

ДВОПРОМЕНЕЗАЛОМЛЕННЯ В КРИСТАЛАХ $Sn_2P_2S_6$ ПРИ ВИСОКИХ ГІДРОСТАТИЧНИХ ТИСКАХ

Р.В.Кабаль, П.П.Гуранич, О.І.Герзанич.

Ужгородський національний університет, 88000, Ужгород, вул. Волошина. 54

Досліджено температурні залежності двоприменезаломлення в кристалах $Sn_2P_2S_6$ при різних значеннях гідростатичного тиску. Визначені критичні індекси параметра порядку β та теплоємності α . Досліджено поведінку β вздовж p, T - діаграми кристалів $Sn_2P_2S_6$. Виявлено, що точка Ліфшиця в даних кристалах характеризується критичним індексом $\beta=0.35$.

Кристали $Sn_2P_2(S_{1-x}Se_x)_6$ є власними сегнетоелектриками на p, T, x – діаграмі яких реалізується лінія полікритичних точок - точок Ліфшиця (ТЛ) [1]. Дослідження поведінки β в кристалах $Sn_2P_2(S_{1-x}Se_x)_6$, при наближенні до точки Ліфшиця ($x_{ТЛ}=0.28$), були проведені в [2], де виявлено суттєве зменшення значення β (до 0,2) при зростанні x до $x_{ТЛ}$ та наявність кросоверних явищ. Актуальним являється дослідження поведінки критичних індексів, а також термодинамічних параметрів цих кристалів вздовж p, T – діаграми при наближенні до ТЛ, яка в кристалах $Sn_2P_2S_6$ спостерігається при $T_{ТЛ}=293K$ і $p_{ТЛ}=0,18$ ГПа [1].

Досліджувались монокристали $Sn_2P_2S_6$ отримані методом газотранспортних реакцій, вирізані у формі пластин (001) та (010) зрізів, розмірами $3 \times 2 \times 1$ мм³. Вимірювання баричних та температурних залежностей двоприменезаломлення проводилось методом Сенармона на довжині хвилі випромінювання He-Ne лазера $\lambda=0,6328$ мкм. Експериментально визначалась зміна кута повороту площини поляризації вихідного променя $\Delta\varphi$, яка пропорційна зміні двоприменезаломлення Δn . Для досліджень в умовах високих тисків використовувалась тривіконна оптична

камера, тиск в якій створювався за допомогою бензину. Оптичні вікна були виготовлені із плавленого кварцу.

На рис.1. наведено залежність $\Delta\varphi$ від температури при атмосферному тиску для $Sn_2P_2S_6$. В області $T=T_c$ спостерігається аномалія в поведінці $\Delta\varphi$, яка зумовлена сегнетоелектричним фазовим переходом. Як відомо, для власних сегнетоелектриків аномальна частина двоприменезаломлення пропорційна квадрату спонтанної поляризації $\Delta n \sim P_s^2$, а $d\Delta n(T)/dT$ – аномальній частині питомої теплоємності ΔC_p . Це дає змогу за експериментальними залежностями $\Delta n(T)$ визначити критичний індекс для параметра порядку β та критичний індекс для теплоємності α . Значення критичного індексу β для $Sn_2P_2S_6$ при атмосферному тиску рівне $\beta=0.41$. Поведінка $d(\Delta\varphi)/dT$ в області парафазі добре описується співвідношенням:

$$d(\Delta\varphi)/dT \sim A\tau^{-0.5} + B\tau^{-1.5}, \text{ де } A=0.75, B=0.0027.$$

На рис.2 наведено температурні залежності аномальної частини $\Delta\varphi(T)$ для кристала $Sn_2P_2S_6$ при різних значеннях гідростатичного тиску. Збільшення величини гідростатичного тиску призводить до зсуву аномалій $\Delta\varphi(T)$ в

область низьких температур з характерним для $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ баричним коефіцієнтом $dT_c/dp = -220 \text{ K/GPa}$, при цьому спостерігається пониження змін двопронезаломлення у глибокій сегнетоелектричній фазі та більш різка поведінка в області фазового переходу

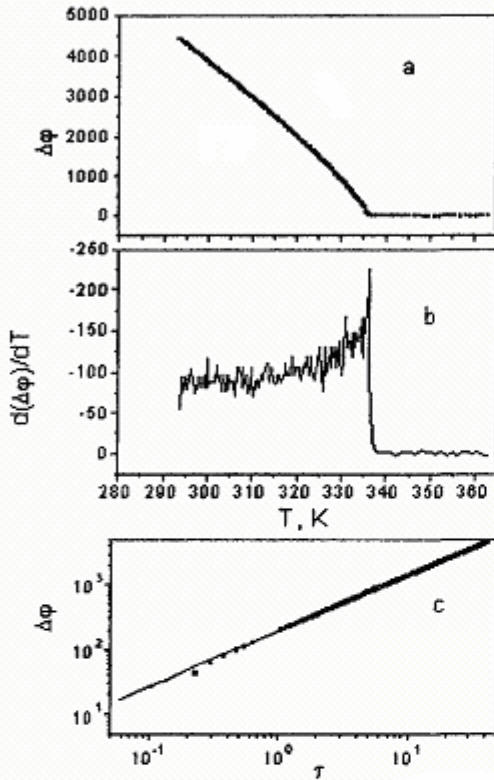


Рис.1. Аномальна частина температурної залежності $\Delta\varphi$ (a), $d(\Delta\varphi)/dT$ (b) та залежність $\Delta\varphi$ від τ в подвійному логарифмічному масштабі (c) для кристала $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ при атмосферному тиску.

За цими експериментальними залежностями визначені значення критичного індексу β для різних тисків. Значення β визначалось за нахилом залежностей $\Delta\varphi \sim f(\tau)$, побудованих в подвійному логарифмічному масштабі із співвідношення $\ln(\Delta\varphi) \sim 2\beta \ln(\tau)$, а також методом Домба [4]. Зі збільшенням тиску, при наближенні до точки Ліфшиця β лінійно зменшується від значень 0.41 при $p = p_{\text{атм}}$ до $\beta_{\text{ТЛ}} = 0.35$ в точці Ліфшиця $p = p_{\text{ТЛ}}$ (рис.3.). Це значення близьке для передбачуваного в наближенні середнього

поля для точки Ліфшиця (клас універсальності UL $\beta = 1/3$) [2]. Відмітимо, що на відміну від цього, для точки Ліфшиця реалізованої на x, T -діаграмі $\text{Sn}_2\text{P}_2(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_6$ при $x = x_{\text{ТЛ}}$ ефективне значення $\beta_{\text{ТЛ}} \rightarrow 0.2$ [2].

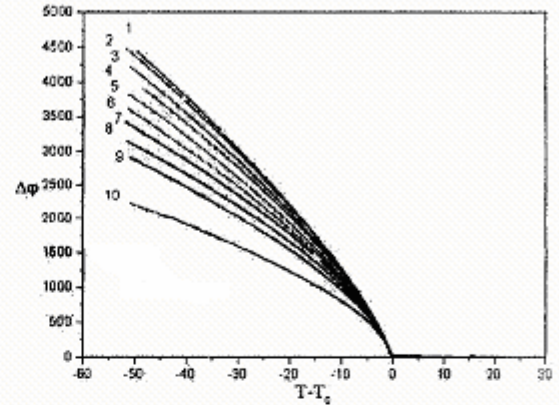


Рис.2. Температурні залежності аномальної частини двопронезаломлення кристала $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ при різних гідростатичних тисках, bar: 1- 170; 2- 510; 3- 700; 4- 1020; 5- 1290; 6- 1640; 7- 1980; 8- 2310; 9- 2600; 10- 3500.

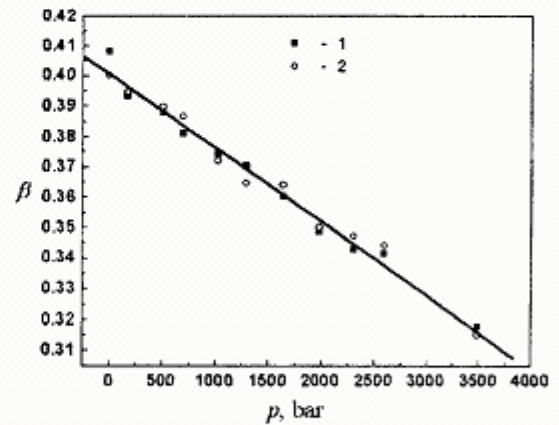


Рис.3. Барична залежність критичного індексу параметра порядку β кристала $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$. Різні точки відносяться до різних методів обробки результатів: 1- $\beta = 1/2 \ln(\Delta\varphi)/\ln(\tau)$; 2- метод Домба.

На температурних залежностей ефективного значення β для різних тисків спостерігається зменшення ефективного значення критичного індексу β при наближенні до температури фазового переходу, що обумовлено кросоверними явищами і є характерним для систем, що

знаходяться поблизу полікритичних точок [3]. При цьому зростання гідростатичного тиску, в цілому, не змінює характер кросовера, це може вказувати на те, що в основному переважає кросовер від критичної до флуктуаційної поведінки.

За трансформацією температурних залежностей величини $d(\Delta\varphi)/dT$ вздовж p, T - діаграми можна оцінити поведінку коефіцієнта B при P_s^4 в розкладі термодинамічного потенціалу по степеням параметра порядку P_s . Зростання тиску при наближенні до точки Ліфшиця призводить до збільшення значень B . Це свідчить, що полікритична точка на p, T – діаграмі кристалів $Sn_2P_2S_6$ реалізується при додатних значеннях B і є точкою Ліфшиця, при цьому гідростатичний тиск призводить до віддалення від можливої трикритичної точки Ліфшиця.

1. Phase p, T, x -diagram and peculiarities of physical properties of $Sn_2P_2(Se_xS_{1-x})$

ferroelectric crystals near Lifschitz point./A. G. Slivka, E. I. Gerzanich, P. P. Guranich, V. S. Shusta// *Ferroelectrics*.- 1990.-v103.-p.71-82.

2. Мультикритична поведінка власних одновісних сегнетоелектриків типу $Sn_2P_2S_6$ /В.В.Митровцій, Ю.М.Височанський, О.О.Грабар, С.Ф.Мотря, С.І.Перечинський // Вісник Ужгородського університету.- Серія "Фізика".- 1998.-3.-с.82-91.
3. Анисимов М.А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах.-1987.- М.Наука.-с.272.
4. Tricritical Point Induced by atomic Substitution in $SbSexS_{1-x}I$ / R.Chaves, H.Amarel, A.Levelut et al. // *Phys. Stat. Sol. (a)*.- 1982.-73.

BIREFRINGENCE IN $Sn_2P_2S_6$ CRYSTALS AT HIGH HYDROSTATIC PRESSURES

R.V.Kabal, P.P.Guranich, E.I.Gerzanich

The temperature dependences of the birefringence in $Sn_2P_2S_6$ crystals at different values of the hydrostatic pressure have been explored. The critical indexes of the β order parameter and α heat capacity have been determined. The β behaviour along the p,T -diagram of $Sn_2P_2S_6$ crystals is examined. It has been discovered that the Lifshitz point in the given crystals is characterized by the critical index $\beta=0,35$.



Омелян Іванович Герзанич - зав. кафедри оптики УжНУ, професор. Народився в 1938 р. Закінчив фіз.-мат. факультет УжДУ в 1962 р. У 1968р. закінчив аспірантуру ІК АН СРСР ім. А.В.Шубнікова (м. Москва). Захистив кандидатську дисертацію в 1969 р., докторську дисертацію - у 1984 р. в ІК АН СРСР ім. А.В.Шубнікова (м. Москва), професор з 1985 р. Ветеран праці.



Гуранич Павло Павлович - доцент кафедри оптики УжНУ, Народився в 1961 р. Закінчив фіз.-мат. факультет УжДУ в 1983 р. У 1987 р. закінчив аспірантуру УжДУ. Захистив кандидатську дисертацію в 1990 р.



Кабаль Роман Васильович - аспірант кафедри оптики УжНУ. Народився в 1977р. Зкінчив інженерно-технічний факультет УжДУ в 1999р.