Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U003951

Державний реєстраційний номер: 0125U003423

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 18-09-2025

II. Етап виконання ДіР

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 звітного документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380573410161, 380573404474

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Швейцарський національний науковий фонд

Код за ЄДРПОУ: 2465875997

Місцезнаходження: Вільдхайнвег 3, Берн, CH-3001, Швейцарія

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 41313082222

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 09 - договір із закордонним замовником

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

Джерела фінансування

7716 - кошти замовників іноземних держав

Фактичний обсяг фінансування (тис. євро): 53.500

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

3D-друк детекторів частинок на основі пластикових сцинтиляторів.

Назва роботи англійською:

3D printing of plastic scintillator based particle detectors.

Реферат українською:

В результаті виконання 1 етапу роботу 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 англійською:

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: 19.51.55, 61.69.37

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Бояринцев Андрій Юрійович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Звіт про науково-дослідну роботу «3D-друк детекторів частинок на основі пластикових сцинтиляторів». Етап 1.

Назва НТП англійською: Report on research work «3D printing of plastic scintillator based particle detectors». Stage 1.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Звіт

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

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: 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), нс 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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

- **Початок етапу:**
- **Закінчення етапу:**

Споживачі продукції: Компанії сцинтиляційного приладобудування.

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

Характер співробітництва з інвестором

- **Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**
- **Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**
- **Наявність бізнес-плану:**
- **Техніко-економічне обгрунтування:**

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. 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».

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Гриньов Борис Вікторович
д. т. н.

Перелік осіб-виконавців

Бояринцев Андрій Юрійович
(д. т. н., 05.02.01)

Караваєва Наталія Леонідівна
(к. т. н.)

Креч Антон Владиславович
(к. т. н.)

Сібілєва Тетяна Григорівна
(д.філософ)

Відповідальний за підготовку облікових документів Фенько О.В.

Телефон +38 (057) 341-01-50

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності