

Голові разової спеціалізованої  
вченої ради Інституту  
сцинтиляційних матеріалів  
Національної академії наук України,  
доктору технічних наук, професору  
Сідлецькому Олегу Цезаревичу

## **ВІДГУК**

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, завідувача відділу  
гетероструктурованих матеріалів Інституту сцинтиляційних матеріалів  
Національної академії наук України  
**Креча Антона Владиславовича**

на дисертаційну роботу

**Ковальчука Сергія Миколайовича**

«Створення пластмасових сцинтиляторів великих габаритів на основі  
полістиролу з однорідними оптичними властивостями», подану до захисту у  
разову спеціалізовану вчену раду Інституту сцинтиляційних матеріалів  
Національної академії наук України на здобуття ступеня доктора філософії за  
спеціальністю 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія

### **Актуальність обраної теми дисертації.**

Сцинтиляційні матеріали широко використовуються в багатьох галузях науки і техніки. Розвиток сучасної сцинтиляційної техніки та пошук нових сцинтиляторів не знижують актуальності застосування пластмасових сцинтиляторів. Пластмасові сцинтилятори мають великий попит і популярність у фізиці високих енергій, митних та металургійних порталах, системах контролю рівня розплавів завдяки можливості отримувати матеріали з великою площею поверхні та досить високою механічною міцністю.

Застосування великої площі поверхні пластмасового сцинтилятора дозволяє ефективніше збирати корисний сигнал із зони інтересу. Але збільшення площі поверхні та довжини сцинтилятора тягнуть за собою збільшення вимог щодо ефективного транспортування світла до фотоприймача. У цьому випадку прозорість пластмасового сцинтилятора є однією з важливих властивостей, що впливає на його ефективність з детектування та вимірювання радіації. Таким

чином, для ефективної роботи сцинтилятора з великою площею поверхні та довжиною необхідно забезпечити ефективне транспортування світла до фотоприймача. Незважаючи на давнє та широке використання, сучасний ринок потребує поліпшення якості пластмасових сцинтиляторів та удосконалення підходів до їх виготовлення. Розробка методів створення пластмасових сцинтиляторів з великими габаритами на основі полістиролу з однорідними оптичними властивостями є важливим завданням, яке може привести до створення більш чутливих та надійних детекторів для вимірювання та детектування радіації. Таким чином, розробка технологічних методів, які дозволять створити великогабаритні та довгомірні пластмасові сцинтилятори на основі полістиролу з покращеними характеристиками, є актуальним завданням.

Актуальність дисертаційної роботи і вагомість отриманих результатів підтверджується тим, що вона виконувалась в межах наукових проєктів, зокрема в рамках держбюджетних тем «Пластмасові сцинтилятори з модифікованою полімерною основою» (шифр: «Активатор» 2017-2019 № держреєстрації 0117U001285), «Сцинтиляційні матеріали з поліпшеними властивостями для фізики і промислового застосування» (шифр: «Промінь» 2020-2021 № держреєстрації 0120U102640), «Модифікація полімерної основи пластмасового сцинтилятора з метою покращення умов збору енергії збудження триплетних станів» (шифр: «Триплет» 2020-2022 № держреєстрації 0120U102655)

### **Загальна характеристика роботи та отриманих у ній результатів.**

Дисертаційна робота Ковальчука Сергія Миколайовича містить вступ, п'ять розділів з висновками, загальні висновки, список використаних джерел та додатків. Обсяг роботи складає 159 сторінок; дисертація містить 61 рисунок і 13 таблиць; список використаних літературних джерел складається зі 107 найменувань.

У вступі зазначені актуальність, мета та задачі дисертаційної роботи. Визначені об'єкт та предмет досліджень, наукова новизна та практична значимість дисертаційної роботи, вказані методи досліджень. Зазначені наукові програми, публікації та конференції за темою дисертаційної роботи. Визначений особистий внесок здобувача. Наведені структура дисертації та її обсяг.

У першому розділі здобувач приводить літературний огляд в якому описано сучасний стан розробки та виготовлення пластмасових сцинтиляторів,

їх характеристики. Також в цьому розділі наведено вимоги до сучасних пластмасових сцинтиляторів для вирішення завдань сцинтиляційного матеріалознавства.

У другому розділі здобувач приводить методичні аспекти отримання та дослідження ряду сцинтиляційних характеристик досліджуваних в дисертаційній роботі зразків пластмасових сцинтиляторів. Вказані режими роботи устаткування та обладнання, наведені схеми установок які використовуються для отримання пластмасових сцинтиляторів, а також представлені умови проведення досліджень для характеристики властивостей отриманих експериментальних зразків.

У третьому розділі здобувач приводить дослідження особливостей процесів полімеризації при отриманні пластмасових сцинтиляторів великих розмірів, розрахунок моделі конвекційних потоків під час полімеризації пластмасових сцинтиляторів. В цьому ж розділі наведено дослідження та порівняння характеристик пластмасових сцинтиляторів, які отримані в ампулах різної ширини.

Четвертий розділ здобувач присвятив дослідженню однорідності спаду світлового сигналу вздовж пластмасових сцинтиляторів. Досліджено вплив чистоти активатора (*n*-терфенілу) на сцинтиляційні характеристики, запропоновано спосіб перевірки якості *n*-терфенілу шляхом плавлення в скляній ампулі та описано метод його очищення шляхом перекристалізації. Показано вплив внутрішніх напружень на однорідність світлового виходу пластмасових сцинтиляторів та спосіб їх зменшення за допомогою термообробки сцинтилятора.

У п'ятому розділі здобувач дослідив вплив поверхневих дефектів пластмасового сцинтилятора на світлозбирання. Запропоновано використовувати антиадгезійне покриття на формах для полімеризації пластмасових сцинтиляторів та розроблено пристрій для виготовлення таких сцинтиляторів сцинтиляторів. Також в цьому розділі наведено створення великогабаритних нейтроночутливих пластмасових сцинтиляторів.

У висновках автор керувався поставленими завданнями і формулював їх на основі проведених досліджень. Висновки повністю відповідають меті дослідження та змісту представлених результатів.

## **Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях**

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 8 наукових робіт: 4 статті (3 з яких входить до бази даних Scopus), 3 тези доповідей на вітчизняних та закордонній міжнародних наукових конференціях, отримано 1 патент України на корисну модель. За змістом опублікованих наукових праць можна зробити висновок щодо достатньої повноти викладення у них основних положень дисертації. Зміст анотації у повному обсязі відповідає основним положенням дисертації.

## **Значущість дослідження для науки і практики.**

*Здобувачем в дисертаційній роботі вперше:*

– Проведено моделювання залежності конвекційних потоків реакційної маси при отриманні сцинтиляційної композиції на основі полістиролу від ширини форми для полімеризації, що дозволяє визначати наявність оптичної неоднорідності у вигляді свілей в об'ємі сцинтилятора;

– Визначено умови отримання довгомірних пластмасових сцинтиляторів без свілей. Показано, що при зменшенні ширини шару реакційної маси при полімеризації стирола з  $600 \div 500$  мм до  $60 \div 80$  мм при градієнті 20 температур  $3 \div 5$  °С, технічна довжина ослаблення світлового сигналу для довгомірних сцинтиляторів на основі полістиролу зростає на  $10 \div 25$  %;

– Запропоновано температурні режими термообробки для довгомірних заготовок пластмасових сцинтиляторів. Визначено, що додаткова термообробка заготовок пластмасового сцинтилятора при температурі 100 °С зменшує неоднорідність розподілу показника відносного світлового виходу вздовж довгомірного сцинтилятора з 18 % до 3 %;

– Запропоновано антиадгезійне покриття на основі політетрафторетілену внутрішньої поверхні металевих або скляних форм для отримання пластмасових сцинтиляторів (у тому числі нейтрончутливих пластмасових сцинтиляторів з високим вмістом активуючої добавки), яке дозволяє знизити внутрішні напруження, обумовлені адгезією між пластмасовим сцинтилятором та поверхнею форми з 2,7 МПа до 0,6 МПа, що зменшує неоднорідність розподілу значення відносного світлового виходу вздовж довгомірного сцинтилятора до 3 %.

*Практичне значення роботи:*

Впроваджено метод отримання сцинтиляційного полістиролу без свілей з підвищеною прозорістю. Відпрацьовано метод експрес-перевірки якості *n*-терфенілу. Визначено умови отримання пластмасового сцинтилятора з низьким рівнем неоднорідності розподілу відносного світлового виходу вздовж сцинтилятора. Запропоновано антиадгезійне покриття на основі фторопласту внутрішньої поверхні форми для полімеризації, що дозволяє знизити внутрішні напруження в приповерхневому шарі сцинтилятора, які виникають внаслідок адгезії полімеру до стінки форми.

За результатами розробок отримано патент України на корисну модель «Пристрій для виготовлення пластмасових сцинтиляторів на основі вінілароматичних полімерів». Розроблено лабораторний регламент «Отримання заготовок пластмасових сцинтиляторів на основі полістиролу методом блочної полімеризації в алюмінієвих ампулах з перегородками». Розроблено лабораторну методику «Проведення експрес-оцінювання якості *n*-Терфенілу».

Отримані у роботі результати використані при виробництві пластмасових сцинтиляторів з покращеними властивостями, які є конкурентними на світовому ринку сцинтиляційних детекторів.

**Дискусійні положення та зауваження до дисертації.**

1. Дисертаційна робота має назву «Створення пластмасових сцинтиляторів великих габаритів на основі полістиролу з однорідними оптичними властивостями», але в тексті дисертації немає чіткого визначення терміну «великі габарити», було б доречно це вказати. Тож виникає питання, що вважається «великими габаритами» для пластмасових сцинтиляторів? І які максимальні розміри можливо отримувати в якості заготовки пластмасового сцинтилятора та готового до використання сцинтилятора із необхідними параметрами запропонованим методом?

2. В підрозділі «3.2.1 Візуалізація конвекційних потоків» на Рисунку 3.6 наведено забарвлений блок пластмасового сцинтилятора із шириною ампули 600 мм, що наочно показує конвекційні потоки під час полімеризації, чи проводилися аналогічні експерименти із візуалізації конвекційних потоків для

ампул із меншою шириною, наприклад 60 мм? Також чи розглядалась можливість зменшення не ширини ампули, а її висоти, що можливо б сприяло рівномірному прогріву реакційної маси та зменшення конвекційних потоків?

3. Чи вірно я зрозумів, що основна відмінність запропонованого методу отримання пластмасових сцинтиляторів з однорідними оптичними та сцинтиляційними властивостями від стандартних методів виготовлення пластмасових сцинтиляторів пов'язана зі зменшенням ширин ампули, через що заповнюється той же об'єм, але з більшою кількістю ампул? Та чи проводилось порівняння або орієнтовна оцінка корисного об'єму готових сцинтиляторів із необхідними властивостями після обробки, що отримані із ампул різної ширини?

4. В підрозділі 4.1.3 контроль якості *n*-терфенілу шляхом плавлення його в скляній ампулі відбувався із доступом повітря або в запаяній ампулі з інертним середовищем чи вакуумом? Чи розглядалась кореляція між кольоровістю розплаву *n*-терфенілу за платино-кобальтовою шкалою та результатами оцінки його якості методом мас-спектрометрії та газової хроматографії? Наприклад, може деякі домішки призводять до появи певного забарвлення розплаву *n*-терфенілу за платино-кобальтовою шкалою?

5. В розділі «4.3. Визначення рівномірності відносного світлового виходу довгомірного сцинтилятора» не наведені результати досліджень для оцінки значень світлового виходу вздовж зразка.

6. В роботі наявна певна кількість граматичних помилок та одруківок.

Однак, поставлені питання та зазначені недоліки не впливають на загальне позитивне враження від роботи, яка є завершеним науковим дослідженням та виконана на високому науковому рівні та має практичну цінність. Представлені в дисертаційній роботі результати важливі для розвитку матеріалознавства, зокрема, в галузі створення великогабаритних пластмасових сцинтиляційних матеріалів з однорідними оптичними властивостями для сучасних детекторів різних галузей науки та техніки.

### **Відсутність порушень академічної доброчесності.**

У дисертаційній роботі Ковальчука Сергія Миколайовича відсутні порушення академічної доброчесності і не було виявлено ознак фабрикації та фальсифікації.

### **Загальний висновок та оцінка дисертації.**

Вважаю, що за актуальністю, новизною, рівнем і достовірністю отриманих наукових результатів дисертація Ковальчука Сергія Миколайовича «Створення пластмасових сцинтиляторів великих габаритів на основі полістиролу з однорідними оптичними властивостями» повністю відповідає всім вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Ковальчук Сергій Миколайович, безумовно заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія.

#### **Офіційний рецензент:**

кандидат технічних наук,  
завідувач відділу гетероструктурованих матеріалів  
Інституту сцинтиляційних матеріалів  
Національної академії наук України



Антон КРЕЧ

Підпис Антона КРЕЧА засвідчую:  
Учений секретар  
Інституту сцинтиляційних матеріалів  
Національної академії наук України  
к.т.н., с.д.



Юрій ДАЦЬКО