

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН
України, доктору фізико-математичних наук,
старшому науковому співробітнику,
старшому науковому співробітнику відділу
гетероструктурованих матеріалів Інституту
сцинтиляційних матеріалів НАН України
Тарасенко Олегу Анатолійовичу

ВІДГУК

Рецензента, доктора хімічних наук, професора, завідувача лабораторії синтезу сцинтиляційних матеріалів Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України Чергинця Віктора Леонідовича на дисертаційну роботу Сібілевої Тетяни Григорівни «Виготовлення сцинтиляторів на основі полістиролу методом 3D-друку», що подана 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 теми дисертації.

Пластмасові сцинтиляційні детектори були відомі ще з 50-х років минулого століття і знайшли широке застосування у фізиці високих енергій, астрофізиці, а також мюонній томографії та адронній терапії.

Здатність виробляти сцинтиляційне світло при проходженні заряджених частинок робить ці детектори придатними для ідентифікації частинок і дозволяє вимірювати час взаємодії частинок із субнаносекундною точністю, їх можна використовувати для відстеження частинок і, залежно від ступеня сегментованості, такі детектори можуть мати роздільну здатність до 100 мкм. За допомогою таких детекторів можливо виконувати точні калориметричні вимірювання. Пластмасовий сцинтиляційний детектор з великою масою діє, як активна мішень для нейтрино. Завдяки наявності ядер з низькою атомною масою пластмасові сцинтилятори є ефективними детекторами нейтронів. Робота Т.Г. Сібілевої присвячена питанням отримання пластмасових сцинтиляторів на основі полістиролу із світловідбивачем, зокрема, багатoeлементних сцинтиляторів методом 3D-друку.

Загальна характеристика роботи та отриманих у ній результатів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків та списку джерел літератури. Загальний обсяг складає 207 сторінок, з них 168 сторінок основного тексту. Список літературних джерел містить 138 найменувань. Дисертація містить 25 таблиць, 110 рисунків і 2 додатки.

Дисертація є завершеним дослідженням, написаним грамотною науковою мовою, її наукові положення роботи повністю викладено у шести статтях у журналах, що реферуються у базах даних Scopus та Web of Science, а також у сімнадцяти тезах доповідей, одержано патент на корисну модель України.

У першому розділі проведено огляд літератури щодо пластмасових сцинтиляторів різних розмірів та способів їх виготовлення, розглянуто процеси, що супроводжують поширення світла через пластмасовий сцинтилятор, сучасний стан і переваги технологій 3D-друку у галузі сцинтиляторів, стан розробки філаментів. Постановка і структура роботи чітко витікають з оглянутого матеріалу.

У другому розділі описано застосовані процеси виготовлення пластмасових сцинтиляторів і методи їх дослідження.

Третій розділ присвячений технології виготовлення філаментів, в тому числі з використанням пластифікаторів.

Розділ 4 містить інформацію щодо розробки технології одержання світловідбиваючих філаментів на основі різних пігментів і дослідження їх властивостей.

П'ятий розділ присвячений результатам розробки технології одночасного друку пластмасових сцинтиляторів та світловідбивачів, у тому числі дрібносегментованих сцинтиляторів з отворами для спектрозміщуючих волокон і дослідженням функціональних властивостей виготовлених зразків.

Значимість дослідження для науки і практики.

Вперше:

1. Визначено оптимальний склад сцинтиляційного філаменту для 3D-друку на основі полістиролу. Показано, що дифеніл та діоктилфталат, як пластифікатори зменшують радіус вигину отриманого філаменту до 65 мм, що забезпечує стабільність процесу 3D-друку за технологією моделювання методом пошарового наплавлення без розтріскування матеріалу із світловим виходом, порівняним з таким для пластмасових сцинтиляторів, виготовлених за традиційними технологіями.

2. Досліджено вплив параметрів 3D-друку пластмасових сцинтиляторів на основі полістиролу на оптичні та сцинтиляційні характеристики отриманих зразків. Визначено оптимальний режим, що дозволяє отримувати прозорі зразки з технічною довжиною ослаблення до 20 см і сцинтиляційними характеристиками, порівняними зі зразками, виготовленими за традиційними технологіями.

3. Визначено склади світловідбиваючих філаментів на основі полікарбонату та поліметилметакрилату з додаванням TiO_2 , тефлону та діоктилфталату, які дозволяють методом 3D-друку формувати шари з коефіцієнтами відбиття до 92% та коефіцієнтами пропускання до 0,2%.

4. Продемонстровано можливість одночасного 3D-друку за технологією FDM сцинтиляційним та світловідбиваючим матеріалами, що дозволяє в одному виробничому циклі виготовляти багатоелементні пластмасові сцинтилятори на основі полістиролу із відносним світловим виходом при опроміненні космічними мюонами на рівні еталону.

5. Показано, що використання розробленого в роботі комплексного методу 3D-друку двома різними матеріалами дозволяє уникнути газових включень та об'ємних дефектів у пластмасових сцинтиляторах.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено філаменти, які дозволяють виготовляти пластмасові сцинтилятори з відбивачем методом 3D-друку, в тому числі дрібносегментовані сцинтилятори із відносним світловим виходом на рівні

еталону, виготовленого із склеєних кубиків, отриманих методом полімеризації у масі.

Розроблені філаменти можуть бути використані при одночасному 3D-друці із пластмасовим сцинтилятором, а також для виготовлення відбивачів для будь-яких інших сцинтиляторів з високим коефіцієнтом відбиття (до 92%).

Результати дисертації повністю відображені в публікаціях автора роботи.

Дискусійні моменти та зауваження до дисертації.

1. Відомо, що деструкція полістиролу починається при 160 °С, а вище 200 °С. починається термоокислювальна деструкція. У роботі температура вища – 220-230°С. Як це впливає на середню молекулярну масу полімеру і на якість сцинтилятора? Чи захищали продукт при одержанні філаменту?
2. Рутит і анатаз схильні до зміни кольору при відновленні. Чи спостерігалось це у експериментах і як це відіб'ється на експериментах з фізики високих енергій.
3. Пропіленгліколь і силіконова олія є полярними речовинами, які погано сполучаються з полістиролом і *apriori*, непридатними, як пластифікатори. Чи слід було це перевіряти?
4. Стор.79. Етилбензол є досить близьким за будовою до полістиролу. Помутніння зразків полістиролу при використанні у якості пластифікатора етилбензолу можливо викликане випаровуванням пластифікатора. Чи є такий параметр «рівноважна межа сумісності пластифікатора з полімером?» Чи спостерігаються аналогічні тенденції при використанні інших пластифікаторів?
5. Вказано, що швидкість потоку складає 110-115%. По відношенню до чого?
6. Стор. 85. А яка межа розчинності сцинтиляційних домішок у створному співполімері?
7. Щодо витягування стрижнів. Це досить складна процедура у випадку клеїв і полімерів. Як її здійснювали?

8. Стор 86. З тексту можна зрозуміти, що оптимум концентрації пластифікатора лежить поблизу 10%, при 15 % властивості погіршуються. А що буде при вмісті пластифікатора 11-12 %

Відсутність порушень академічної доброчесності.

У представлений до захисту роботі Сібілевої Тетяни Григорівни порушень академічної доброчесності немає.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття. Дисертація написана науковим стилем мовлення, структура дисертації відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають 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.

Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Сібілевої Т.Г. відповідає спеціальності 132 – Матеріалознавство. Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову освітньо-наукового рівня вищої освіти.

Рекомендація дисертації до захисту.

Дисертаційна робота Сібілевої Тетяни Григорівни «Виготовлення сцинтиляторів на основі полістиролу методом 3D-друку» відповідає 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.

Враховуючи високий рівень виконаних досліджень, а також актуальність

теми роботи, наукову новизну результатів та їх наукове і практичне значення, рекомендую дисертацію Сібілевої Тетяни Григорівни «Виготовлення сцинтиляторів на основі полістиролу методом 3D-друку» до захисту в спеціалізованій ученій раді для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство з галузі знань 13 – Механічна інженерія.

Рецензент

завідувач лабораторії синтезу
сцинтиляційних матеріалів Інституту
сцинтиляційних матеріалів НАН України,
д. х. н., проф.

Віктор ЧЕРГИНЕЦЬ

Підпис В. Чергинця засвідчую

Учений секретар Інституту
сцинтиляційних матеріалів НАН України
к.т.н., ст. досл.



Юрій ДАЦЬКО