

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0225U003951

Державний реєстраційний номер: 0125U003423

Відкрита

Дата реєстрації: 18-09-2025



1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка нових філаментів для 3D-друку на основі пластикових сцинтиляторів, проектування та виготовлення автоматизованого 3D-принтера FIM.

Початок етапу: 10-2024

Закінчення етапу: 09-2025

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 23756522

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: проспект Науки, буд. 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

Телефон: 380573410161

Телефон: 380573404474

E-mail: info@isma.kharkov.ua

WWW: <http://www.isma.kharkov.ua>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 23756522

Адреса: проспект Науки, буд. 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380573410161

Телефон: 380573404474

E-mail: info@isma.kharkov.ua

WWW: <http://www.isma.kharkov.ua>

Назва організації: Швейцарський національний науковий фонд

Код ЄДРПОУ/ІПН: 2465875997

Адреса: Вільдхайнвег 3, Берн, СН-3001, Швейцарія

Підпорядкованість:

Телефон: 41313082222

E-mail: desk@snf.ch

WWW: <http://www.snf.ch>

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 09 – договір із закордонним замовником

КПКВК:

Напрямок фінансування: 2.5 – програми і проекти у сфері міжнародного науково-технічного співробітництва

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7716 – кошти замовників іноземних держав

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 53.500 тис. євро

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

3D-друк детекторів частинок на основі пластикових сцинтиляторів.

Назва роботи (англ)

3D printing of plastic scintillator based particle detectors.

Реферат (укр)

В результаті виконання 1 етапу роботи були розроблені та досліджені нові білі світловідбиваючі філаменти для використання в 3D-друці дрібносегментованих пластикових сцинтиляційних детекторів. Для цього було проведено вибір полімерної основи для створення філаментів. Було проведено дослідження наступних матеріалів PC, PMMA, PETG, PES, PSU, PPSU та інші. Завдяки своїм експлуатаційним характеристикам на 1 етапі для створення філаментів і подальшого 3D-друку світловідбиваючих шарів сцинтиляційного детектору були обрані PC (полікарбонат) та PMMA (поліметилметакрилат), в які було введено різні концентрації PTFE та TiO₂, а також їх співвідношення. Для цих зразків було проведено дослідження оптичних (пропускання світла, відбивна здатність) та механічних властивостей. Оптичні вимірювання показали, що для філаменту на основі PC оптимальним є склад 10% TiO₂ + 5% PTFE, що забезпечувало відбивну здатність 86,2% при 420 нм з низьким пропусканням світла (0,55%) при товщині 0,4 мм. Для філаментів на основі PMMA додавання лише 15% TiO₂ було достатнім для досягнення ще вищої відбивної здатності, яка досягала 91,95% при товщині 0,2 мм. Додавання PTFE до PMMA не покращило характеристики, ймовірно, через нижче поглинання світла та вищу прозорість матриці PMMA. У таких оптично прозорих середовищах багатокомпонентний склад може не давати додаткової переваги, хоча цей результат також може залежати від конкретних умов 3D-друку та параметрів обробки. Ця робота була виконана в ICMA. У ETHZ було виготовлено два різні прототипи, кожен з яких складається з шару оптично ізольованих пластикових сцинтиляційних кубів розміром 1x1 см³, за допомогою методу FIM з використанням філаменту відбивача, вироблених в ICMA. Два прототипи відрізняються філаментом відбивача, що використовується для оптичної ізоляції матриці: PC + TiO₂ (10%) та PMMA + TiO₂ (10%). Сцинтиляційне світло зчитували за допомогою волокон зі зсувом довжини хвилі (WLS) та кремнієвих фотопомножувачів (SiPM).

Реферат (англ)

As a result of the 1st stage of the work, new white reflective filaments were developed and studied for use in a 3D printing fine-granularity plastic scintillator detector. For this purpose, a polymer base was selected for creating filaments. The following materials were studied: PC, PMMA, PETG, PES, PSU, PPSU, and others. Due to their performance characteristics, PC (polycarbonate) and PMMA (polymethyl methacrylate) were selected. At the 1st stage for creating filaments and further 3D printing of reflective layers of the scintillation detector, into which different concentrations of PTFE and TiO₂ were introduced in the PC or PMMA. For these samples, optical (light transmission, reflectivity) and mechanical properties were studied. Optical measurements demonstrated that for PC-based filaments, the optimal formulation consisted of 10% TiO₂ + 5% PTFE, yielding a reflectivity of 86.2% at 420 nm with low transmittance (0.55%) at 0.4 mm thickness. For PMMA-based filaments, TiO₂ alone (at 15%) was sufficient to achieve even higher reflectivity, reaching 91.95% at 0.2 mm thickness. The addition of PTFE to PMMA did not improve the performance, likely due to the inherently lower light absorption and higher transparency of the PMMA matrix. In such optically transparent environments, multi-component formulations may not yield additional benefit, although this outcome may also depend on specific 3D printing conditions and processing parameters. This work was carried out in ISMA. At ETHZ, two different prototypes, each consisting of a layer of optically-isolated 1x1 cm³ plastic scintillator cubes, were produced with the FIM technique using the reflector filaments produced at ISMA. The two prototypes differ in the reflector filament utilised for the optical isolation of the matrix: PC + TiO₂ (10%) and PMMA + TiO₂ (10%). The scintillating light was read out with wavelength shifting (WLS) fibers) and silicon photomultipliers (SiPMs).

Індекс УДК: , 661:548.55; 661.539.1.074; 661.143, УДК 539.1.074.88:546.132.

Коди тематичних рубрик НТІ: 19.51.55, 61.69.37

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Звіт про науково-дослідну роботу «3D-друк детекторів частинок на основі пластикових сцинтиляторів». Етап 1.

Назва продукції (англ): Report on research work «3D printing of plastic scintillator based particle detectors». Stage 1.

Очікувані результати: Звіт

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук.

Опис продукції (укр): Були розроблені та досліджені нові білі світловідбиваючі філаменти для використання в 3D-друці дрібносегментованих пластикових сцинтиляційних детекторів. Для цього було проведено вибір полімерної основи для створення філаментів (PC, PMMA, PETG, PES, PSU, PPSU та інші). Завдяки своїм експлуатаційним характеристикам для створення філаментів і подальшого 3D-друку світловідбиваючих шарів сцинтиляційного детектору були обрані PC (полікарбонат) та PMMA (поліметилметакрилат), на основі яких були створені філаменти з різним концентраціями PTFE та TiO₂, а також їх співвідношенням. Для цих зразків було проведено дослідження оптичних (пропускання світла, відбивна здатність) та механічних властивостей. Оптичні вимірювання показали, що для філаменту на основі PC оптимальним є склад 10% TiO₂ + 5% PTFE, що забезпечувало відбивну здатність 86,2% при 420 нм з низьким пропусканням світла (0,55%) при товщині 0,4 мм. Для філаментів на основі PMMA додавання лише 15% TiO₂ було достатнім для досягнення ще вищої відбивної здатності, яка досягала 91,95% при товщині 0,2 мм.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих, Підвищення автоматизації виробничих процесів

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ІСМА НАН України

Споживачі продукції: Компанії сцинтиляційного приладобудування.

Перспективні ринки: Зарубіжні ринки (США та країни західного Євросоюзу).

Права інтелектуальної власності: За договорами

7. Бібліографічний опис

1. T. Sibilieva, A. Boyarintsev, A. Krech, M. Sibilyev, S. Minenko, N. Karavaeva, L. Zosimova and 3DET collaboration, Development of Reflective Filaments from Polycarbonate with PTFE and TiO₂ Additives for 3D Printing of Finely Segmented Plastic Scintillators. Functional Materials, 31, No.4 (2024). <http://dx.doi.org/10.15407/fm31.04.646> (Q4)
2. S. Berns, E. Boillat, S. Hugon, A. Boyarintsev, B. Grynyov, N. Karavaeva, A. Krech, S. Minenko, T. Sibilieva, M. Sibilyev, A. De Roeck, T. Dieminger, U. Kose, B. Li, A. Rubbia, D. Sgalaberna, T. Weber, X. Zhao. A new diffuse reflector filament for additive manufacturing of 3D printing finely-segmented plastic scintillator. Подається до друку у Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A (Q1) (arXiv:2509.01247 [physics.ins-det] <https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.01247>).
3. За результатами роботи було захищено дисертаційну роботу на здобуття наукового ступеня доктора філософії (Тетяна СІБІЛЄВА, диплом Н25 № 001463) на тему «Виготовлення сцинтиляторів на основі полістиролу методом 3D-друку».

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 8

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Бояринцев Андрій Юрійович (д. т. н.)

Караваєва Наталія Леонідівна (к. т. н.)

Креч Антон Владиславович (к. т. н., с.д.)

Сібілева Тетяна Григорівна (д.філософ)

Керівник організації:

Гриньов Борис Вікторович (д. т. н., академік)

Керівники роботи:

Бояринцев Андрій Юрійович (д. т. н.)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ



Юрченко Т.А.