазового перехода второго рода, близкого к трикритической точке. С увеличением дозы коэффициенты B и C возрастают. Увеличение коэффициента B свидетельствует о постепенном удалении фазового перехода от трикритической точки вдоль линии фазовых переходов в этом кристалле. Степень близости перехода к этой точке можно охарактеризовать безразмерной величиной

$$N = \sqrt{\frac{B^2}{3A_T C T_C}} \quad [4]. \quad \text{Из таблицы видно, что зна-}$$

чение N возрастает, свидетельствуя о том, что в ДМААС под влиянием γ -облучения происходит изменение характера ФП от близкого к трикритической точке к ФП второго рода.

Список литературы

1. Кирпичникова Л.Ф., Андреев Е.Ф., Иванов Н.Р., Шувалов Л.А., Варикаш В.М. // Кристаллография. - 1995. - 40. - №6. - С.1437.
2. Петрашко А., Кирпичникова Л.Ф., Шувалов Л.А., Варикаш В.М. // Кристаллография. - 1995. - 40. - №6. - С.1437.
3. Кирпичникова Л.Ф., Бендарский В.И., Попов Л.А., Лопбину В.В. // Кристаллография. - 1999. - 44. - №6. - С.1437.

THE CHANGE OF THE PHASE TRANSITION TYPE IN $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ UNDER THE INFLUENCE OF γ -IRRADIATION

A.U.Sheleg, T.I.Dekola, N.P.Tekhanovich

*Institute of Solid State and Semiconductor Physics National Academy of Sciences, P.Brovki, 17,
220072, Minsk, Belarus, e-mail:plyushch@ifftp.bas-net.by*

The heat capacity of $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (DMAAS) crystals was investigated in an temperature region from 80 to 300 K as well as depending on the doze of γ -irradiation by the adiabatic calorimetry. The dozes were 10^7 , 5×10^7 and 10^8 R. The anomaly of the λ -type at temperature 152 K is caused by second-order phase transition close to a tricritical point. An analysis of the results is performed in the framework of the phenomenological Landay theory. Is established, that under the influence of γ -irradiation the transition point moves away from tricritical point and phase transition under consideration is taking some features of the second-order transition.



This document has been
edited with **Infix PDF Editor**
- free for non-commercial use.

To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm