

Голові
Разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
доктору технічних наук, професору
СТАХІРІ Павлу Йосиповичу

РЕЦЕНЗІЯ

завідувача кафедри напівпровідникової електроніки Навчально-наукового інституту телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки Національного університету «Львівська політехніка» доктора технічних наук

ДРУЖИНІНА Анатолія Олександровича

на дисертаційну роботу

КАЧУРАКА Юрія Михайловича:

«Розробка рідкокристалічних чутливих елементів оптичних сенсорів для визначення концентрації парів ацетону та спиртів»

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» зі спеціальності 171 «Електроніка»

Актуальність теми

З розвитком сучасних технологій, дослідження сенсорів, зокрема оптичних сенсорів для виявлення газів, набуває все більшої актуальності. Це зумовлено зростаючою потребою у точних та надійних методах моніторингу навколишнього середовища, промислових процесів та медичних діагностик. Оптичні сенсори газів забезпечують високу чутливість і вибірковість, що дозволяє виявляти навіть найменші концентрації шкідливих або корисних газів у різних середовищах. Вони відіграють ключову роль у забезпеченні екологічної безпеки, запобіганні аварійних ситуацій та покращенні якості життя. Серед матеріалів, які на сьогодні досліджуються і можуть виступати в якості чутливих елементів таких сенсорів є і рідкі кристали (РК) та їх суміші.

Однією з головних переваг оптичних сенсорів є їх здатність до безконтактного вимірювання, що особливо важливо в агресивних або

важкодоступних середовищах. Крім того, такі сенсори мають високу швидкодію та можуть працювати в режимі реального часу, що є критичним для багатьох застосувань, включаючи моніторинг викидів на промислових підприємствах та виявлення витоків газу. Їх використання також є важливим у медицині, зокрема для контролю дихання пацієнтів або виявлення метаболічних газів. Інтенсивні дослідження у галузі оптичних сенсорів сприяють розробці нових матеріалів і технологій, які підвищують їх ефективність і надійність

Останніми роками дослідження в області фізики і хімії рідких кристалів досягли відчутного прогресу в дослідженні їх властивостей. Такі дослідження відкривають нові межі дослідження рідких кристалів та їх сумішей, зокрема процесів що відбуваються в РК при взаємодії з газами і демонструють можливості їх використання в сенсорах. Дисертаційна робота Ю.М. Качурака присвячена саме розробленню та дослідженню РК сумішей та чутливих елементів оптичного сенсора на їх основі, оптичні параметри яких є чутливими до дії певних класів органічних речовин, а саме ацетону та спиртів. Тема дисертаційної роботи на сьогодні є важливою і актуальною як з точки зору прикладної електроніки та практичного застосування, так і з точки зору отриманих наукових результатів, що стосуються фізико-хімічних та матеріалознавчих результатів досліджень.

Ступінь обґрунтованості та достовірності основних наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується обґрунтуванням базових положень отриманих внаслідок проведення експериментальних досліджень рідкокристалічних сумішей, повторюваністю результатів досліджень проведених автором, а також відтворюваністю результатів в дослідженнях інших авторів. Достовірність одержаних результатів відображається у наведених висновках дисертаційної роботи. Апробація дисертаційної роботи проходила на авторитетних наукових конференціях і відображена в 8 наукових статтях, що індексуються у наукометричних базах Scopus та Web of Science та одній статті у фаховому виданні з технічних наук із переліку МОН України, публікаціях матеріалів наукових конференцій.

Наукова новизна роботи пролягає в тому, що виявлено взаємодію парів ацетону (C_3H_6O) з рідкокристалічними сумішами на основі нематика E7 (чотирикомпонентна суміш на основі терпенілів, 51% 5CB, 25% 7CB, 16% 8OCB, 8% 5CT) та оптико-активної домішки холестерика CB15 (4-(2-метилбутил)-4-цианобіфеніл). Описано процес детального дослідження перехідних процесів, що відбуваються в чутливому елементі рідкокристалічного сенсору при взаємодії з парами ацетону, зміну спектральної характеристики та відмінності в швидкості фазового переходу для концентрацій ацетону в 60, 120, 240 ppm.

- Встановлено взаємодію трьох представників класу спиртів (метилового, етилового та ізопропілового) з рідкокристалічним чутливим елементом та отримано результати, що корелюють з результатами вимірювань по взаємодії з ацетоном. Встановлено, що при цьому час переходу в порівнянні з ацетоном збільшується на 200-300%. Дія парів ацетону та спиртів на рідкокристалічну комірку призводить до зниження температури початку фазового переходу, для суміші E7 56% + CB15 44% з 24 °C до 20,3 °C.

- Визначено оптимальні рідкокристалічні суміші для використання в якості чутливого елемента сенсорної системи, а саме суміші E7 62% + CB15 38% та E7 56% + CB15 44%. Проведено порівняння за основними параметрами та характеристиками рідкокристалічних холестерико-нематичних сумішей E7 та CB15 з різними ваговими концентраціями. Вони відповідають необхідному діапазону температурної стабільності, з початком фазового переходу при 27oC та 24oC відповідно, та проявляють чутливість до аналізованих речовин. Піки оптичного поглинання обраних сумішей знаходяться у видимому діапазоні, для E7 62% + CB15 38% - 590-640 нм, а для E7 56% + CB15 44% - 500-540 нм.

- Вперше виявлено прояв блакитної фази для суміші нематика E7 та оптико-активної домішки холестерика CB15 під дією парів шкідливих органічних речовин, зокрема ацетону та спиртів. Досліджено її прояви під час взаємодії з шкідливими органічними речовинами.

Практичне значення одержаних результатів роботи є сильною стороною дисертації оскільки всі результати отримано експериментальним шляхом. Результати дисертаційного дослідження можуть бути використані при

виконанні науково-дослідних робіт та отримати подальше практичне застосування. Серед практичних результатів представлених в роботі основними є наступні:

- Під час виконання роботи автором синтезовано рідкокристалічні холестерико-нематичні суміші на основі нематика E7 та CB15, досліджено їх основні фізико-хімічні параметри. Та виявлено взаємодію зі спиртами та ацетоном.

- Визначено та досліджено вплив парів органічних шкідливих речовин (ацетон, спирти) на рідкокристалічні холестерико-нематичні суміші з різними ваговими концентраціями холестеричної домішки CB15. Виявлення особливостей фазових переходів під час таких досліджень дозволяє створювати на його основі чутливі елементи для газових сенсорів.

- Розроблено методику використання вимірювання інтенсивностей пропускання та поглинання рідкокристалічної суміші в трьох спектральних складових (RGB), для виявлення фазових переходів їх властивостей та особливостей.

- Використана система обробки даних на основі мікроконтролера ATmega може використовуватися і з іншими чутливими елементами, що працюють за рахунок зміни інтенсивності пропускання або поглинання випромінювання. Така система може бути масштабована під масиви сенсорів або використовуватись як підсистема, в парі з іншими типами сенсорів або інших приладів.

Відповідність теми дисертації профілю спеціальності, відсутність порушень академічної доброчесності. Науковий та практичний напрямок досліджень автора вказує на відповідність його дисертаційної роботи паспорту спеціальності 171 «Електроніка». У тексті анотації лаконічно викладено основні положення дисертаційної роботи, які повністю відображає її зміст. Жодних підстав для сумнівів у науковій доброчесності дисертанта по результатах детального ознайомлення з дисертацією не виявлено. Посилання на публікації за участю здобувача в повній мірі відображають тематику дисертації.

Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи. Оцінюючи дисертаційну роботу критично можна відмітити декілька недоліків:

- В другому розділі роботі представлено температурні залежності інтенсивностей пропускання для трьох спектральних складових, проте чудовим доповненням до них стали б характеристики зміни кроку спіралі використаних сумішей E7 та CB15.

- В третьому розділі роботи до графіків фазових переходів під дією ацетону та спиртів добре було б додати зображення вигляду та поступової зміни структури рідкокристалічних сумішей, отримані за допомогою мікроскопу, що часто присутні в інших наукових дослідженнях близьких за тематикою.

- В другому та четвертому розділі дисертаційної роботи можливо варто було б дати більш детальний та комплексний опис випромінювальних та фотоприймальних елементів використаних при проведенні досліджень, це б спростило роботи по відтворенню та продовженню подібних експериментів іншими дослідниками.

Відмічені зауваження жодним чином не визначають загальний високий рівень виконаної роботи та на загальну оцінку матеріалу дисертації.

Висновок про відповідність дисертації вимогам, які пред'являються до наукового ступеня доктора філософії. Дисертація Качурака Ю.М. «Розробка рідкокристалічних чутливих елементів оптичних сенсорів для визначення концентрації парів ацетону та спиртів» є завершеною науково-дослідною роботою. За своєю актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, обґрунтованістю основних положень та висновків повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів від 12 січня 2022 р. №44 з останніми змінами, внесеними постановою КМ №341 від 21.03.2022 р., а її автор Качурак Юрій Михайлович може бути рекомендований для присудження, за умови розгляду разової спеціалізованої

вченої ради Національного університету «Львівська політехніка» йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 171 «Електроніка».

Рецензент
завідувач кафедри
напівпровідникової електроніки
Національного університету
«Львівська політехніка»
Д. т. н., професор



Анатолій ДРУЖИНІН

Підпис д.т.н., проф. Дружиніна А.О. засвідчую

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»
К.т.н., доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ