

Голові
Разової спеціалізованої вченої ради Інституту
фізики Національної академії наук України,
члену-кореспонденту НАН України,
доктору фізико-математичних наук
НЕГРІЙКО Анатолію Михайловичу

ВІДГУК

офіційного опонента

**доктора фізико-математичних наук, професора
Завідувача лабораторії фізичної хімії дисперсних мінералів,
Інституту біоколоїдної хімії НАН України
ЛЕБОВКИ Миколи Івановича;**

на дисертаційну роботу

ГОЛУБА Павла Володимировича

«Керування топологічними пастками в рідинних кристалах», подану до захисту у разову спеціалізовану вчену раду Інституту фізики Національної академії наук України на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 - Фізика і астрономія галузі знань 10 - Природничі науки

Актуальність обраної теми дисертації. Молекулярні системи, що перебувають у рідкокристалічному стані, або рідкі кристали (РК), вже давно є не просто деякою надмолекулярною аномалією в органічних речовинах з молекулами складної форми, а є одними з найбільш поширених сучасних матеріалів, які широко використовуються не тільки в широко відомих дисплеях і екранах, але й в ряді нових оптоелектронних та сенсорних пристроях. Ці застосування продовжують розвиватися в трьох головних напрямках – створення нових типів речовин та матеріалів, зокрема таких, що формують нові екзотичні мезофази з новими цікавими характеристиками, додавання наночастинок різного походження до РК-матриці для зміни їх властивостей, а також глибоке вивчення факторів та методів впливу на орієнтацію і в РК-комірках залежно від поверхневих умов та зміни геометричної та матеріальної структури комірок. До цього останнього напрямку належить і робота П.В.Голуба.

Мета роботи була присвячена розробці та виконанню методів керування властивостями рідких кристалів, такими як орієнтація, макроструктура та оптичні властивості, в комірках зі стандартною електрооптичною конфігурацією, але з особливими характеристиками обмежувальних поверхонь, що визначаються способами їх формування та хімічним складом матеріалу. Така тема дисертації має велике значення та актуальність як для молекулярної фізики та фізики конденсованого стану, так і для можливих практичних застосувань у сфері дисплейної технології.

Загальна характеристика роботи та отриманих у ній результатів. Робота складається з вступу і 4-х розділів, кожен з яких завершується детальними висновками по виконаній роботі і поясненнями.

Вступ містить повне обґрунтування актуальності теми дисертації, чітке визначення мети та задач досліджень, перелік використаних методів, формулювання наукової новизни та практичної значущості результатів. Також виділено особистий внесок здобувача в досягнення результатів, представлених в дисертаційній роботі, та надано інформацію про апробацію роботи та публікації автора. Однією з цікавих та позитивних особливостей роботи є те, що в дисертації після Вступу та перед першим розділом подано докладне висвітлення термінів, що використовувалися в роботі, що допомагає читачу більш чітко розуміти використану термінологію та полегшує розуміння отриманих результатів.

У **першому** розділі наведено ґрунтовний літературний огляд, проаналізовано стан проблеми і основні відомості про рідкокристалічну фазу речовини з історичної та сучасної точок зору. Обґрунтовано вибір для подальших досліджень двох типових РК-матеріалів (5СВ та ЖК-440), які мають схожі властивості, але різняться діелектричною анізотропією та чутливістю до опромінення, зокрема, пропусканням в області ультрафіолетового випромінювання. Докладно викладено методи орієнтації в РК-комірках, що свідчить про високий рівень знань про сучасний стан проблем у цій галузі.

У **другому** розділі викладено результати досліджень твіст-структури (характерні для РК-комірки з нематичним РК), що формуються в наслідок опромінення поверхні халькогенідної плівки. Ця плівка $\text{As}_{20}\text{Se}_{80}$ є фоточутливим матеріалом, що впливає на орієнтацію директора в твіст-структурах. Детально описані використані матеріали та експериментальне обладнання, дано ґрунтовне обговорення експериментальних даних та моделі утворення неоднорідних твіст-структур на халькогенідній плівці. Зокрема, промодельовано утворення неоднорідних твіст-структур на халькогенідній плівці. Дані теоретичні оцінки температурного розподілу та розподілів двопронезаломлення, поляризації та інтенсивності світла. Визначено також кут переорієнтації директора рідкого кристалу на халькогенідній плівці. Основним досягненням цієї частини роботи є отримання вперше концентричних кілець на фоточутливій халькогенідній поверхні в комірці з прозорим рідким кристалом.

У **третьому** розділі викладено результати досліджень по застосування фотоорієнтації для створення оптичних елементів. Детально обговорюється проблема фотоорієнтації на халькогенідній поверхні. В даному випадку поляризоване світло індукує анізотропію, яка, у свою чергу, впливає на орієнтацію РК-молекул і властивості комірок. Детально досліджено процес формування поляризаційних структур на поверхні фоточутливого шару і управління розподілом фазової затримки в рідкокристалічній комірці. Запропоновано цікаву концепцію використання просторового розподілу поляризації світла для керування напрямком розповсюдження світла. Також розглядається створення фокусувальних систем за допомогою розподілу фазової затримки. Наведено детальний теоретичний аналіз формування фазової затримки при різних граничних умовах (на лінзах параболічної і гаусової формах).

У **четвертому** розділі представлено результати досліджень фотокерування топологічними дефектами та захопленими ними наночастинками в нематичних рідинно-кристалічних комірках шляхом фото орієнтації. Серед отриманих результатів можна відзначити візуалізацію об'ємного розподілу орієнтації молекул рідинного кристалу за допомогою топологічного дефекту. Обговорюється дуже цікаве явище захоплення нано- та мікро- частинок топологічними дефектами в рідкокристалічному середовищі. Детально викладено озкриває механізм захоплення частинок топологічним дефектом. Тут особливо слід звернути увагу на той випадок, коли РК-фаза є спіралью скрученою, і спостереження за змінами ліній дисклінації під впливом УФ-випромінювання можуть бути основою для нових типів РК-УФ-дозиметрів. Окремо слід зазначити результати експериментів, проведених в т.зв. θ -комірках. У цих комірках нематичний РК затиснутий між двома поверхнями, одна з яких задає круговий розподіл орієнтації РК, а інша створює односпрямовану орієнтацію молекул. Відзначено, отримані результати можуть бути використані для створення приладів точної дозиметрії різних типів випромінювання.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні результати роботи викладено в трьох статтях, опублікованих в міжнародно визнаних журналах і внесених в базу даних Scopus, а також в статтях з відповідного переліку МОН України.

Значущість дослідження для науки і практики. Робота пропонує нові методи модифікації РК-комірок для адаптації їх до сучасних потреб їх практичного застосування. Як застосування халькогенідів як потенційного функціонально чутливого матеріалу РК-комірок,

так і використання спеціальної геометрії типу θ -комірок є важливими етапами до створення нових електрооптичних, оптоелектронних і сенсорних пристроїв на основі рідких кристалів.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації. Детальний аналіз дисертації викликає також і певні питання та зауваження.

1. В кінці першого розділу бажано було б навести основні проблеми в даній області і обґрунтувати новизну проведених досліджень.
2. В роботі я не знайшов статистичної частини, кількість повторів експериментів і т.і. На багатьох графіках наведені експериментальні точки без інтервалів похибок (наприклад Рис.2.5, 2.6 і так далі).
3. Термін «рідинні кристали» викликає питання. Формально – ВАКівська спеціальність 01.04.15 мала назву «Фізика молекулярних і рідких кристалів». По суті – «рідинний кристал» більше відповідає англійському аналогу «fluid crystal», що є дещо неправильним, а термін «liquid crystal» логічно перекладати як «рідкий кристал». Хоча це зауваження не є дуже важливим так як не впливає на суть проведених досліджень.
4. У висновках дисертації тільки у пункті 4 згадуються θ -комірки, хоча саме результати в цій геометрії є найважливішими в дисертації. Також у «Висновках» роботи не згадуються халькогеніди, хоча саме застосування фоточутливих халькогенідних підкладок і визначає сенс багатьох результатів, описаних в дисертації. Було б добре, щоб у своїй доповіді на захисті здобувач більш підробно розглянув ці аспекти.

Вказані зауваження не є істотними і не знижують загальну позитивну оцінку роботи.

Відсутність порушень академічної доброчесності. Жодних ознак можливого плагіату або інших порушень академічної доброчесності не виявлено.

Загальний висновок та оцінка дисертації. Я вважаю, що дисертація Голуба П.В. «Керування топологічними пастками в рідинних кристалах» повністю відповідає всім критеріям актуальності, новизни, рівня і достовірності наукових результатів, встановленим «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Голуб Павло Володимирович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки.

Офіційний опонент:

Дата: 05.02. 2024

Підпис опонента:



Микола Іванович Лебовка

професор, доктор фізико-математичних наук

Організація:

Інститут біологічної хімії імені Ф.Д. Овчаренка
НАН України, пр-т Вернадського, 42, 03142, Київ,
Україна, тел. (+38-044) 424-0378;
Електронна пошта: lebovka@gmail.com

Власноручний підпис професора Лебовки М.І. підтверджую

кандидат хімічних наук, учений секретар
Інституту біологічної хімії
імені Ф.Д. Овчаренка НАН України
кандидат хімічних наук



О.Ю. Войтенко