

УДК 535.5; 535.327;535.012
PACS 78.20.Fm, 81.05.Xj, 78.20.Ci

ПОШУК НОВИХ КРИСТАЛІВ З ІЗОТРОПНОЮ ТОЧКОЮ

В. Стадник¹, З. Когут², І. Матвіїшин¹,
М. Рудиш¹, П. Щепанський¹

¹ Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Кирила і Мефодія, 8, 79005 Львів, Україна
e-mail: vasylstadnyk@ukr.net, rudysh.myron@gmail.com

² Національний університет "Львівська Політехніка"
вул. С. Бандери, 13, 79013 Львів, Україна

В роботі отримано кристали LiNH_4SO_4 α -модифікації і досліджено спектральні залежності їх показників заломлення $n_i(\lambda)$ та двопронезаломлення Δn_i в діапазоні кімнатних температур. Виявлено перетин кривих $n_x(\lambda)$ і $n_z(\lambda)$, що свідчить про наявність ізотропної точки, яка за кімнатної температури знаходиться на довжині хвилі $\lambda_0 \approx 683$ нм. Температурні вимірювання кута між оптичними осями свідчать про зміну площини оптичних осей під час переходу через ізотропний стан. Отримані результати дають можливість запропонувати LiNH_4SO_4 у метрологію як новий кристал з ізотропною точкою за кімнатних температур в доступній ділянці спектру.

Ключові слова: показник заломлення, двопронезаломлення, ізотропна точка

Явище перетину дисперсійних кривих показників заломлення кристалів почали вивчати на початку 60-х років ХХ ст. До найзнаковіших робіт можна віднести роботу Н. Хопфілда і Д. Томаса [1] (1965 р.), які досліджували поглинання гексагональних кристалів ZnO і CdS (клас симетрії $6mm$) в магнітному полі за різних поляризацій падаючого світла відносно оптичної осі кристалу. Вони виявили аномальні лінії поглинання за певних напрямів поляризації \mathbf{E} вектора напруженості електричного поля світлової хвилі, інтенсивність яких залежала від орієнтації магнітного поля \mathbf{H} відносно хвильового вектора світлового променя.

Під час інтерпретації отриманих результатів ці автори припустили, що істинно нормальними хвилями в кристалі є поляритони, тобто суперпозицію екситонів і фотонів. Тому спостережувані лінії було названо поляритонними і спостерігати їх можна було за частот, для яких виконується співвідношення $\varepsilon_{\perp}(\nu) = \varepsilon_{\parallel}(\nu)$, де $\varepsilon_{\perp}(\nu)$ і $\varepsilon_{\parallel}(\nu)$ – діелектричні проникності кристала для випромінювання, поляризованого перпендикулярно та паралельно до оптичної осі відповідно, тобто в точках перетину спектральних залежностей звичайного n_o та незвичайного n_e показників

заломлення. Довжину хвилі λ_0 , для якої $n_o = n_e$, називають ізотропною точкою (ІТ), оскільки анізотропний за своєю структурою і властивостями кристал поводить як оптично ізотропний. Саме на довжинах λ_0 і були зафіксовані аномалії у спектрах поглинання кристалів ZnO і CdS.

Існування ізотропної точки в кристалах CdS і CdSe було пояснено дихроїзмом смуги поглинання і комбінованим впливом поглинання екситонної смуги і сильного основного поглинання в далекій ультрафіолетовій ділянці спектру [2].

Кристали, які володіють ІТ, інколи називають ε -ізотропними [3] внаслідок рівності за довжин хвиль $\lambda = \lambda_0$ головних значень тензора діелектричної проникності. Перехід через ІТ супроводжується зміною знаку двопронезаломлення кристала, тобто має місце його інверсія. Тому саме явище перетину дисперсійних кривих показників заломлення називають явищем інверсії знаку двопронезаломлення (ІЗД).

ІЗД виступає як результат температурно-спектральних деформацій оптичної індикатриси низки кристалів і полягає в тому, що для кожної довжини хвилі лише за певної температури має місце перехід кристалу з одновісного в ізотропний чи з двовісного – в одновісний стан.

Наявність і температурну залежність ізотропного стану кристалу природно зв'язувати з дисперсійними і температурними змінами показників заломлення n_i , які, в свою чергу, пов'язані з відповідною зміною параметрів ультрафіолетових (УФ) та інфрачервоних (ІЧ) осциляторів.

Явище ІЗД реалізується доволі часто. ІТ виявлено в низці бінарних напівпровідникових сполук: CdS [4–6], CdSe [6,7], ZnO [8,9], MgF₂ [10], ZnS [11]. В роботах [12,13] проведено дослідження спектрального положення ІТ у змішаних кристалах CdS-CdSe. Точку ІЗД виявлено також в низці халькопїритних напівпровідникових сполук типу A^IB^{III}C₂^{VI} та A^{II}B^{IV}C₂^V [14–16]. Спектральне положення ІТ в кристалі залежить від технології отримання, стехіометрії складу, наявності домішок, зовнішніх полів, температури, тиску тощо, і тому може відрізнятися від зразка до зразка.

Вивчення фізики явищ, які приводять до ІЗД, дозволяє прогнозувати шляхи індукування ІТ в різноманітних кристалах. Вихідним пунктом у випадку аналізу причин, які приводять до явища ІЗД є характер структурного впорядкування атомів в ґратці тієї чи іншої сполуки.

Авторами [17] зроблено висновок, що походження ІТ в напівпровідникових кристалах зумовлене особливостями будови енергетичних зон кристалу та анізотропією міжзонних переходів, які визначають швидке зростання одного з показників заломлення у разі наближення до краю фундаментального поглинання та зміною знаку двопронезаломлення. Тому ІТ в таких кристалах розташована поблизу краю власного поглинання з довгохвильової ділянки спектру.

Явище ІЗД виявлено в низці діелектричних кристалів-фероїків групи A₂BX₄: K₂SO₄, LiKSO₄, Rb₂SO₄, RbKSO₄, RbNH₄SO₄, (NH₄)₂BeF₄, а також в сегнетовій солі, амонієвій сегнетовій солі, сингеніті тощо [18–20].

В кристалі LiKSO₄ (ЛКС) виявлено дві ІТ [21]. Встановлено, що ІТ при охолодженні переміщається в довгохвильову частину спектру. В районі 250–265 К кристал зазнає ФП 2-го роду. Виявлено, що за температури 255 К змінюється температурний хід кривої $\lambda_0(T)$, а за температури ФП 1-го роду (185 К) вона зникає. Під час нагрівання точка ІЗД виникає за 205 К і її температурний хід повністю відтворює температурний хід кривої при нагріванні [22]. Поведінка ізотропної точки λ_0 криста-

ду ЛКС значно відрізняється від поведінки ізотропної точки ізоморфного кристала K_2SO_4 , для якого $d\lambda_0/dT \rightarrow \infty$. Величини і дисперсія n_i кристала K_2SO_4 в напрямках i та $j \in$ дуже близькими і за певних температур співпадають по всьому спектру, тобто має місце "ізоспектральність" ІТ [23, 24].

Оскільки обидві ізотропні точки в кристалі K_2SO_4 виникають за певних температур одночасно в широкому спектральному діапазоні від 250 до 850 нм, то їх природу, відповідно, пов'язують зі структурними перетвореннями. Однак, оскільки при цьому зразок не стає оптично ізотропним по всіх напрямках, тому виникає необхідність зв'язувати спостережуваний ефект зі взаємними температурними перетвореннями параметрів УФ і ІЧ осциляторів, що визначають дисперсійні і температурні залежності показників заломлення вздовж різних кристалофізичних напрямів.

В кристалах $LiKSO_4$ не спостерігають практичної рівності параметрів оптичної індикатриси i , відповідно, має місце інше співвідношення параметрів УФ і ІЧ осциляторів. Поведінка ізотропної точки кристала $LiKSO_4$ нагадує поведінку точки ІЗД кристала Rb_2SO_4 в X-напрямку.

В короткохвильовій ділянці спектру ізотропні точки кристалу Rb_2SO_4 володіють слабою температурною залежністю, причому $|d\lambda_{oy}/dT| < |d\lambda_{ox}/dT|$, а в довгохвильовій ділянці спектру швидкість переміщення ізотропної точки значна, особливо в Y-напрямі, однак $|d\lambda_{oy}/dT| > |d\lambda_{ox}/dT|$.

В кристалі $RbNH_4SO_4$ [25] ІТ виявлено для осі Y за температури 189 К і 633 нм, її температурна чутливість $\partial\lambda_o/\partial T$ виявилась дуже високою, що узгоджується зі спектральною залежністю n_y , а оптичні осі з площини XY переходять у площину YZ. При цьому мають місце такі зміни коноскопічних фігур: за кімнатної температури для довжини хвилі $\lambda = 633$ нм кут між оптичними осями становить $41^\circ 30'$, для 189 К кристал стає одновісним, за низьких температур кут між осями знову збільшується. Дисперсійні зміни n_i кристалів $RbKSO_4$ вказують на існування трьох точок ІЗД у всіх трьох кристалофізичних напрямках зразка [26].

Цікавим є пошук нових кристалів цієї групи з ІТ. Такий пошук має на меті розширити коло практично важливих матеріалів для термометрії, та пов'язати вплив заміщення елементів структури на вже відомі температурний та спектральний діапазони існування інверсії знаку двопронезаломлення даного кристалу.

З цією метою нами вибрано кристал літій-амоній сульфат $LiNH_4SO_4$. Кристали $LiNH_4SO_4$ (ЛАС) володіють фазовими переходами (ФП) за температур 459 К і 285 К. Вище температури 459 К кристал ЛАС має структуру $G_0 = Pm\bar{c}n$, $Z = 4$. ФП за температури $T_1 = 459$ К є переходом 1-го роду зі стрибком поляризації $\Delta P_c \sim 2 \cdot 10^3$ мкКл/см². Структура фази $G_1 = P2_1cn$, $Z = 4$ кристала ЛАС є одним з можливих варіантів впорядкування тетраедричних (Т)-груп відносно поворотів навколо псевдо гексагональної осі c . Дана фаза є сегнетоелектричною. За температур 285 К має місце ФП $G_1 \rightarrow G_2$ (симетрія фази $G_2 = P2_1/c11$) в сегнетоеластичну фазу [27–29].

Наведена послідовність ФП існує в β -модифікаціях кристала ЛАС. Для них характерною є псевдогексагональна тривимитоподібна структура, яка складається з тетраедрів SO_4 і LiO_4 , які з'єднані вершинами і створюють шестиланкові кільця, є перпендикулярні до осі Z. Половина тетраедрів повернута вершинами донизу, а інша - догори, де вони з'єднані з наступним шаром тетраедрів. В утворених порожнинах знаходиться амонійна група.

Відомою є також α -модифікація кристала ЛАС, яка відрізняється від β -модифікації тим, що тетраедри SO_4 і LiO_4 в Z -напрямі можуть мати спільними не лише вершини, але й ребра. Сусідні шари взаємодіють через водневі зв'язки з атомами азоту амонійних груп, утворюючи шарувату структуру. Кристали α -модифікації утворюються тоді під час вирощування за кімнатних або нижчих температур, а β -модифікації - за температур вищих від 30°C .

В даній роботі вирощено кристали ЛАС α -модифікації (α -ЛАС) та досліджено їх показники заломлення і двопроренезаломлення. Дані кристали вирощено методом випаровування за температур 20°C . Вони мали вигляд видовжених шестикутників. Рефрактивні властивості досліджено відомими методиками [18–20].

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що дисперсія показників заломлення $n_i(\lambda)$ кристала ЛАС за кімнатної температури є нормальною ($\partial n/\partial\lambda < 0$) (рис. 1, табл. 1) і добре описується двоосциляторною формулою Зельмейєра:

$$n_i^2 = 1 + \frac{B_1\lambda_{01}^2\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda_{01}^2} - \frac{B_2\lambda_{02}^2\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda_{02}^2} \quad (1)$$

де λ_{01} і λ_{02} - положення ефективних центрів ультрафіолетової (УФ) і інфрачервоної (ІЧ) смуг поглинання, B_1 і B_2 - величини, пов'язані з ефективними силами УФ і ІЧ осциляторів.

Таблиця 1. Параметри оптичної індикатрис кристалів LiNH_4SO_4 за кімнатної температури

$\partial n_i/\partial\lambda, 10^{-5}\text{нм}^{-1}$				
$\lambda = 500$ нм	X	Y	Z	
	-5.2	-4.6	-5.4	
вісь	$\lambda_{01}, \text{нм}$	$\lambda_{02}, \text{нм}$	$B_1, 10^{-6}\text{нм}^{-2}$	$B'_1, 10^{-9}\text{нм}^{-2}$
X	105.4	1020.21	104.1	1.46
Y	108.7	8413.9	97.5	3.56
Z	109.3	3636.57	96.7	2.41
	$\alpha_i, 10^{-24}\text{см}^3$		$R_i, \text{см}^3$	
X	8.41		26.12	
Y	8.52		26.23	
Z	8.48		26.14	

Показники заломлення та їх дисперсія задовольняють нерівності $|\partial n_{x,z}/\partial\lambda| > |\partial n_y/\partial\lambda|$, $n_z \geq n_x > n_y$. Показники заломлення в напрямі X і Z дуже близькі між собою і мають тенденцію до сходження в ближній ІЧ ділянці спектру, що наводить на думку про можливе існування в даному кристалі ізотропної точки.

За експериментальними значеннями показників заломлення з використанням співвідношення Лорентц-Лоренца

$$\frac{n_i^2 - 1}{n_i^2 + 2} = \frac{4}{3}\pi N_0\alpha_i = \frac{\rho}{\mu}R_i \quad (2)$$

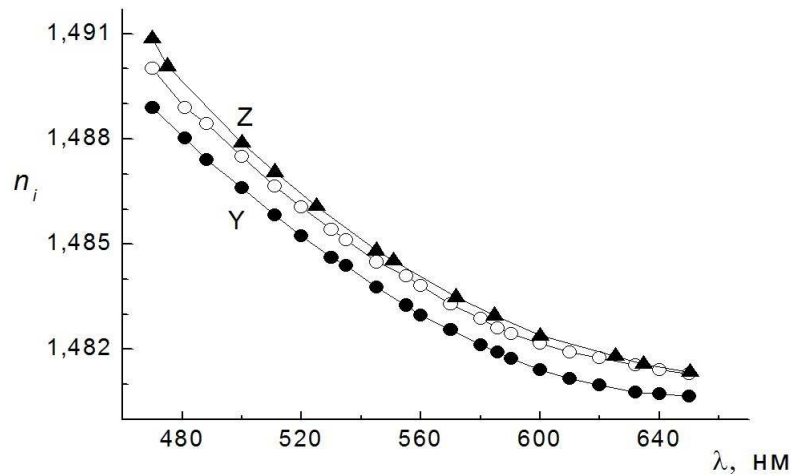


Рис. 1: Дисперсія показників заломлення кристалів LiNH_4SO_4 α -модифікації за кімнатної температури.

розраховано електронні поляризованості α_i і повні рефракції R_i даних кристалів (табл. 1), які добре узгоджуються із сумою рефракцій окремих елементів структури [30]

$$R_{\text{LiNH}_4\text{SO}_4} = R_{\text{Li}^+} + R_{\text{NH}_4^+} + R_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,2 + 11,96 + 14,5 = 26,66 \text{ см}^3$$

і свідчать про те, що катіони дають значний внесок ($\sim 45\%$) в загальну рефракцію досліджуваних кристалів. Порівняння параметрів оптичної індикатриси кристалів LiNH_4SO_4 з ізоморфними кристалами K_2SO_4 , Rb_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ і RbNH_4SO_4 показали наступні зміни унаслідок катіонного заміщення. Заміщення $\text{Li}^+ \rightarrow \text{Rb}^+$ приводить до збільшення показників заломлення в середньому на $3 - 5 \cdot 10^{-3}$, зміщенню λ_{ox} приблизно на 7 нм в сторону коротших, а λ_{oz} - на 3 нм в сторону довших довжин хвиль.

Загалом встановлено, що заміщення $\text{Li}^+ \rightarrow \text{K}^+ \rightarrow \text{NH}_4 \rightarrow \text{Rb}^+$ приводять до зменшення n_i в середньому на 0.02 і 0.03 і незначних змін λ_{01} , λ_{02} , B_1 і B_2 .

Вимірювання двопронезаломлення Δn_i для всіх кристалофізичних напрямів показало, що дисперсія Δn_i в напрямках X і Z є нормальною ($\partial \Delta n_x / \partial \lambda = -4,78 \cdot 10^{-6} \text{ нм}^{-1}$, $\partial \Delta n_z / \partial \lambda = -7,12 \cdot 10^{-6} \text{ нм}^{-1}$), тоді як в напрямі Y - вона є аномальною, що свідчить про існування точки ІЗД в даному напрямі (рис. 2). Дійсно температурні дослідження $\Delta n_y(\lambda, T)$ показали, що зі збільшенням температури Δn_y зменшується, так що точка $\Delta n_y = 0$ зміщується в короткохвильову ділянку спектру (рис. 3).

З метою додаткової перевірки існування ізотропного стану в кристалі ЛАС проведено незалежно дослідження температурної залежності кута між оптичними осями 2V. Кристал попередньо орієнтують за допомогою поляризаційного мікроскопа так, щоб в полі зору був зріз, перпендикулярний до гострої бісектриси кута між оптичними осями (в нашому випадку це Y-зріз). Кристал встановлюють між схрещеними

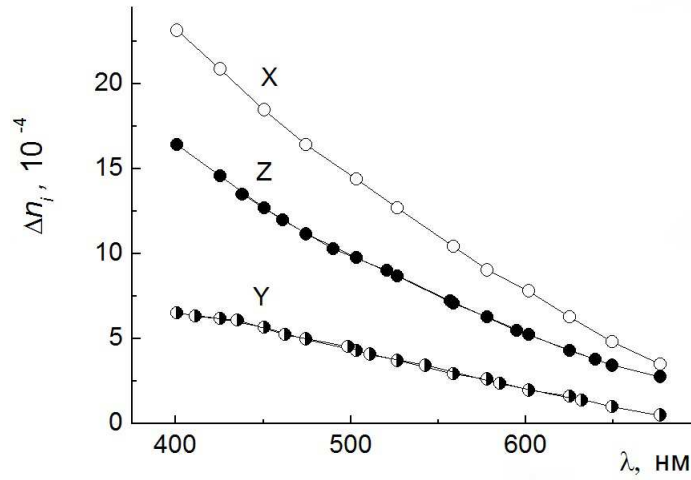


Рис. 2: Дисперсія двопронезаломлення кристалів LiNH_4SO_4 α -модифікації за кімнатної температури.

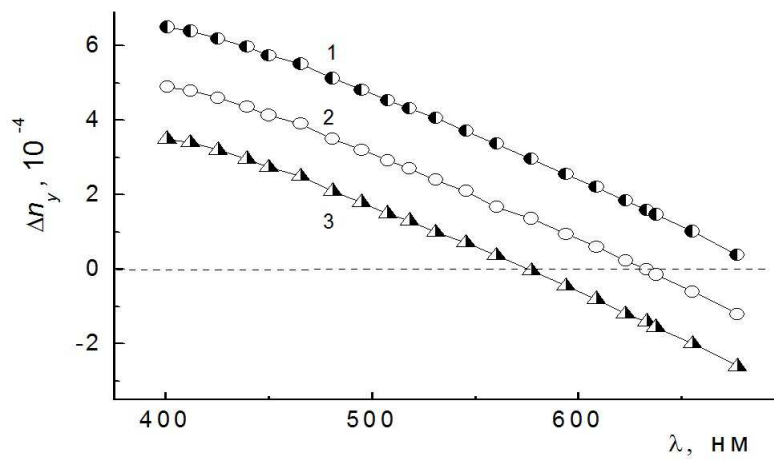


Рис. 3: Дисперсія двопронезаломлення кристалів LiNH_4SO_4 α -модифікації для різних температур: 1 – 293 К, 2 – 322 К, 3 – 350 К.

поляризаторами в діагональне положення, що забезпечує максимальне просвітлення поля зору. Встановлено, що за кімнатної температури ($T = 293$ К) $2V = 26^\circ$ для $\lambda = 633$ нм і з підвищенням температури він зменшується так, що за температури 300 К кут $2V = 0^\circ$, що підтверджує існування ізотропної точки в цьому кристалі. У разі подальшого підвищення температури оптичні осі переходять з площини XOZ в площину XOY і кристал знову стає оптично двовісним (рис. 4). Температурний гістерезис під час зміни кута між оптичними осями $2V$ у межах точності експерименту відсутній.

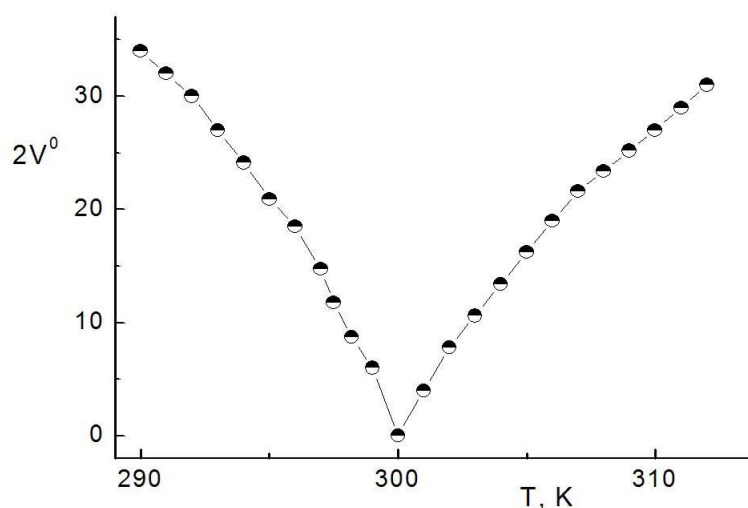


Рис. 4: Температурна залежність кута між оптичними осями кристалу ЛАС для $\lambda = 633$ нм.

Базуючись на експериментальних залежностях $\Delta n_y(\lambda, T)$, побудовано температурно - спектральну діаграму ізотропного стану кристалів ЛАС (рис. 5). Видно, що вона охоплює доступний спектральний (550 - 700 нм) і температурний (280 - 350 К) діапазони. Нагрівання вище температур 350 К приводить до метастабільного переходу кристала з α - в β -модифікацію, при цьому суттєво змінюються оптичні властивості кристала та положення ізотропної точки. Поведінка ІТ в кристалі ЛАС подібно до поведінки ІТ кристалу сингеніту. Точки кривої рис. 4 відповідають одновісному стану кристала. В областях I і II цього рисунка кристали ЛАС є оптично двовісними з наступною орієнтацією осей індикатриси: оптичні осі знаходяться в площині XOZ (область I) і в площині XOY (область II). Спектрально-температурна залежність ізотропного стану $\frac{\partial \lambda_0}{\partial T}$ кристала ЛАС нелінійна: швидкість зміщення по спектру з температурою становить 0,68 і 0,5 нм/К за кімнатної температури метастабільного переходу, відповідно. Незначна зміна $\frac{\partial \lambda_0}{\partial T}$ під час зміни температури і довжини хвилі робить кристал ЛАС перспективним як датчик температури і тиску.

Залежність $\lambda_0(T)$ кристалу ЛАС досліджували як в режимі нагрівання, так і охолодження. При цьому виявлено хорошу відтворюваність результатів.

Порівняння параметрів оптичної індикатриси ізоморфних кристалів групи A_2BX_4 може слугувати обґрунтуванням критеріїв пошуку кристалів з ІТ, якщо

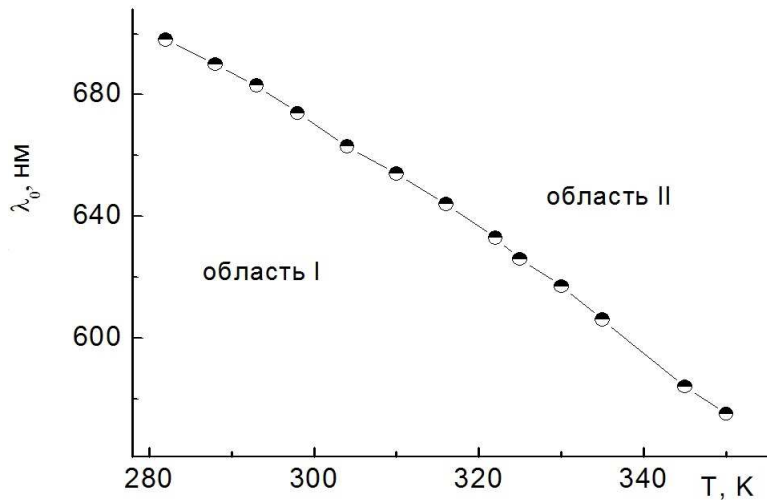


Рис. 5: Температурно-спектральна діаграма ізотропного стану кристалів LiNH_4SO_4 α -модифікації.

прийняти до уваги, що кристали K_2SO_4 , RbKSO_4 , Rb_2SO_4 , LiKSO_4 , LiNH_4SO_4 , RbNH_4SO_4 і $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ володіють ізотропною точкою в широкому температурному і спектральному діапазонах. Оскільки катіонне заміщення призводить до незначних змін параметрів оптичної індикатриси, то можна очікувати, що воно приведе до зміни спектрального або температурного діапазону існування ізотропного стану залежно від процентного співвідношення змішуваних речовин.

Таким чином, в роботі проаналізовано умови виникнення ізотропного стану в низці кристалів. Показано, що дисперсію Δn можна якісно описувати на основі моделі, яка представляє собою внесок крайових оптичних переходів та високо енергетичних переходів в глибині власної смуги поглинання, причому перший внесок обумовлює дисперсію, а другий - величину n_o , n_e і Δn .

Отримано кристали LiNH_4SO_4 α -модифікації, досліджено спектральні залежності їх показників заломлення та двопроненезаломлення в діапазоні кімнатних температур.

Виявлено перетин кривих $n_x(\lambda)$ і $n_z(\lambda)$, що свідчить про наявність ізотропної точки ($\Delta n_y = 0$), яка за кімнатної температури знаходиться на довжині хвилі $\lambda_0 \approx 683$ нм. Температурні вимірювання кута між оптичними осями свідчать про зміну площини оптичних осей під час переходу через ізотропний стан.

Отримані результати дають можливість запропонувати LiNH_4SO_4 у метрології як новий кристал з ізотропною точкою за кімнатних температур в доступній ділянці спектру.

Список використаної літератури

1. J.J. Hopfield, D.G. Thomas, Phys. Rev. Lett. **15**, №1, 22 (1965).
2. Б.В. Бокуть, А.Н. Сердуков *Основы теоретической кристаллооптики* (Гомель, 1977).
3. С.Н. Henry, Phys. Rev. **143**, №2, 627 (1966).
4. Т.М. Bieniewski, S.J. Czyzak, J. Opt. Soc. Amer. **53**, №4, 496 (1963).
5. D.W. Langer, J. Appl. Phys. **37**, №9, 3530 (1966).
6. Л.Е. Соловьев, В.С. Рудаков, Вестн. ЛГУ., №4. 23 (1968).
7. R.B. Parsons, W. Wardzynski, A.D. Yoffe, Proc. Roy. Soc. A. **262**, №1308, 120 (1961).
8. W.L. Bond, J. Appl. Phys. **36**, №5, 1674 (1965).
9. Y.S. Park, J. Appl. Phys. **39**, №7, 3049 (1968).
10. V. Chandrasekharan, H. Damany, Appl. Opt. **8**, №3, 671 (1969).
11. M. Balkanski, R.D. Waldron, Phys. Rev. **112**, №1, 123 (1958).
12. J.P. Laurenti, P. Vaigot, M. Rouzeyre, Phys. Rev. Appl. **12**, №11, 1755 (1977).
13. J.P. Laurenti, K.C. Rustagi, M. Rouzeyre, Appl. Phys. Lett. **28**, №4, 212 (1976).
14. J.L. Shay, J.H. Wernick *Shay Ternary chalcopyrite semiconductors: Growth, electronic properties and applications* (Oxford: Pergamon Press, 1975).
15. M.V. Hobden, Acta Cryst. **A24**, №3, 676 (1968).
16. C. Schwartz, D.S. Chemla, B. Ayrault, R.C. Smith, Opt. Commun. **5**, №4, 224 (1975).
17. Л.М. Сусликов, В.Ю. Сливак, М.П. Лисица *Твердотельные оптические фильтры на гиротропных кристаллах* (Київ: Интерпрес ЛТД, 1998).
18. М.О. Романюк *Кристаллооптика* (Київ, ІЗМН, 432 (1997).
19. В. Стадник, В. Габа *Рефрактометрія діелектричних кристалів з несумірними фазами* (Львів: Ліга-Пресс, 2010).
20. М.О. Романюк *Практикум з кристаллооптики і кристаллофізики* (Львів: Вид-во ЛНУ ім. І.Франка, 2012).
21. В.И. Стадник, В.М. Габа, Н.А. Романюк, Оптика и спектроскопия **68**, вып. 3, 701 (1990).
22. В.И. Стадник, Н.А. Романюк, В.Ф. Вахулович, Укр. физ. журнал. **37**, вып. 9, 1334 (1992).
23. И.С. Желудев, В.М. Габа, Н.А. Романюк, З.М. Урсул, Изв. АН СССЗ, сер.физ. **7**, №2, 386 (1986).
24. Н.А. Романюк, В.М. Габа, З.М. Урсул, В.И. Стадник, Оптика и спектроскопия **62**, вып.1, 94 (1987).
25. В.И. Стадник, Р.С. Брезвин, В.Ю. Курляк, Оптика и спектроскопия **77**, №5, 830 (1994).
26. Н.А. Романюк, В.И. Стадник, Р.С. Брезвин, В.И. Кардаш, Кристаллография **41**, №5, 882 (1996).
27. С.В. Мельникова, А.В. Карташев, В.А. Гранкина, И.Н. Флеров, ФТТ **45**, вып.4, 1497 (2003).

28. А.И. Круглик, М.А. Симонов, К.С. Александров, Кристаллография **23**, 494 (1978).
29. X. Solans, J. Mata, M.E. Calvet, M. Front-Baldia, J. Phys. **11**, 8995 (1999).
30. С. Бацанов *Структурная рефрактометрия* (М.: Высш. школа, 1976).

Стаття надійшла до редакції 8.10.2013
прийнята до друку 5.11.2013

SEARCHING FOR NEW CRYSTALS WITH ISOTROPIC POINT

V. Stadnyk¹, Z. Kohut², I. Matviishyn¹, M. Rudysh²,
P. Shchepanskyi²

¹ *Ivan Franko National University of Lviv
Kyrylo and Mefodiy Str., 8, UA-79005 Lviv, Ukraine
e-mail: vasylstadnyk@ukr.net, rudysh.myron@gmail.com*

² *Lviv Polytechnic National University
S. Bandera St., 13, UA-79013 Lviv, Ukraine*

In this paper have been obtained crystals LiNH_4SO_4 in α - modification, spectral dependences of the refractive indices $n_i(\lambda)$ and birefringence Δn_i in the room temperature range has been studied. It has been found the intersection of curves $n_x(\lambda)$ and $n_z(\lambda)$, which testifies the presence of isotropic point which is at room temperature at a wavelength $\lambda_0 \approx 683$ nm. The temperature measurement of the angle between the optical axes testify to the change of the plane of optical axes during transition through the isotropic state. Obtained results make it possible to offer LiNH_4SO_4 as new crystal with isotropic point at room temperature in available region of the spectrum.

Key words: refractive index, birefringence decay, isotropic point

ПОИСК НОВЫХ КРИСТАЛЛОВ С ИЗОТРОПНОЙ ТОЧКОЙ

В. Стадник¹, З. Когут², И. Матвишын¹, М. Рудыш¹,
П. Щепанский¹

¹ Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Кирилла и Мефодия 8, 79005 Львов, Украина
e-mail: vasylstadnyk@ukr.net, rudysh.myron@gmail.com

² Национальный университет "Львовская Политехника"
ул. С. Бандеры, 13, 79013 Львов, Украина

В работе получено кристаллы LiNH_4SO_4 α - модификации, исследованы спектральные зависимости их показателей преломления $n_i(\lambda)$ и двулучепреломления Δn_i в диапазоне комнатных температур. Обнаружено пересечение кривых $n_x(\lambda)$ и $n_z(\lambda)$, что свидетельствует о наличии изотропной точки, которая при комнатной температуре находится на длине волны $\lambda_0 \approx 683$ нм. Температурные измерения угла между оптическими осями свидетельствуют об изменении плоскости оптических осей во время перехода через изотропное состояние. Полученные результаты дают возможность предложить LiNH_4SO_4 как новый кристалл с изотропной точкой при комнатных температурах в доступном участке спектра.

Ключевые слова: показатель преломления, двулучепреломление, изотропная точка