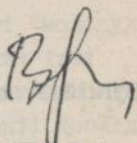


ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ГОРЮБЧЕНКО Володимир Сергійович



СТИМУЛЬОВАНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА РЕЛАКСАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ
У МОЛЕКУЛЯРНИХ КРИСТАЛАХ З ДОМІШКАМИ
ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

01.04.05 - оптика, лазерна фізика

01.04.09 - фізика низьких температур

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Харків - 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00760426 (P)

Робота виконана у Харківському фізико-технічному
інституті низьких температур ім. Б. І. Веркіна
Національної Академії Наук України

Наукові керівники : доктор фіз.-мат. наук, професор
академік НАНУ
Єрмоєнко Віктор Валентинович
канд. фіз.-мат. наук
ст. наук. співр.
Огурцова Людмила Олексіївна

Офіційні опоненти : доктор фіз.-мат. наук, професор
Милославський Володимир Костянтинович
(Харківський державний університет)
доктор фіз.-мат. наук
ст. наук. співр.
Савченко Олена Володимирівна
(Харківський фізико-технічний
інститут низьких температур
ім. Б.І. Веркіна)

Провідна організація - Інститут фізики НАН
України, м. Київ

Захист відбудеться " 1 " Листопада 1996 р. о 14 год.
на засіданні спеціалізованої ради Д 02.02.15 при
Харківському державному університеті (310077, м. Харків,
майд. Свободи, 4, ауд. ім. К. Д. Синельникова)

З дисертацією можна ознайомитись у Центральній науковій
бібліотеці Харківського державного університету

Автореферат розіслано " 28 " ВЕРЕСНЯ 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради В. П. Пойда

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми та ступінь дослідження тематики дисертації. На цей час велику увагу до себе привертать дослідження оптичних властивостей сильно збуджених конденсованих систем, серед яких особливе місце займають домішкові молекулярні кристали. Спрямовано підбираючи систему матриця-домішка, змінюючи концентрацію домішки, використовуючи різноманітні способи збудження, можливо створити у даних об'єктах умови для спостереження і вивчення ряду фізичних явищ, у тому числі когерентних і некогерентних ефектів. До некогерентних станів, які і досліджуються у даній роботі, відносяться стимульоване випромінювання (СВ) світла, внутрішньомолекулярні релаксаційні процеси, динамічні властивості ґратки і т. ін.

Особливу цікавість викликають домішкові молекулярні кристали, охолоджені до температур < 40 К, при яких їхні спектри ставть лінійчатыми, що дозволяє використовувати ці об'єкти у тонкоструктурній лазерній спектроскопії. Дослідження особливостей СВ світла домішковими молекулярними кристалами при низьких температурах є ефективним методом вивчення власного енергетичного спектру кристалів та каналів релаксації оптичних збуджень у них. Дослідження релаксації оптичних збуджень дозволяє вивчати викликачі релаксації приховані збудження, які прямо не взаємодіють зі світлом. У цьому випадку за релаксацію відповідна електрон-фононна взаємодія (ЕФВ) — явище, яке приймає участь у більшості процесів, можливих у фізиці конденсованого стану. Воно визначає фізику домішкових центрів разом з особливостями їхніх оптичних властивостей, видозмінює електронні збудження аж до зв'язування їх (колективні явища), керує фазовими переходами і т. ін. У цьому зв'язку важливими є температурні дослідження спектральних характеристик СВ світла домішковими молекулярними кристалами. Будь яка інформація про вплив температури на випромінювальні параметри домішкового центру є надзвичайно корисною для розуміння фізичних механізмів, відповідальних за релаксацію оптичного збудження у домішковому молекулярному кристалові. Крім того, доскональне дослідження спектрально-кінетичних та енергетичних параметрів СВ світла деяких домішних молекулярних кристалів дає можливість підібрати найбільш

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АД України

ефективні системи матриця-домішка для перетворювачів частоти лазерного випромінювання.

Мета роботи та основні задачі полягали у наступному :

1. Експериментально дослідити параметри СВ світла домішковими молекулярними кристалами з різною ЕФВ у широкому інтервалі енергій моноімпульсного лазерного збудження та області температур.
2. Експериментально та теоретично виявити роль нерівноважних вібронів та фононів, а також структурних змін кристалу-матриці у розвитку СВ домішкових молекулярних кристалів.
3. Експериментально визначити умови виникнення вимушеного комбінаційного розсіювання (ВКР) світла бездомішковими молекулярними кристалами.

Методи досліджень. Приведені у дисертації результати експериментальних досліджень одержані при використанні методів низькотемпературної лазерної спектроскопії (НЛС). Результати теоретичних досліджень отримані при використанні методу найменших квадратів (МНК).

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному:

Вперше у кристалах зі слабкою ЕФВ (нафталін + β -динафтилдивінілбензол (ДНДВБ), дибензил+нафтацен) зі спектрів їхнього СВ при 1,8 К визначені терміни релаксації кінцевих у випромінюванні коливальних рівнів основного стану.

З'ясована роль нерівноважних фононів у розвитку СВ у кристалах зі значною ЕФВ (нафталін з домішкою β -динафтилетилену (ДНЕ)).

Вперше отримано ВКР при температурі 1,8 К у кристалах нафталіну, п-терфенілу та стильбену.

Оцінені температури фазових переходів T_{C1} та T_{C2} кристалу дифенілу з домішкою антрацену зі спектрів їхнього СВ.

Пояснений зв'язок дублетної структури спектру СВ дифенілу з домішкою антрацену існуванням розмірних і нерозмірних частин кристалу.

Знайдений у кристалі п-терфенілу з домішкою нафтацену структурний фазовий перехід близький до типу порядок - безпорядок при T_C приблизно рівній 19 К.

На захист виносяться наступні наукові положення:

1. У кристалах зі слабкою електрон-фононою взаємодією багаточастотне стимульоване випромінювання пов'язане з насиченням кінцевого у стимульованому випромінюванні коливального рівня основного стану.
2. У кристалах зі значною електрон-фононою взаємодією при збудженні ультракороткими імпульсами накопичуються нерівноважні фонони, які впливають на розвиток стимульованого випромінювання.
3. Випромінювання нафталину, п-терфенілу та стильбену при 1.8К та збудженні третьою гармонікою неодимового лазера є вимушеним комбінаційним розсіюванням.
4. Особливості спектрів стимульованого випромінювання домішкового центру у нежорстких матрицях визначаються структурними змінами в матриці. Дублетна структура спектру стимульованого випромінювання дифенілу з домішкою антрацену у інтервалі температур 5.5-38 К пов'язана з випромінюванням від розмірних та нерозмірних частин кристалу.
5. Аномальна поведінка смуг стимульованого випромінювання кристалу п-терфенілу з домішкою антрацену у області температур 15-25 К пов'язана з існуванням у матриці при температурі приблизно 19К фазового переходу близького до типу порядок- безпорядок.

Теоретична та практична цінність роботи визначається тим, що одержані у роботі результати можуть бути застосовані у практиці та використані при розробці оптичних квантових генераторів, перетворювачів частоти моноімпульсного лазерного випромінювання як за допомогою СВ, так і вимушеного комбінаційного розсіювання світла, у криогенній термометрії, а також можуть бути використані в установах, які займаються дослідженнями у галузі фізики твердого стану, зокрема тонкоструктурної лазерної спектроскопії, фазових переходів. Розроблений метод вимірювання миттєвої теплоємності у збудженому об'ємові зразків дозволяє відрізнити стаціонарні процеси від нестаціонарних та отримати інформацію, яку неможливо здобути іншими методами. Це розширює можливості фізичних досліджень динаміки твердого стану.

Особистий внесок автора полягає у створенні експериментальної установки для досліджень, отриманні наведених у роботі експериментальних результатів, їх обробці та обговоренні, зіставленні отриманих експериментальних даних з даними теоретичного аналізу, виконанні теоретичних розрахунків теплоємності збудженої частки зразків.

Апробація роботи. Основні результати та положення роботи доповідались та обговорювались на XXIV Всесоюзній нараді з люмінесценції (м. Мінськ, 1977), XI координаційній нараді з органічних напівпровідників (м. Рига, 1981), III Всесоюзному симпозіумі зі світлової луни та когерентної спектроскопії (м. Харків, 1985), VII Республіканській школі-семінарі "Спектроскопія молекул та кристалів", (м. Полтава, 1987), Всесоюзному семінарі "Проблеми тонкоструктурної та селективної спектроскопії", (м. Москва, 1988), Всесоюзній нараді по молекулярній люмінесценції (м. Караганда, 1989), VII Всесоюзній конференції "Органічні люмінофори та їх використання у народному господарстві", (м. Харків, 1990).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 27 робіт.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та бібліографічного списку. Її обсяг становить 183 сторінки машинописного тексту, вона містить 50 малюнків та 3 таблиці. Список літератури складається з 150 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі розглядаються основні положення теорії електронно-коливальних спектрів і обговорюються різноманітні типи взаємодії. Аналізується температурна поведінка безфононової лінії (БФЛ) та фононного крила (ФК) у оптичних спектрах домішкових кристалів. Розглядається вплив домішки на динамічні характеристики та теплоємність домішкових кристалів. Обговорюються результати по СВ та генерації світла молекулярними кристалами при кімнатній температурі та низьких температурах, одержані іншими авторами.

У другому розділі "Зразки та методика досліджень" змальовуються методи очистки та вирощування молекулярних кристалів, обґрунтовується підбір пар матриця-домішка. Зма-

лювується експериментальна установка, методики отримання та дослідження спектрів, кінетики люмінесценції та СВ, а також спектрів ВКР світла.

У третьому розділі "Особливості стимульованого випромінювання домішкових молекулярних кристалів при температурах 1.8 та 4.2 К" наведені результати дослідження спектрів люмінесценції, спектрів та кінетики СВ, енергетичних параметрів СВ при температурах 1,8; 4,2 К домішкових молекулярних кристалів на основі нафталіну, дифенілу, п-терфенілу та дибензилу з домішками $\beta\beta$ -ДНЕ, $\beta\beta$ -ДНДВЕ, антрацену та нафтацену.

Кристал нафталіну з домішкою $\beta\beta$ -ДНЕ є системою зі значною ЕФВ. Лінії спектрів поглинання та люмінесценції вузькі (приблизно 5 см^{-1}) та розміщені на суцільному сильному фоні. Спектр СВ цього кристалу при малих рівнях збудження випромінюванням третьої гармоніки недимового оптичного квантового генератора (ОКГ) складається із вібронної БМЛ ($\nu=25206 \text{ см}^{-1}$). При підвищенні рівня збудження починаючи з певного порогового поруч з підсиленням БМЛ у спектрі СВ з'являється смуга, відповідаюча ФК цієї вібронної БМЛ, інтенсивність її з підвищенням потужності збудження зростає, переростаючи БМЛ. Така поведінка спектру СВ пояснюється участю нерівноважних фонів кристалу у розвитку СВ на вібронному переході домішкового центру.

Кристал нафталіну з домішкою $\beta\beta$ -ДНДВЕ - система з слабкою ЕФВ. Спектри поглинання та люмінесценції - вузькі лінії на слабкому дифузному фоні. Спектр СВ починаючи з щільності потужності збудження $W \cong 0,7 \text{ МВт/см}^2$ складається з однієї вузької лінії $\nu=23695 \text{ см}^{-1}$, яка відповідає переходу з участю коливання 147 см^{-1} . Подальше підвищення збудження приводить до появи при $W \cong 1,2 \text{ МВт/см}^2$ у спектрі СВ другої лінії 22265 см^{-1} , відповідній вібронному переходу з участю коливання 1580 см^{-1} . При виході лінії 22256 см^{-1} у СВ ріст інтенсивності лінії 23695 см^{-1} різко уповільнюється. Така поведінка спектру пояснюється впливом відносно великого часу релаксації коливальних рівнів основного стану на розвиток СВ.

Для подальших досліджень були вибрані у ролі матриць дифеніл та п-терфеніл, дозволяючи із-за нежорсткості своїх молекул розміщуватись у їхній ґратці молекулам різноманітної

форми . У даному випадку досліджувались кристали дифенілу з домішкою антрацену, п-терфенілу з домішкою нафтацену та дибензилу з домішкою нафтацену. Спектр лімніесценції дифенілу з антраценом при концентрації домішки приблизно 10^{14} см^{-3} , температурі 1,8 К та низькому рівні збудження складається з вузьких БМЛ, які належать до чисто електронного та вібронних переходів. Спектр СВ складається з двох вузьких ліній з $\nu_1 = 24642 \text{ см}^{-1}$ та $\nu_2 = 24632 \text{ см}^{-1}$.

З домішкою нафтацену досліджувалися кристали п-терфенілу та дибензилу . Спектр лімніесценції нафтацену у п-терфенілі при 4,2 К складається з вузьких ліній. Спектр СВ складається з двох вузьких ліній (дублет) $\nu_1 = 18892 \text{ см}^{-1}$ та $\nu_2 = 18888 \text{ см}^{-1}$, які належать найбільш інтенсивним лініям у мультиплеті вібронного переходу з участю коливання 1390 см^{-1} спектру лімніесценції.

Спектр лімніесценції дибензилу з домішкою нафтацену становить собою вузькі лінії на слабкому фоні. Спектр СВ є прикладом багаточастотного СВ та складається з двох ліній, відповідних двом електронно-коливальним переходам $\nu = 20258 \text{ см}^{-1}$ та $\nu = 19187 \text{ см}^{-1}$, при підвищенні потужності збудження, дублету $\nu_1 = 19187 \text{ см}^{-1}$ та $\nu_2 = 19182 \text{ см}^{-1}$.

Для цих кристалів характерним є зменшення часу висвічування з підвищенням потужності збудження.

Зі спектрів лімніесценції нафталіну з домішкою $\beta\beta$ -ДНДВБ та дибензилу з домішкою нафтацену та відповідних залежностей інтенсивності СВ від потужності збудження були визначені терміни релаксації коливальних рівнів основного стану, які дорівнюють 10^{-11} с та $2 \cdot 10^{-11} \text{ с}$ відповідно.

У системі зі значною ЕФВ (нафталін з домішкою $\beta\beta$ -ДНЕ) при підвищенні потужності збудження інтенсивність ФК ставала більшою ніж інтенсивність БМЛ, що пов'язується з накопичуванням нерівноважних фонів, стимулюючих переходи на частоті вібронної БМЛ. Вплив накопичення нерівноважних фонів на спектр СВ може проявитись, якщо їхній термін життя τ_{ϕ} достатньо великий у порівнянні з терміном життя у збудженому стані у режимі СВ. Для перевірки цього допущення збудження цієї системи проводилось серією ультракоротких імпульсів з довжиною одиночного імпульсу біля 10^{-11} с та часом між ім-

пульсами у серії 4 та 12 нс. При незмінній потужності збудження та зменшенні часу між імпульсами у серії спостерігається збільшення інтенсивності ФК, підтверджуючи тим самим допущення про накопичування нерівноважних фононів та їх участь у розвитку СВ світла, демонструючи термін життя фононів щонаймені $\geq 10^{-10}$ с.

Непрямо виявити нерівноважні фонони можна по зміні відношення інтенсивностей СВ між БМЛ та ФК у полі високоінтенсивної нерезонансної частоти збудження за допомогою розсіювання, наперед з'ясувавши відсутність світлового тушіння у даному випадку. У цьому зв'язку досліджувався кристал нафталіну з домішкою $\beta\beta$ -ДНЕ. Збудження світіння домішки здобувалось за допомогою третьої гармоніки ОКГ (у смузї поглинання домішки) з такою енергією, при якій інтенсивності БМЛ та ФК були рівні. Нерезонансне збудження здійснювалось другою гармонікою ОКГ (у смузї прозорості матриці та домішки). Залежність інтенсивності БМЛ та ФК при постійному збудженні третьою гармонікою ОКГ від потужності нерезонансного збудження вказує на незначний перерозподіл між інтенсивностями БМЛ та ФК на користь ФК при більших збудженнях, що може бути пов'язане з незначним нагрівом кристалу. Для перевірки цього допущення були зроблені дослідження залежності спектру СВ даної системи при постійній потужності збудження третьою гармонікою ОКГ у відсутності опромінення другою гармонікою ОКГ у залежності від температури. Порівняння одержаної залежності спектру СВ зі спектром СВ при існуванні нерезонансного збудження виявило, що нерезонансне збудження пригнічує ріст інтенсивності ФК, що пояснюється комбінаційним розсіюванням нерезонансного збудження на нерівноважних фононах, виводу частки Іх з каналу СВ ФК, що зводить до зменшення інтенсивності ФК.

Потужне оптичне збудження молекулярних кристалів за низьких температур дає одну із можливостей перебудови частоти накачки шляхом одержання СВ. Другою можливістю є перебудова моноімпульсного випромінювання за рахунок ВКР світла. У даній роботі ВКР було отримано при температурі 1,8 К у кристалах нафталіну, п-терфенілу та стильбену при збудженні Іх третьою гармонікою ОКГ у схемах спостереження

на відблиск та на просвіт. У спектрах цих кристалів при певних енергіях збудження одержані вузькі лінії випромінювання, розміщені від лінії збудження на відстані, відповідній внутрішньо-молекулярним повносиметричним коливанням. Вимушений характер розсіювання одержаних ліній підтверджується існуванням порогу з'явлення їх у спектрах випромінювання, нелінійною залежністю інтенсивності цих ліній від потужності збудження та шириною ліній, яка співпадає з шириною лінії збудження.

У четвертому розділі "Вплив структурних змін кристалу-матриці на світіння домішкового центру" приведені результати дослідження впливу структурних змін кристалу-матриці на світіння домішкового центру на прикладі кристалів дифенілу з домішкою антрацену та п-терфенілу з домішкою нафтацену. При дослідженні поведінки спектру дифенілу з домішкою антрацену від температури в умовах фіксованого збудження було знайдено, що співвідношення інтенсивності між лініями ν_1 та ν_2 не змінюється у діапазоні температур 5,5 - 12 К. При подальшому підвищенні температури інтенсивність лінії ν_2 швидко зменшується до нуля при $T \approx 30$ К, зменшення інтенсивності лінії ν_1 значно слабкіше у діапазоні температур до $T \approx 45$ К. Відстань між лініями $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_2$ залишається постійною у діапазоні температур 5,5 - 12 К та зменшується при подальшому підвищенні температури, при цьому положення лінії ν_1 не змінюється а лінія ν_2 зміщується. Відмічені особливості спектру СВ можна пов'язати зі зміною структури матричного кристалу у низькотемпературній нерозмірній фазі II, існуючій у межах температур 40-15 К. Дублетна структура ν_1 та ν_2 спектру СВ пояснена випромінюванням із розмірних та нерозмірних частин кристалу. Використання теорії фазових переходів Ландау та Ліфшица дає можливість пояснити явища, що спостерігаються, співвідносячи відношення інтенсивностей ліній ν_1 та ν_2 та відстані між ними з ефективними параметрами порядку η_1 та η_2 . У межах точності експерименту спостерігається добрий збіг експериментальних та розрахункових залежностей. Екстраполяція у бік високих температур дозволяє оцінити температуру фазового переходу $T_{c2} \approx 38$ К, злам на кривих відповідає $T_{c1} \approx 12$ К. Дослідження спектрів СВ даної

системи при постійній температурі та різноманітних потужностях збудження показали, що співвідношення інтенсивностей ліній ν_1 та ν_2 та частотний інтервал між ними зменшується зі збільшенням потужності збудження. Така поведінка СВ пов'язується з імпульсним нагрівом зразку за рахунок народження та релаксації нерівноважних фононів у результаті безвипромінювальної конверсії енергії збудження та ЕФВ, який у свою чергу призводить до структурних змін кристалу матриці, які відображаються на характеристиках випромінювання домішкового центру. Оцінка розміру нагріву кристалу при $W \approx 2 \cdot 10^7$ Вт. см⁻² та температурі 5,5 К дає значення приблизно 13 К. Із експериментальних даних $\Delta\nu = f(T)$ та $\Delta\nu = f(W)$ з використанням співвідношення, визначаючого теплоємність, розрахована питома теплоємність $C_{\text{лаз}}$ дифенілу з антраценом при різноманітних температурах, які досягаються під дією лазерної накачки. Розраховані значення виявились більшими від значень теплоємності цього ж кристалу, виміряних методом адіабатичної калориметрії. Така різниця у значеннях теплоємності пояснюється нерівноважністю системи до акту висвічування.

З метою оцінки структурних змін матриці досліджувалась поведінка спектру випромінювання п-терфенілу з домішкою нафтацену у межах температур 5–40 К. Дослідження спектру СВ при фіксованій щільності потужності збудження показало, що у інтервалі температур 5–15 К спектр практично не змінюється. У інтервалі температур 15–20 К співвідношення інтенсивностей у дублеті помітно змінюється: інтенсивність I_2 лінії ν_2 плавно зменшується при зміні температури від 5 до 30 К, інтенсивність I_1 лінії ν_1 (а також відношення I_2/I_1) мають точку перегіну при температурі ≈ 19 К. Крім цього, спектральна відстань $\Delta\nu$ між лініями ν_1 та ν_2 починаючи з температури 20 К скорочується: лінія ν_2 наближається до ν_1 . Підвищення потужності збудження при фіксованій температурі також приводить до аналогічних змін у спектрі СВ, що пояснюється імпульсним нагрівом зразку. Якщо прийняти до уваги, що домішковий центр має дволямний потенціал, то однакова поведінка ліній ν_1 та ν_2 у інтервалі температур 5–15 К свідчить про відсутність зміни взаємодії домішкового центру з матричним навколишнім середовищем, та, відповідно, відсутності

помітних структурних змін матриці. У інтервалі температур 15–25 К з'являються структурні зміни матриці, можливий фазовий перехід при $T \approx 19$ К, близький до типу порядок-безпорядок, коли відбувається симетризація двоюмних адіабатичних потенціалів домішкового центру.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Особливості СВ домішкових молекулярних кристалів при температурах 1,8 та 4,2 К визначаються в основному жорсткістю молекул матриці та величиною ЕФВ.

2. У всіх досліджених домішкових кристалів при температурах 1,8 та 4,2 К починаючи з певної потужності збудження $W_{\text{пор}}$ розвивається СВ з низьким порогом, вузькими, стабільними по частоті лініями випромінювання.

3. У кристалах зі слабкою ЕФВ (антрацен у дифенілі) СВ розвивається на найінтенсивнішій БМЛ спектрі люмінесценції, спостерігається ефект багаточастотного СВ (нафтацен у дибензилу, β -ДНДВБ у нафталіні), що дозволяє зробити оцінку терміну існування кінцевих у СВ коливальних рівнів основного стану.

4. У кристалах зі значною ЕФВ (β -ДНЕ у нафталіні) СВ розвивається на самій інтенсивній у спектрі люмінесценції БМЛ та II ФК. Ріст інтенсивності ФК у спектрі СВ при збільшенні енергії збудження пов'язаний з накопиченням нерівноважних фононів.

5. У кристалах нафталіну, п-терфенілу та стильбену при температурі 1,8 К отримано ВКР з коефіцієнтом перетворення у стоксову компоненту до 10%. Підвищення температури від 1,8 К до 4,2 К помітно зменшує інтенсивність ВКР.

6. Низькотемпературні властивості кристалу-матриці зі структурними змінами відбиваються контрольованим чином на спектральних властивостях домішкових центрів, введених до цієї матриці.

7. Дублетна (ν_1 та ν_2) структура спектру СВ кристалу дифенілу з домішкою антрацену у інтервалі температур 5,5 – 38 К пояснюється випромінюванням із розмірних (ν_1 – лінія) та нерозмірних (ν_2 – лінія) частин кристалу. Температури фазових переходів T_{C1} та T_{C2} , визначені за спектрами СВ, дорівнюють 12 К та 38 К відповідно.

8. Потужне оптичне збудження кристалу дифенілу з антраценом при температурі 5,5 К призводить до імпульсного нагріву зразку за рахунок народження та релаксації нерівноважних фонів у результаті безвисвітлювальної конверсії енергії збудження та ЕФВ у системі. Величина нагріву кристалу при значних рівнях щільності потужності досягає 13 К.

9. Аномальна поведінка ліній СВ п-терфенілу з домішкою нафтацену у межах температур 15 -25 К, пояснюється існуванням у матриці при температурі приблизно 19 К фазового переходу близького до типу порядок-безпорядок.

Основні результати дисертації опубліковані у роботах:

1. О возможности генерации света примесными молекулярными кристаллами / Горобченко В.С., Доброхотова В.К., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А., Подгорний А.П., Покровская Ф.С. // Киев: "Наукова думка". - Квантовая электроника. - 1974. - в 8. - С. 57-63.
2. Об особенностях стимулированного излучения примесных молекулярных кристаллов / Горобченко В.С., Доброхотова В.К., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А., Подгорний А.П., Покровская Ф.С. // Л.: "Наука". - Оптика и спектроскопия. - т XXXVII. - в. 3. - 1975. - С. 579-582.
3. Определение времен релаксации колебательных уровней основного состояния примесных молекулярных кристаллов при 4,2 К по спектрам их излучения при мощном возбуждении / Горобченко В.С., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А., Подгорний А.П. // Изв. АН СССР, сер. физ. - 1978. - т. 42, №3. - С. 499 - 504.
4. Возбуждение неравновесных фононов в примесном молекулярном кристалле ультракороткими световыми импульсами / Голоядов В.А., Горобченко В.С., Лопина С.В., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А. // Киев: "Наукова думка". - УФЖ. - 1979. - т 24, №1. - С. 124-125.
5. Горобченко В.С., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А. О возможности наблюдения сверхизлучения на колебательных переходах сложных органических молекул // Киев: "Наукова думка". - УФЖ. - 1980. - т. 25, №10. - С. 1736-1738.

6. Влияние нерезонансной частоты возбуждения на спектр генерации кристалла нафталина с примесью β -динафтилалтилена / Горобченко В.С., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А., Покровская Ф.С. // Киев: Наукова думка, УФЖ. - 1981. - т. 26 №9. - С. 1429-1433.
7. Горобченко В.С., Огурцова Л.А., Покровская Ф.С. Спектры и кинетика генерации примесных молекулярных кристаллов при 4.2 К // Киев : Наукова думка, УФЖ. - 1982. - т. 27, №12. - С. 1859-1861.
8. Горобченко В.С., Огурцова Л.А., Покровская Ф.С. Вынужденное комбинационное рассеяние в некоторых молекулярных кристаллах Киев : Наукова думка. - УФЖ. - 1985. - т. 30, №1. - С. 53-56.
9. Горобченко В.С., Нагорная Л.Л., Мнацаканова Т.Р. Стимулированное излучение и ВКР кристаллов на основе п-терфенила // ЖПС. - 1986. - т. 45, №1. - С. 155-158.
10. Стимулированное излучение кристалла дифенила с примесью антрацена в области низкотемпературных фаз матрицы / Горобченко В.С., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А., Покровская Ф.С. // ФНТ. - 1986. - т. 12, №6. - С. 652-655.
11. Особенности излучения кристаллов дифенила с примесью антрацена в интервале температур 1,6-45 К / Горобченко В.С., Доброхотова В.К., Набойкин Ю.В., Огурцова Л.А., Покровская Ф.С., Чуканова И.Н. // Оптика и спектроскопия. - 1987. - т. 63, в. 3. - С. 560-564.
12. Влияние структурных изменений кристалла-матрицы на свечение примесного центра / Горобченко В.С., Еременко В.В., Огурцова Л.А., Покровская Ф.С. // ФТТ. - 1989. - т. 16, №8. - С. 88-94.
13. Горобченко В.С., Еременко В.В., Огурцова Л.А. Излучение примесного кристалла со структурными изменениями в условиях импульсного нагрева образца // ФНТ. - 1990. - т. 16, №8. - С. 1051-1057.
14. Излучение примесного кристалла в условиях фазового перехода типа порядок-беспорядок / Горобченко В.С., Еременко В.В., Огурцова Л.А., Пышкин О.С. // ФНТ. - 1992. - т. 18, №2. - С. 205-209.

852278
Gorobchenko V.S. "Stimulated radiation and relaxation processes in doped molecular crystals at low temperatures"

Dissertation for a Candidate's degree in physical and mathematical science, speciality 01.04.05-optics, laser physics and 01.04.09 - low temperature physics, B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, Kharkov, 1996.

Dissertation includes experimental studies of the stimulated emission (SE) of doped molecular crystals with weak (naphthalene + $\beta\beta$ -dinaphtyldivinylbenzene, dibenzil + naphthacene) and appreciable electron-phonon coupling (naphthalene + $\beta\beta$ -dinaphthylethylene) at 1.6-40 K. The phase transition temperatures of an anthracene + biphenyl crystal have been defined. The doublet structure of its SE spectrum is attributed to the existence of commensurate and incommensurate crystals regions. In a p-terphenyl + naphthacene crystal the structure phase transition similar to that of the order-disorder type has been observed at $T_c \approx 19$ K.

Key words: phonon, stimulated emission, incommensurate phase

Горобченко В.С. "Стимулированное излучение и релаксационные процессы в примесных молекулярных кристаллах при низких температурах".

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.05 - оптика, лазерная физика, 01.04.09 - физика низких температур. Физико-технический институт низких температур НАНУ, Харьков, 1996.

Диссертация содержит экспериментальные исследования стимулированного излучения (СИ) примесных молекулярных кристаллов со слабым (нафталин + $\beta\beta$ -динафтилдвинилбензол, дибензил + нафтацен) и значительным (нафталин + $\beta\beta$ -динафтилэтилен) электрон-фононным взаимодействием при температурах 1.6-40 K. Для кристалла дифенил + антрацен определены температуры фазовых переходов. Дублетная структура его спектра СИ связывается с соразмерными и несоизмерными областями кристалла. Обнаружен в кристалле п-терфенил + нафтацен структурный фазовый переход близкий по типу порядок-беспорядок при $T_c \approx 19$ K.

Ключевые слова: фонон, стимулированное излучение, несоизмерная фаза

Ответственный за выпуск канд. физ.-мат. наук Силаева Н.Б.

Подп.к печ. 23.08.96 Формат 60x84¹/₁₆. Бумага тип. Печать офсетная. Усл.печ. л.1,0
 Уч.-изд. л. 1,0 Тираж 100 экз. Зак. №2125 Бесплатно

Копировально-множительный центр «**VSV**»
 г. Харьков, пл. Конституции 1, Дворец Труда, 2 п., 3 эт., к. 9.
 Тел. (0572) 20-18-32