

УДК 538.9

В.Ю. Біганич, О.І. Герзанич, О.Г. Сливка, С.Ф. Мотря

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

## ВПЛИВ ГІДРОСТАТИЧНОГО ТИСКУ НА АНОМАЛІЮ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ ПРИ ФАЗОВОМУ ПЕРЕХОДІ В СЕГНЕТИЕЛЕКТРИКУ $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$

Експериментально встановлено, що під впливом гідростатичного тиску аномалія  $\varepsilon$  в максимумі при сегнетоелектричному фазовому переході в кристалі  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  зменшується і зсувається в область низьких температур. Разом з тим зростає величина температурного гістерезису фазового переходу та різниця температур Кюрі і Кюрі-Вейса.

Фазова  $p, T$ -діаграма є нелінійною з від'ємним коефіцієнтом  $\frac{dT_c}{dp}$ , абсолютне значення

якого зростає при підвищенні тиску.

**Ключові слова:** фазові переходи, гідростатичний тиск, сегнетоелектрики.

### Вступ

Сегнетоелектричні тверді розчини заміщення  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_6$  відносяться до двошпідграткових сполук, що мають шарувату структуру. Кристали  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  ( $x=0$ ) належать до моноклінної сингонії і мають при  $T=315\text{K}$  фазовий перехід (ФП) першого роду. У високотемпературній фазі  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  володіє центросиметричною структурою (просторова група  $C2/c$ ), а в низькотемпературній фазі - просторовою групою  $Cc$  з центрованими основами.

Кристали  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$  ( $x=1$ ) відносяться до тригональної сингонії. Сегнетоелектричний фазовий перехід першого роду має місце при  $T=235\text{K}$  із зміною симетрії  $P31c$  (високотемпературна фаза) на  $P31c$  (низькотемпературна фаза).

Кристалічна структура цих сполук утворюється шарами

$\left[ S(\text{Se})\text{Cu}_{1/3}^I\text{In}_{1/3}^{\text{III}}(\text{P}_2)_{1/3}S(\text{Se}) \right]$ , розділеними проміжками, і між шарами діють сили Ван-дер-Ваальса. Атоми  $\text{Cu}$ ,  $\text{In}$  та  $\text{P-P}$  пари заповнюють октаедричні пустоти каркасу шарів, які утворені атомами  $S(\text{Se})$  [1].

ФП в кристалах  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  та  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$  є переходами типу лад-безлад і відбуваються внаслідок впорядкування катіонів міді в багатоямному потенціалі, що формується атомами халькогену в аніонній підрешітці  $[\text{P}_2\text{S}(\text{Se})_2]^{4-}$ . Із-за

вищого ступеня ковалентності хімічних зв'язків у селенідній сполуці позиції атомів міді та індію в низькотемпературній фазі зміщені відносно шарів структури менше, ніж у сульфідному аналізі. Цей факт свідчить про те, що потенціальний рельєф для іонів  $\text{Cu}$  в  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$  являється більш мілким, ніж в  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$ . З цієї причини структурний фазовий перехід в  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$  спостерігається при нижчій температурі, ніж у  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$ . Спонтанна поляризація  $P_s$  в сегнетоелектричній фазі обумовлена антиколінеарними вкладками за рахунок впорядкування іонів  $\text{Cu}^+$  та зміщення іонів  $\text{In}^{3+}$ . Незначний вклад у величину  $P_s$  також дає деформація аніонів  $[\text{P}_2\text{S}(\text{Se})_2]^{4-}$ . Вектор  $P_s$  направлений перпендикулярно шарам структури, а його величина при  $p=p_{\text{атм}}$  в області насичення складає  $1.0$  та  $3.5 \frac{\text{мКл}}{\text{см}^2}$  відповідно для  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$  та  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  [2, 3].

Ізовалентне заміщення атомів  $S \leftrightarrow \text{Se}$  в твердих розчинах  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_6$ , як зі сторони сульфідної, так і селенідної сполуки, призводить до пониження температури фазового переходу. При цьому в діапазоні  $0 \leq x \leq 0.1$  концентраційний зсув температури Кюрі складає  $\frac{dT_c}{dx} = -53.3$ , а при  $0.9 \leq x \leq 1$   $-44.5 \text{ K/мол\%}$ . Разом з тим значення

діелектричної проникності в максимумі різко зменшується, а температурна ширина аномалії  $\epsilon$  поблизу точки Кюрі значно зростає, тобто має місце розмиття фазового переходу. В інтервалі  $0.35 \leq x \leq 0.75$  відсутній полярний стан і реалізується стан дипольного скла, який характеризується статистичним розподілом іонів міді при низьких температурах [3-5].

Дослідження ФП в кристалах  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  під впливом тиску показали, що баричний коефіцієнт зсуву температури Кюрі є додатнім і складає  $\frac{dT_c}{dp} = 210 \text{ K/ГПа}$

[6]. Зростання з тиском температури Кюрі пояснюється на основі формули Клапейрона-Клаузіуса  $\frac{dT_c}{dp} = \frac{\Delta V}{\Delta S}$  зменшенням об'єму елементарної комірки  $\Delta V$  та зміною ентропії  $\Delta S$  при ФП із парав сегнетиразу. Аналогічне зростання температури Кюрі з підвищенням тиску спостерігалось в твердих розчинах  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_6$  в діапазоні  $0 \leq x \leq 0.3$  [7]. Зв'язок між природою ФП і напрямком баричного зсуву  $T_c$  якісно пояснюється збільшенням під дією тиску енергії дипольної взаємодії, яка зростає при зменшенні відстаней між диполями. У кристалах  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$ , навпаки, температура Кюрі під впливом всебічного стиснення знижується [6].

Метою даної роботи було дослідити вплив гідростатичного тиску на аномалію діелектричної проникності при сегнетиелектричному фазовому переході в кристалі  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$ , співставити експериментальні результати із висновками теорії ФП і баричними дослідженнями кристалів  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  та  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$ .

**Методика експерименту**

Досліджені кристали були вирощені із газової фази і мали вид тонких пластинок [5]. Для вимірювання діелектричної проникності на поверхню пластинок наносились контакти із срібної пасти, яка забезпечувала добру провідність та механічну міцність. Діелектрична проникність вимірювалась на частоті поля 1МГц цифровим вимірювачем LCR E7-12, з

точністю  $\pm 0.001$ пф. Швидкість зміни температури зразка, який знаходився в термостатованій камері високого тиску, складала  $0.2 - 0.5 \text{ K/хв}$ . Температура контролювалась мідь-константовою термопарою з точністю  $\pm 0.1 \text{ K}$ . Рідиною, що передавала гідростатичний тиск від генератора до камери високого тиску, був технічний бензин. Величина тиску фіксувалась пружинним манометром класу точності 1.0 [8].

**Експериментальні результати та їх обговорення**

На рис. 1 представлені температурні залежності діелектричної проникності  $\epsilon$  та  $\epsilon^{-1}$  кристалу  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  в режимі охолодження і нагрівання при атмосферному тиску.

Видно чітку аномалію  $\epsilon$ , та наяв-

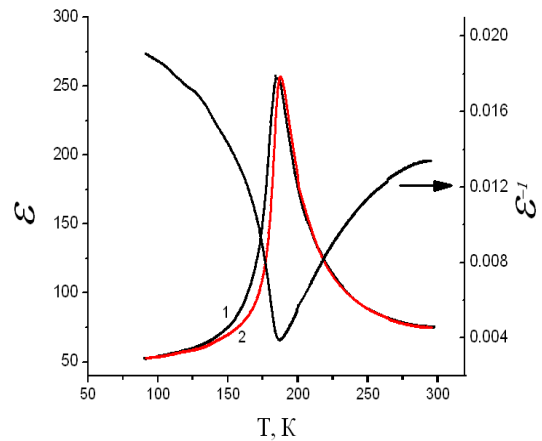


Рис. 1. Температурні залежності діелектричної проникності  $\epsilon$  та  $\epsilon^{-1}$  кристалу  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  в режимі охолодження (1) і нагрівання (2) при атмосферному тиску.

ність гістерезису ФП, що свідчить про сегнетиелектричний ФП першого роду. Із рис. 1 також слідує, що в пара- та сегнети-фазі поблизу ФП виконується закон Кюрі-Вейса.

Температури Кюрі  $T_c$  та Кюрі-Вейса  $T_0$  складають відповідно 185 і 167K. Із теорії відомо, що для ФП другого роду значення  $T_c$  і  $T_0$  співпадають за величиною, а для ФП першого роду  $T_c$  звичайно більша за  $T_0$  [9]. Константа Кюрі-Вейса в парафазі при  $p=p_{\text{атм}}$  дорівнює  $C_w = 2.3 \cdot 10^3 \text{ K}$ , що за порядком величини

свідчить про ФП типу лад-безлад.

На рис. 2 представлені залежності  $\varepsilon(T)$  для досліджених кристалів при різних тисках. Видно, що зростання тиску призводить до зсуву аномалії  $\varepsilon$  в область низьких температур з одночасним зменшенням величини  $\varepsilon$  в максимумі, тобто має місце тенденція до зникнення під дією тиску аномалії  $\varepsilon$ . Константа Кюрі-Вейса, як слідує із рис. 3,а при підвищенні тиску зменшується, сягаючи мінімуму  $C_w = 1.9 \cdot 10^3 K$  при  $p = 0.175 ГПа$ . Подальше збільшення тиску до  $p = 0.375 ГПа$  призводить до зростання величини  $C_w$ . Різниця температур Кюрі і Кюрі-Вейса  $\theta = (T_c - T_0)$  при підвищенні тиску зростає, що свідчить про посилення першорідності ФП. Підтвердженням цьому є результати, які приведені на рис. 3,б, що одержані на основі досліджень температурного гістерезису ФП при різних тисках. Видно, що з підвищенням тиску величина містерезису  $\Delta T_f$  зростає.

Фазова  $p, T$ -діаграма кристалу  $CuInP_2(Se_{0.9}S_{0.1})_6$ , як видно із рис. 3,в, до тиску  $p \approx 0.175 ГПа$  є майже лінійною з від'ємним коефіцієнтом

$$\frac{dT_c}{dp} = -42.2 K/ГПа.$$

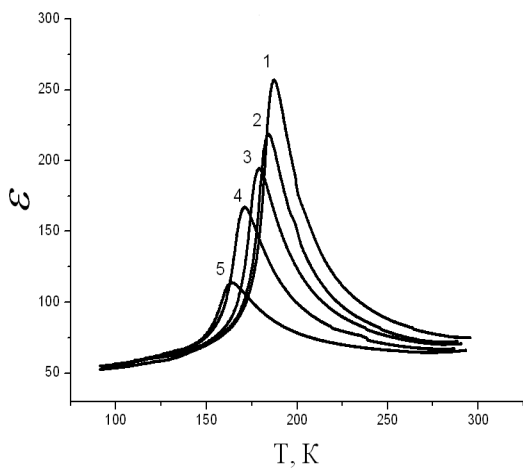


Рис. 2. Температурні залежності діелектричної проникності  $\varepsilon$  кристалу  $CuInP_2(Se_{0.9}S_{0.1})_6$  при різних гідростатичних тисках.  $p$ , ГПа: 1-0,0001; 2-0,075; 3-0,175; 4-0,275; 5-0,375.

Але в межах тисків  $0.175 \leq p \leq 0.375 ГПа$  швидкість баричної зміни температури Кюрі нелінійно зростає.

Для сегнетоелектриків, у яких ФП

обумовлений процесами впорядкування, температура Кюрі визначається співвідношенням двох констант  $Q$  та  $J$ , які входять в гамільтоніан взаємодії ізинговського типу [10]

$$H\mathcal{E} = -Q \sum_R \sigma_R^x - \frac{1}{2} \sum_{R,R'} J(R-R') \sigma_R^z \sigma_{R'}^z \quad (1)$$

де  $Q$  - константа тунелювання;  $J(R-R')$  - константа взаємодії диполів, які розміщені в точках з радіус-векторами  $R, R'$ ;  $\sigma_R^x, \sigma_R^z, \sigma_{R'}^z$  - проекції операторів  $\sigma$ . Вираз для температури Кюрі в наближенні самоузгодженого поля має вигляд [11]

$$T_c = \frac{2J_0}{k_B} \frac{Q/J_0}{\ln \frac{Q/J_0 + 1}{Q/J_0 - 1}}, \quad (2)$$

де  $J_0$  - характеризує взаємодію частинок в межах радіуса взаємодії (дипольна взаємодія),  $k_B$  - стала Больцмана.

Якщо тунелювання, що визначається константою  $Q$  незначне, то впорядкування наступить обов'язково при досить низьких температурах. Але якщо  $Q$  не дуже мале і зростає під дією тиску, то впорядкування є неможливим аж до 0К. Дійсно із (2) слідує, що при зростанні тунелювання величина  $T_c$  зменшується і при  $\frac{Q}{J_0} \rightarrow 1$   $T_c \rightarrow 0$ , а коефіцієнт  $\frac{dT_c}{dp}$  прямує до  $-\infty$ .

Для кристалів, у яких ФП обумовлений впорядкуванням протона водневого зв'язку в двохмінімумному потенціалі, наприклад KDP, пониження температури Кюрі з тиском добре узгоджується з формулою (2). Пониження  $T_c$  з тиском можна якісно пов'язати із збільшенням  $Q$  і (або) зменшенням  $J_0$ . В основі цього пояснення лежить гіпотеза про те, що водневий зв'язок в кристалах типу KDP є найбільш чутливим до тиску. Тому під впливом тиску має місце спотворення форми потенціального рельєфу з двома мінімумами, характерного для протона водневого зв'язку. Тиск призводить до зменшення відстані між мінімумами, що зумовлює зростання константи  $Q$  та зменшення  $J_0$ .

Під впливом тиску в кристалах типу KDP також спостерігається зменшення аномалії  $\varepsilon$  при ФП, і її зникнення, що зв'язувалось із «виродженням» сегнетоелектричної фази. Абсолютна величина  $\frac{dT_c}{dp}$  при цьому зростає.

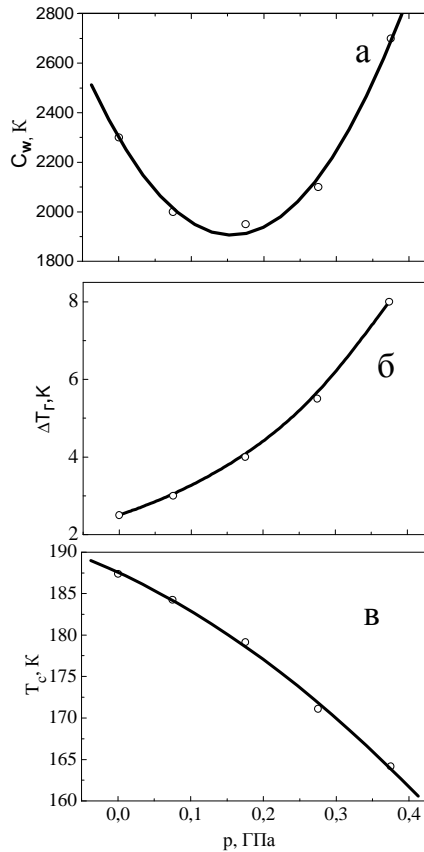


Рис. 3. Баричні залежності константи Кюрі-Вейса  $C_w$  в парафазі (а), температурного гістерезису ФП  $\Delta T_f$  (б) і температури Кюрі  $T_c$  (в) кристалу  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$ .

Але, як показали нейтронно-графічні дослідження кристалів KDP, помітної зміни довжини водневого зв'язку під тиском не спостерігається [12]. Крім того із даних КРС слідує, що константа тунелювання також дуже мало змінюється з тиском [13, 14]. Тому, очевидно, зникнення аномалії  $\varepsilon$  ще не являється однозначним доказом зникнення сегнетофази під дією тиску.

На відміну від самого легкого із іонів, водню, для звичайних іонів ймовірність тунельних переходів між мінімумами потенціалу є малою. Тому і в

термодинаміці ефект тунелювання очевидно не буде помітним. Якісно вплив тунелювання призводить до пониження  $T_c$ ,  $P_s$  та ентропії. При зростанні тунелювання посилюється «другорідність» ФП, що проявляється у зменненні  $\theta$  і  $\Delta T_f$ , а зростання  $P_s$  в сегнетофазі при цьому стає менш стрімким [9].

Посилення першорідності ФП в кристалах  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  під впливом тиску свідчить, очевидно, що ефект тунелювання в даному випадку є мало ймовірним. Слідуючи вищеприведеним міркуванням щодо зв'язку між напрямком баричного зсуву  $T_c$  і механізмом ФП в кристалах типу «лад-безлад», слід допустити, що від'ємний коефіцієнт  $\frac{dT_c}{dp}$  в сегнетоелектрику  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  обумовлений зменшенням під дією тиску константи  $J_0$ , яка у формулі (2) характеризує енергію дипольної взаємодії.

Шляхом термодинамічного розгляду в [15] було показано, що барична залежність константи Кюрі-Вейса в сегнетоелектриках може бути обумовлена температурною залежністю коефіцієнтів електрострикції вздовж  $p, T$ -діаграми. Також було встановлено, що зміна з тиском константи Кюрі-Вейса свідчить про нелінійність  $p, T$ -діаграми з від'ємним коефіцієнтом  $\frac{dT_c}{dp}$ . Ці висновки знайшли

підтвердження в експериментальних дослідженнях при високих тисках одновісних сегнетоелектриків  $\text{SbSI}$  [16] та  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  [8] з ФП типу зміщення. Виявилось, що в області  $p$  і  $T$ , де має місце нелінійність фазової діаграми, в обидвох випадках спостерігається мінімум в залежності  $C_w(p)$ .

Результати досліджень кристалів  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$ , які представлені на рис. 3, очевидно, підтверджують висновки роботи [15], про роль ефекту електрострикції в баричній зміні константи Кюрі-Вейса і температури Кюрі. Дійсно, як слідує із рис 3, в залежності  $C_w(p)$  при  $p \approx 0.175 \text{ ГПа}$  має місце мінімум, положення якого на шкалі тисків співпадає із

зміною кута нахилу залежності  $T_c(p)$ .

### Висновки

В кристалах  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  при  $p=p_{\text{атм}}$  і  $T=185\text{K}$  має місце сегнетоелектричний фазовий перехід першого роду типу лад-безлад, який супроводжується аномалією діелектричної проникності  $\epsilon$ . Під впливом гідростатичного тиску аномалія  $\epsilon$  і температура Кюрі зсуваються в область низьких температур, причому спочатку лінійно з коефіцієнтом  $\frac{dT_c}{dp} = -42.2\text{K}/\text{ГПа}$ , а в області тисків

$p > 0.175\text{ГПа}$  величина  $\frac{dT_c}{dp}$  нелінійно

зростає. Разом з тим значення  $\epsilon$  в максимумі при підвищенні тиску зменшується, а різниця температур Кюрі і Кюрі-Вейса  $\theta$  та величина температурного гістерезису  $\Delta T_r$  ФП збільшуються. Постійна Кюрі-Вейса в парафазі при

$p=p_{\text{атм}}$  рівна  $C_w = 2.3 \cdot 10^3\text{K}$ , що за порядком величини є характерним для ФП типу «лад-безлад». Із зростанням тиску величина  $C_w$  зменшується, сягаючи мінімуму  $C_w = 1.9 \cdot 10^3\text{K}$  при  $p \approx 0.175\text{ГПа}$ , а з підвищенням тиску до  $p \approx 0.375\text{ГПа}$  вона зростає до значення  $C_w = 2.63 \cdot 10^3\text{K}$ . Мінімум в залежності  $C_w(p)$  на шкалі тисків співпадає із зміною абсолютної величини коефіцієнта  $\frac{dT_c}{dp}$ .

Аномалія в баричній залежності константи Кюрі-Вейса при  $p \approx 0.175\text{ГПа}$  пов'язується із температурною зміною коефіцієнта електрострикції вздовж  $p, T$ -діаграми кристалу  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$ . Зв'язок між природою ФП і напрямком баричного зсуву температури Кюрі якісно пояснюється зменшенням під дією тиску енергії дипольної взаємодії.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Maisonneuve V., Evain M., Payen C., Cajipe V.B., Molinie P. Room-temperature crystal structure of the layered  $\text{CuIn}^{\text{III}}\text{P}_2\text{S}_6$  // J.Alloys and Compounds. - 1995. -Vol.218.-P.157-164.
2. Maisonneuve V., Cajipe V.B., Simon A., Von Der Muhll R., Ravez J. Ferrielectric ordering in lamellar  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  // Phys. Rev. - 1997. – Vol.56. - №9. - P. 10860-10868.
3. Vysochanskij Yu.M., Molnar A.A., Gurzan M.I. and Cajipe V.B. Phase transitions in  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_6$  layered crystals// Ferroelectrics. – 2001. – Vol.257. - P. 147-154.
4. Vysochanskij Yu, Beley L., Perechinskij S., Gurzan M.I., Molnar A.A., Mykajlo O., Tovt V., Stephanovich V. Phase transition and disordering effect in  $\text{CuInP}_2\text{S}(\text{Se})_6$  layered ferrielectrics // Ferroelectrics. – 2004. – Vol. 298. – P. 1361-366.
5. Балог Й.С, Мотря С.Ф, Приц І.П, Рушак М.М, Корда Н.Ф, Кривський В.О. Синтез, вирощування та визначення основного складу кристалів-сегнетоелектриків системи  $\text{CuInP}_2\text{S}_6 - \text{CuInP}_2\text{Se}_6$  // Вісник УжНУ. Сер. Хімія. - 2005. - №14. - С. 112-116.
6. Guranich P.P., Shusta V.S., Gerzanch E.I., Slivka A.G., Kuritca I.Yu. and Gomonnaj O.O. Influence of hydrostatic pressure on the dielectric properties of  $\text{CuInP}_2\text{S}_6$  and  $\text{CuInP}_2\text{Se}_6$  layered crystals // Journal of Physics: Conference Series.- 2007. - Vol.79. – №1. - P. 1-4.
7. Біганич В.Ю., Куриця І.Ю., Шуста В.С., Герзанич О.І. Фазові переходи в кристалах  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})_6$  ( $0 \leq x \leq 0.3$ ) при всебічному стисненні та  $p, T, x$ -діаграма // Науковий вісник УжНУ. Сер.Фізика. - 2010. - №27. - С. 21-28.
8. Герзанич О.І. Сегнетоелектрики групи  $A_2^{\text{IV}}B_2^{\text{V}}C_6^{\text{VI}}$  під впливом високого тиску. - Львів: Видавець Сорока Т.Б., 2008. – 124 с.
9. Вакс В.Г. Введение в микроскопическую теорию сегнетоэлектриков. - Москва: Наука, 1973. - 327с.
10. Блинц Р, Жекш Б. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. Динамика ре-

- шетки: Перев. с англ. / Под ред. Л.А. Шувалова. - Москва: Мир, 1975.- 398 с.
11. Струков Б.А., Леванюк А.П. Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах. - Москва: Наука, 1983. – 240 с.
  12. Meyer G.M., Nelmes R.I., Vettier C.A. Single- crystal neutron diffraction study of the crystal structure of tetragonal  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  at high pressure ( $\sim 14$  kbar) // - J. Phys. C. - 1980. - V.13, №21. - P. 4035-4051.
  13. Peercy P.S. Evaluation of the coupled proton-optic mode model for  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  and  $\text{RbH}_2\text{PO}_4$  // Phys. Rev. B.-1974. - V.9, №11. - P.4868-4871.
  14. Peercy P.S. Measurement of the «soft» mode and coupled modes in the paraelectric and ferroelectric of  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  at high pressure // Phys. Rev. B. - 1975.- V.12, №7. - P.2725-2740.
  15. Стасюк І.В., Левицький Р.Р., Моїна А.П., Сливка О.Г., Величко О.В. Польові та деформаційні ефекти в складних сегнетоактивних сполуках. - Ужгород: Гражда, 2009. – 392 с.
  16. Герзанич Е.И., Фридкин В.М. Сегнето-електрики типа  $\text{A}^{\text{V}}\text{B}^{\text{VI}}\text{C}^{\text{VII}}$ . - Москва: Наука, 1982. – 227 с.

Стаття надійшла до редакції 6.04.2011

V.Yu. Bihanich, E.I. Gerzanich, A.G. Slivka, S.F. Motrja  
Uzhhorod National University, 88000, Uzhhorod, Voloshin Str., 54

## EFFECT OF HYDROSTATIC PRESSURE ON ANOMALIES DIELECTRIC PERMEABILITY TO PHASE TRANSITIONS IN FERRIELECTRICS $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$

Anomaly of  $\epsilon$  of  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  of ferroelectric shifts to the lower temperature range and decrease under influence of hydrostatic pressure. However, the value of thermal hysteresis and between difference Curie and Curie-Weiss temperature increase. Phase  $p, T$ -diagram is nonlinear with a negative coefficient  $\frac{dT_c}{dp}$ , the absolute value of which

increases with increase of pressure.

**Key words:** phase transitions, hydrostatic pressure, ferrielectrics.

В.Ю. Биганич, Е.И. Герзанич, А.Г. Сливка, С.Ф. Мотря  
Ужгородский национальный университет, 88000, Ужгород, ул. Волошина, 54

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА АНОМАЛИИ ДИЕЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПРИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ В СЕГНЕТИЭЛЕКТРИКЕ $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$

Экспериментально установлено, что под влиянием гидростатического давления аномалия  $\epsilon$  в максимуме при сегнетиэлектричном фазовом переходе в кристалле  $\text{CuInP}_2(\text{Se}_{0.9}\text{S}_{0.1})_6$  уменьшается и сдвигается в область низких температур. Вместе с тем возрастает температурный гистерезис фазового перехода и разница температур Кюри и Кюри-Вейса. Фазовая  $p, T$ -диаграмма является нелинейной с отрицательным коэффициентом  $\frac{dT_c}{dp}$ , абсолютное значение которого возрастает при повышении давления.

**Ключевые слова:** фазовые переходы, гидростатическое давление, сегнетиэлектрики.