

## СТВОРЕННЯ 3D-РОЗМІРНИХ СТРУКТУР З ФОТОПОЛІМЕРНОЇ СМОЛИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Костін Д.О.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Грицунов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПІ,  
м. Харків, Україна

e-mail: [denys.kostin@nure.ua](mailto:denys.kostin@nure.ua).

A new method based on the photo polymerization of photosensitive epoxy resin under the influence of laser radiation is considered. The possibility of using a laser beam to create three-dimensional objects from photopolymer resin is shown. The printing process should be based on precise control of laser radiation in this case, to strengthen the resin layer by layer, which allows creating complex three-dimensional structures. The process requires high precision and control, but allows for the creation of objects with high resolution and complex geometric shapes, which finds application in various industries such as microelectronics, medicine and prototyping.

Сучасні технології 3D друку стрімко розвиваються. Вони дозволяють створювати об'єкти з високою роздільною здатністю та складними геометричними формами, що знаходить застосування в мікроелектроніці, медицині тощо. Але, попри всі досягнення, фотополімерні 3D-принтери мають ряд недоліків, які звужують їх виробничі можливості.

Метою запропонованого принципу друку за допомогою швидкісного відхилення лазерного випромінювання є не тільки усунення недоліків сучасних фотополімерних 3D-принтерів, працюючих за класичною кінематикою, але й суттєве розширення виробничих можливостей самого друку, наприклад додавання можливості вдруковувати структури у вже існуючі тверді об'єкти із достатньою для цього адгезією поверхонь.

Класичний принцип дії фотополімерного 3D-принтера ґрунтується на використанні ультрафіолетового (УФ) світла для полімеризації рідинних смол, що утворюють матеріал для друкування за допомогою LCD матриці. Процес друку складається з кількох етапів. Спочатку користувач створює або завантажує 3D-модель об'єкта, який потрібно відтворити. Потім ця модель конвертується у формат, сумісний з технологією фотополімерного друку, наприклад, формат SLA [1]. Фотополімерна смола, яка є основним матеріалом для друку, наливається у спеціальний бак або резервуар принтера. Принтер наносить цю смолу шар за шаром на робочу платформу або ванну, де вона полімеризується під впливом УФ-світла або іншого джерела світла. Після закінчення полімеризації кожного шару платформа опускається на невелику відстань, і процес друку повторюється для наступного шару. Після завершення друку об'єкт виймається з принтера і

піддається обробці, яка може включати промивання в розчині для видалення залишкової смоли та закріплення деталей.

Цей процес дозволяє створювати деталі з високою точністю та деталізацією, що дуже корисно для прототипування, виготовлення дрібних деталей або виробництва складних геометричних форм. Але такий процес має ряд суттєвих недоліків [1].

Однак, існує напрям, відомий як швидкісне візування на площинах за допомогою відхилення лазерного променя за принципом лазерного проектора (рис. 1).

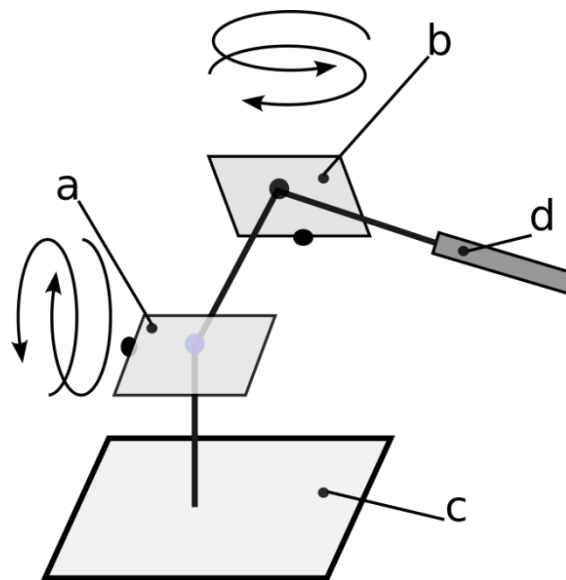


Рис. 1. Принцип дії лазерного проектора: а) дзеркало, закріплене на магнітний сканатор для вертикального відхилення; б) дзеркало, закріплене на магнітний сканатор для горизонтального відхилення; с) площина, на яку наноситься візерунок; д) джерело лазерного випромінювання

У запропонованому методі замість використання УФ матриць для 3D принтерів для полімеризації фотополімерів застосовується лазерна відхиляюча система. Друк відбувається за принципом поступового (пошарового) проектування зображення 3D моделі шляхом відхилення лазерного променя з урахуванням властивостей розповсюдження світла в анізотропних середовищах [2].

Метод засновано на аналогічному 3D-друку формуванні 2D-шарів (слайсів) зображення з пошаровим їх проектуванням за допомогою LCD матриці, але вже за допомогою швидкісного відхилення лазерного променя (рис. 2) замість занурення платформи у розчин та проектування зображень.

Такий принцип фотополімерного друку усуває ряд недоліків існуючих конструкцій фотополімерних 3D-принтерів, зокрема, суттєво прискорює процес друку, вирішує проблему пошкодження підйомної платформи кристалами, що утворюються у самій фотополімерній смоли тощо.

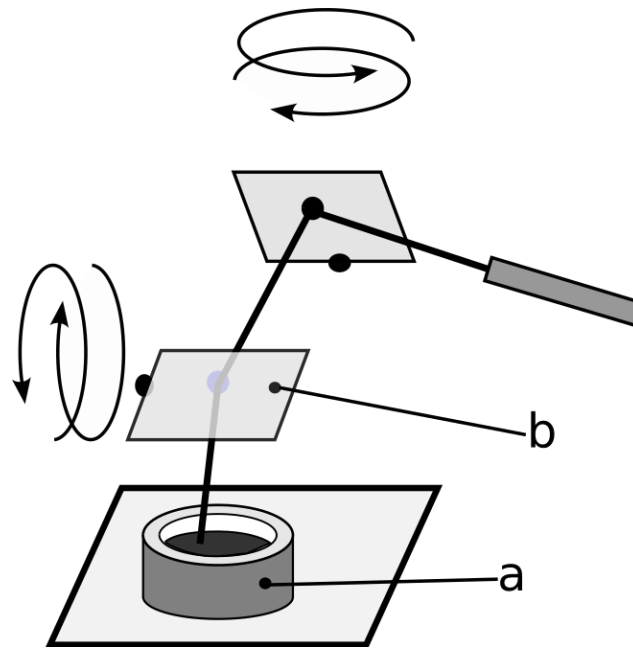


Рис. 2. Принцип 3D друку за допомогою швидкісного лазерного пошарового проектування слайсів зображення: а) ємність з фотополімерною смолою; б) система швидкісного проектування топології слайсів

Розробляється також система поступової пропорційної подачі смоли у ємність для економнішого витрачання фотополімерної смоли. Ще однією з переваг запропонованого принципу друку є перспективність розробки мікропроцесорної функції [3] автоматичного контролю та керування фокусуванням променя, що дає можливість підвищити міцність зразка отриманої 3D-моделі. Також, новий метод може значно зменшити витрати на обслуговування та ремонт обладнання. Тому подальші наукові пошуки в даній області є досить актуальними та перспективними.

#### Список використаних джерел:

1. Smyth, C. Functional Design for 3D Printing: Designing 3d printed things for everyday use / Clifford Smyth. – USA, 2017. – 236 с.
2. Калмиков, О. С. Моделювання процесу поширення оптичного випромінювання в анізотропному середовищі [Електронний ресурс] / О. С. Калмиков, Т. О. Стрілкова // XXII Міжнародна науково-технічна конференція «ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи». – 2023. – URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/781b99a3-0627-4814-92ef-cb4e7f718cb3/content>. (дата звернення: 13.03.2024).
3. Карнаушенко В. П. Мікропроцесорні системи контролю та керування: Навч. посібник / В. П. Карнаушенко, І. М. Бондаренко, О. В. Бородін. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 244 с.