

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Матвіїва Романа Богдановича

«Вплив домішок на оптико-електронні параметри діелектричних кристалів групи сульфатів»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 10 «Природничі науки»
за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

Актуальність теми досліджень.

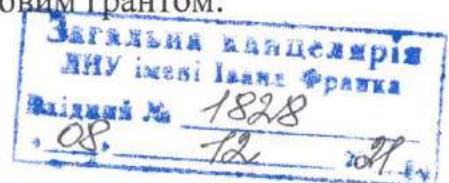
Сучасний стрімкий розвиток фотоніки та оптоелектроніки обумовлює необхідність створення функціональних матеріалів із наперед заданими параметрами і характеристиками. Пошук таких матеріалів здійснюється в комплексних дослідженнях з врахуванням взаємозв'язку між компонентним складом матеріалу, його структурою та властивостями. Такий підхід передбачає аналіз фазових діаграм стану, вивчення структури матеріалів, проведення досліджень їхніх оптичних властивостей. Пошук функціональних матеріалів може здійснюватися як шляхом синтезу нових, так і шляхом зміни фізичних властивостей вже відомих матеріалів за рахунок введення різноманітних домішок.

Серед великого різноманіття функціональних матеріалів можна виділити діелектричні кристали групи сульфатів, які використовуються в оптоелектроніці в давачах температури, тиску та перетворювачах електромагнітного випромінювання.

Для дослідження дисертантом було обрано кристал сульфату калію, який є типовим представником кристалів групи сульфатів $ABSO_4$. Як відомо, введення домішок перехідних металів дозволяє змінювати та керувати фізичними властивостями цих кристалів, що, у свою чергу, може розширити межі їхнього практичного застосування та робить актуальними їхнє дослідження. У рецензованій роботі обрано саме такий метод зміни фізичних властивостей кристалів сульфату калію, де в ролі домішки обрано іони міді з різними концентраціями.

До робіт дисертанта були відомі результати дослідження люмінесцентних властивостей кристалів K_2SO_4 з домішками іонів перехідних металів, проте дослідження їхньої структури, зонно-енергетичної структури, спектральних та фотопружних властивостей не проводились. У дисертаційній роботі представлені результати експериментальних та теоретичних досліджень вищезгаданих властивостей.

Про актуальність тематики дисертаційного дослідження свідчить також зв'язок роботи з держбюджетними темами та науковим грантом:



- «Нові матеріали функціональної електроніки на основі напівпровідникових та діелектричних кристалів груп A_4BX_6 та A_2BX_4 (№ д. р. 0117U001231) (2017-2019 рр.);
- «Трансформація оптико-електронних параметрів і структура нових кристалічних матеріалів для сенсорної техніки та оптоелектроніки» (№ д. р. 0120U102320) (2020- 2022 рр.);
- гранту Національного фонду досліджень України 2020.02/0211 «Експериментально-теоретичне вивчення і прогнозування фотопружних властивостей кристалічних матеріалів для пристроїв керування електромагнітним випромінюванням» (підтримка досліджень відомих та молодих вчених) (2020-2022 рр).

Дисертаційна робота оформлена згідно діючих вимог до робіт такого плану. Робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів (зроблено літературний огляд, описано методіку та результати досліджень), висновків, списку використаної літератури та додатку. У роботі чітко визначено мету та завдання роботи, об'єкт та предмет досліджень.

Основні результати та їх наукова новизна.

До найважливіших положень, які визначають основні результати та наукову новизну цієї дисертаційної роботи, на мою думку, слід віднести наступні:

1. Синтезовано оптично якісні кристали сульфату калію із домішками іонів міді у двох концентраціях (1,7 та 3%) та за допомогою рентгеноструктурного аналізу досліджено структуру цих кристалів.

2. Досліджено температурні, баричні та спектральні залежності показників заломлення та двопроменезаломлення домішкових кристалів сульфату калію. Побудовано концентраційні залежності, що дозволяє проводити синтез кристалів із наперед заданими властивостями.

3. Досліджено поведінку фазового переходу та встановлено, що введення домішки приводить до зміщення температури фазового переходу в бік нижчих температур і це зміщення зростає із збільшенням концентрації домішок.

4. Досліджено вплив домішок на температурно-спектральний діапазон існування ізотропних точок в цих кристалах. Встановлено, що введення домішки приводить до зміщення ізотропних точок у бік нижчих температур залежно від концентрації домішки.

5. Розраховано зонно-енергетичну структуру кристалів сульфату калію із домішками іонів міді з використанням теорії функціоналу густини. Теоретично розраховано дисперсійні залежності показників заломлення та проведено їх порівняння із експериментально отриманими залежностями.

Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає у наступному:

- отримані концентраційні залежності показників заломлення, двоприменезаломлення та положення точки фазового переходу дозволяють синтезувати матеріали з наперед заданими властивостями залежно від концентрації домішки міді і можуть бути використаними у приладобудуванні;
- побудовані температурно-спектрально-баричні діаграми ізотропного стану дозволяють використовувати кристали сульфату калію для вимірювання тиску та температури;
- результати дослідження п'єзооптичних та пружнооптичних властивостей кристалів сульфату калію із домішками міді можуть бути використаними для акустооптичної модуляції ультрафіолетового випромінювання;
- у роботі представлено два патенти на корисну модель на основі кристалів $K_{1.75}[NH_4]_{0.25}SO_4$ та $(NH_4)BeF_4$ для вимірювання тиску та температури.

Обґрунтованість та достовірність.

Сформульовані у дисертаційній роботі наукові положення та висновки в цілому достатньо добре проаналізовані та обґрунтовані. Для обґрунтування досліджень кристалічної структури кристалів сульфату калію із домішками міді та їх спектральних властивостей використано апробовані експериментальні методи. Обґрунтованість одержаних експериментальних результатів забезпечується теоретичними обчисленнями і оцінками, а також порівняльним аналізом з відповідними результатами попередніх робіт інших авторів. Достатньо добре узгодження отриманих експериментальних результатів з теоретичними розрахунками підтверджує їхню достовірність. Крім того, результати та висновки дисертаційної роботи опубліковані у 5 статтях (з них 3 статті у виданнях, включених у наукометричні бази даних Scopus та Web of Science), 2 патентах на корисну модель та неодноразово представлялися на міжнародних наукових конференціях та семінарах, що також свідчить про їхню достовірність.

Повнота викладу отриманих результатів в опублікованих працях та їх апробація.

Наукові положення, результати та висновки дисертаційного дослідження опубліковані у 14 роботах, у томі числі: 5 статей у наукових журналах, з яких 3 у журналах, які індексуються міжнародними наукометричними базами даних Scopus та Web of Science; 2 патенти на корисну модель; 7 – публікацій у матеріалах конференцій.

В опублікованих працях повністю викладено основні наукові положення дисертаційної роботи та отримані результати, а рівень та кількість публікацій відповідають діючим вимогам до дисертацій.

У процесі ознайомлення із дисертацією Матвіїва Р. Б. та науковими працями, опублікованими за темою дисертації, порушень академічної доброчесності не виявлено.

Зауваження до роботи.

Незважаючи на загальне цілком позитивне враження від дисертації, хочу звернути увагу на деякі зауваження до роботи:

1. Кристали сульфату калію є сегнетоеластиками, які при фазовому переході, що супроводжується пониженням симетрії $b/mmm - mmm$, можуть розбиватися на сегнетоеластичні домени, які характеризуються різними орієнтаціями оптичної індикатриси. З дисертаційної роботи не зрозуміло чи враховувалася дана обставина при проведенні досліджень цих кристалів?

2. Дисертантом проведені дослідження фото пружних властивостей домішкових кристалів сульфату калію та визначені значення п'єзооптичних та пружнооптичних коефіцієнтів. Проте значення цих коефіцієнтів представлені без врахування похибок, які, як відомо, можуть бути досить значними при проведенні п'єзооптичних досліджень та суттєво збільшуватись при розрахунку пружнооптичних коефіцієнтів та врахуванні похибок визначення значень коефіцієнтів пружної жорсткості.

3. В тексті дисертаційної роботи коефіцієнт акустооптичної якості M_2 досить часто названий як «акустооптична ефективність M_2 » або «коефіцієнт акустооптичної взаємодії».

4. В п. 5.1 дисертаційної роботи зазначено, що з рисунка 5.1 видно, що одновісний тиск σ_x та σ_y призводить до різних за величиною змін Δn_z . Разом з тим, на рисунку 5.1 представлені тільки залежності для Δn_x та Δn_y .

5. На рисунках 4.4, 4.6 - 4.8 та 5,6 надписи та позначення зроблено на англійській мові, а саме «dielectric function», «eV», «Intensity (arbitrary units)», «Binding energy (eV)», «bar» та «nm».

Проте, вказані вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку представленої дисертаційної роботи.

Висновок

Вважаю, що дисертаційна робота Матвіїва Романа Богдановича «Вплив домішок на оптико-електронні параметри діелектричних кристалів групи сульфатів», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», є завершеною працею, в якій отримані нові науково обгрунтовані результати та яка задовольняє вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня

доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 23 березня 2016 року №261 (зі змінами і доповненнями від 3 квітня 2019 року №283), п. 10 «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії», з наступними змінами, який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року № 167 та наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а її автор – Матвіїв Роман Богданович заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

Офіційний опонент,
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
заступник директора Інституту фізичної
оптики імені О. Г. Влоха МОН України



Скаб І.П.