

## **ВИКОРИСТАННЯ БАГАТООСЬОВИХ МЕХАТРОННИХ ПРИСТРОЇВ В ПРОЦЕСАХ 3D-ДРУКУ**

Центральноукраїнський національний технічний університет.

### **Анотація**

*Запропоновано впровадження в сферу адитивних технологій принципу багатоосьового друку, яке дозволило розширити технологічні можливості 3D-друку та сфери його застосування.*

**Ключові слова:** 3D-друк, 3D-принтер, багатоосьовий друк, 5D-принтер.

### **Вступ**

Адитивні технології зараз знаходяться на піку свого розвитку, 3D-друк вже застосовується в більшості сфер нашого життя, і навіть в таких відповідальних, як авіа- так космічне будівництво, що зайвий раз доводить корисність та необхідність цієї технології. Проте, як у будь-якої «молодої» технології, в сфері 3D-друку ще залишаються проблеми, які необхідно вирішити для її оптимізації. Однією з таких проблем є неможливість друкування деталей зі складною формою без додаткової витрати матеріалу, часу, та додаткової підготовки моделі. Обраний напрям досліджень є перспективним та необхідним для подальшого розвитку

### **Результати дослідження**

Недоліки технології об'ємного друку та друкованої продукції обумовлені конструктивними особливостями обладнання, на якому відбувається друк. Звичайний 3D-принтер являє собою пристрій, який друкує в одній площині плоскими шарами, поступово накладаючи шар оди на один. Друкуюча головка при цьому орієнтована вертикально, зафіксована чітко перпендикулярно до поверхні робочого стола. По-перше, така конструктивна особливість пристрою робить не можливим друк нависаючих елементів деталі в просторі, так як матеріалу необхідно опиратись на вже існуючий надрукований елемент деталі чи підтримки. По-друге, деталь, надрукована з плоских шарів, має низьку міжшарову міцність, яка знижує здатність деталі сприймати навантаження [1].

Такі спостереження підтверджують дослідження та поява нових прототипів кінематики пристроїв 3D-друку. Наприклад на деякі нові моделі принтерів вже встановлюють приводи перемищення друкуючої головки під кутом 45°, таким чином отримавши доступ до площини друку, в якій друк нависаючих конструктивних елементів є можливим без ускладнень. Така компоновка вирішує частину проблем, проте дає не повний доступ до поверхонь деталі, тож деякі нависаючі елементи надрукувати без підтримки не вийде. Також міжшарова міцність таких деталей буде такою ж низькою.

Більш інноваційним прототипом кінематики пристроїв об'ємного друку є так званий роторний 3D-принтер, за конструктивними особливостями та кінематикою схожий на токарний верстат [3]. Такий принтер дає змогу друкувати деталі типу тіла обертання зі складною зовнішньою поверхнею без зайвих витрат матеріалу, та навіть утворюючи каркас деталі – просторову сітку шарів. Такі деталі будуть міцніші, краще сприйматимуть навантаження на розтяг вздовж вісі. Недоліком такого обладнання є неможливість друку деталей інших типів, наприклад корпусів, які повинні мати цілісну структуру – тобто обладнання має вузьку спеціалізацію друку тіл обертання. Деталь друкується на «роторі» - трубці, яка обертається навколо своєї вісі, тож готова деталь обов'язково матиме отвір посередині.

Прототип принтера RotBot є модифікацією Prusa, відмінність якого заключається в можливості повороту друкуючої головки, встановленої під кутом 45°, навколо своєї осі [2]. Така компоновка має ряд суттєвих переваг: також дозволяє друкувати без підтримок використовуючи

просторові шари, але має і недоліки. Найголовніший – необхідність додаткової підготовки моделі до друку за рахунок викривлення її геометрії.

Вирішенням даної проблеми є варіант оснащення 3D-принтера додатковими модулями, такими як механізм нахилу друкуючої головки та механізму повороту столу, які дозволятимуть довільно змінювати кут нахилу друкуючої головки в діапазоні  $90^\circ$  та обертати модель навколо своєї осі, таким чином отримавши доступ друкуючої головки до необхідних поверхонь в тих площинах, в яких друк елементів не викликати ускладнень.

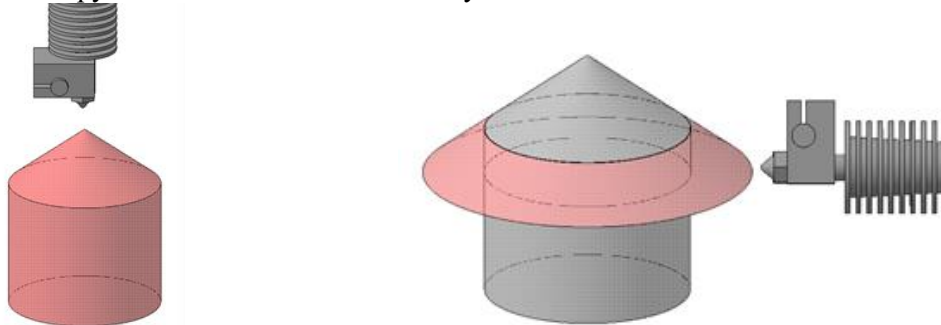


Рис.1 – Візуалізація принципу друку деталі на багатоосьовому 3D-принтері.

Така компоновка є більш технологічною та універсальною, ніж перелічені вище варіанти кінематики, так як дозволяє друкувати деталі і з плоских шарів в площині XY, і друкувати складні деталі в режимі 5-осьового друку, залежно від потреб.

## Висновки

Встановлено, що запропонований тип кінематики принтера дозволяє суттєво підвищити технологічність отримання деталей методом 3D-друку, розширити сфери його застосування за рахунок покращення експлуатаційних характеристик отриманих деталей.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Michał Bembenek, Wojciech Gazda, Михайлюк, В. В., Рудейченко О. О., Дейнега Р. О. Аналіз можливості вдосконалення 3d-друку обертаних елементів методом FDM. [Текст] / Michał Bembenek, Wojciech Gazda, Михайлюк, В. В., Рудейченко О. О., Дейнега Р. О. // Науковий вісник ІФНТУНГ. 2022. № 1. С 73 – 80.
2. The rotbot: 4-axis non-planar 3d printing. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cnckitchen.com/blog/the-rotbot-4-axis-non-planar-3d-printing>.
3. Jackson O'Connell. 3D-Rotoprinter: What Is It? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://all3dp.com/2/rotoprinter-rotary-3d-printer-simply-explained>.

**Завгородній Богдан Миколайович** — аспірант кафедри машинобудування, мехатроніки і робототехніки, Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, e-mail: [soffiwhite@gmail.com](mailto:soffiwhite@gmail.com)

**Кириченко Андрій Миколайович** — докт. техн. наук, професор кафедри машинобудування, мехатроніки і робототехніки, Центральноукраїнський національний технічний університет.

### *Use of multi-axis mechatronic devices in 3d printing processes*

#### **Abstract**

*The introduction of the principle of multi-axis printing into the field of additive technologies, which made it possible to expand the technological capabilities of 3D printing and its application areas.*

**Keywords:** 3D printing, 3D printer, multi-axis printing, 5D printer.

**Zavgorodnii Bogdan M.** — Department of metal cutting machines and systems, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, email : [soffiwhite@gmail.com](mailto:soffiwhite@gmail.com)

**Kyrychenko Andrii M.** — Doctor of Engineering, Professor of department of metal cutting machines and systems, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi