



УДК 004.457

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ 3D-ПРИНТЕРА

Студ. О. О. Миронов, гр. МгІТ2-18  
Науковий керівник доц. Б.Л. Шрамченко,  
Науковий керівник доц. Г.О. Корогод  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Метою роботи є створення програмного та механічного забезпечення для 3D-принтера з високою точністю друку, великим об'ємом області друкування, можливістю використання двох екструдерів та високою швидкістю друку усіма розповсюдженими на даний момент пластиками.

**Завдання.** Для досягнення сформульованої мети необхідно розв'язати наступні задачі.

Розробити каркас принтера та підібрати необхідні комплектуючі.

Проаналізувати існуючі види кінематичних схем верстатів з числовим програмним управлінням та обрати найкращу для поставленої задачі, або розробити власну.

Проаналізувати існуючі на даний момент плати керування, елементи нагріву, механізм подавання та інші деталі принтера.

Розробити програмне забезпечення для автоматизованого керування 3D-принтером з обраними кінематикою, електронікою та механічною структурою.

Розробити засоби виводу результатів роботи програмного забезпечення на екран монітору та на твердий носій інформації.

В результаті калібрування підібрати необхідні параметри для стабільного використання 3D-принтера.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є методи оптимізації технології 3D-друку у проектуванні та створенні прототипу, предметом дослідження — існуючі рішення у технології 3D-друку та можливість їх вдосконалення.

**Методи та засоби дослідження.** Методами дослідження є порівняльні алгоритми на основі застосування кореляційних таблиць. Засобами дослідження є САД система Fusion360 та система програмування Arduino IDE.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Як будь-який високотехнологічний пристрій, 3D-принтер для своєї роботи потребує відповідного програмного забезпечення (ПЗ). Это ПЗ досить специфічне, оскільки в результаті його роботи повинне бути отримане не плоске, а тривимірне зображення. В результаті проведеного дослідження встановлена доцільність використання методу ШИМ для керування кроковими двигунами. Показана доцільність алгоритму PID для нагріву пластика. Показана ефективність застосування програмного забезпечення marlin та repetier для розробки 3D-принтерів та інших верстатів з ЧПУ.

**Результати дослідження.** Застосування методів автоматизації проектування технологічних процесів виготовлення прототипів застосуванням адитивних технологій виправдується постійним зростанням попиту на швидке створення нових моделей 3D-принтерів. При вирішенні таких питань виникають задачі визначення оптимального маршруту каретки з високою точністю та мінімальною інерцією, та оптимальної схеми нагріву нагрівального елемента. Як показано у поданій роботі перша задача зводиться до правильного вибору метода керування кінематикою, а друга – до використанням PID регулюванням нагріву

Широтна імпульсна модуляція, або модуляція за тривалістю процес керування шириною (тривалістю) високочастотних імпульсів за законом, який задає низькочастотний сигнал. В електроніці це може бути керування середнім значенням вихідної напруги шляхом зміни тривалості замкненого стану електронного (електромеханічного) ключа, наприклад, у схемі ключового стабілізатора напруги.

Задача запрограмувати контролер керувати кроковими двигунами, використовуючи ШИМ сигнал, для більш точного позиціонування каретки принтера.

Застосована аналогова ШИМ, як найбільш придатна схема керування, враховуючи існуючі на даний момент драйвери крокових двигунів. Дана методика дозволяє збільшити кількість кроків на оберт крокуючого двигуна у 128(256) разів, в залежності від можливості драйвера (рис.1).

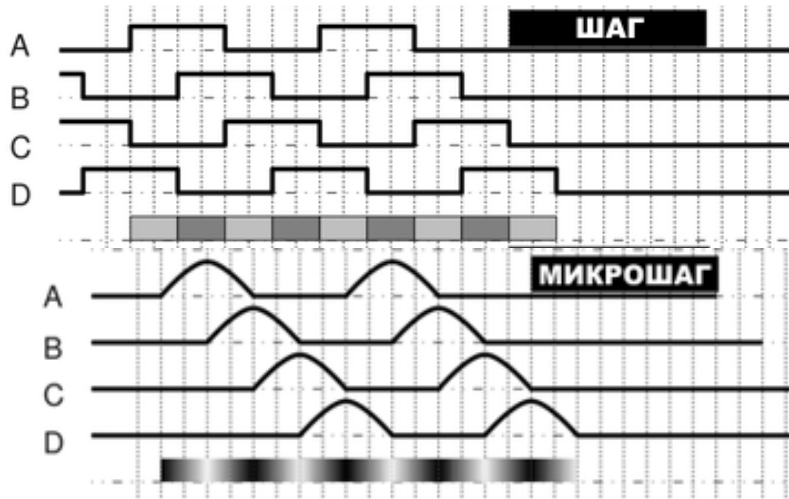


Рис.1. Часова діаграма 3D-принтера.

Під методом PID регулювання розуміють наступного. лінійного виразу.

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Пропорційний інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор - пристрій в керуючому контурі зі зворотним зв'язком. Використовується в системах автоматичного управління для формування керуючого сигналу з метою отримання необхідних точності і якості перехідного процесу. ПІД-регулятор формує керуючий сигнал, який є сумою трьох доданків, перший з яких пропорційний різниці вхідного сигналу і сигналу зворотного зв'язку (сигнал неузгодженості), другий - інтеграл сигналу неузгодженості, третій - похідна сигналу неузгодженості.

Якщо якісь із складових не використовуються, то регулятор називають відповідним чином, наприклад, пропорційним інтегруючим, пропорційним диференціальним і т. д.

Вся інформація в процесі розв'язання задач виводиться на екран для відстеження стану системи, для використання при налагоджуванні технологічного процесу. Розробку здійснено у системі програмування Arduino IDE (операційна система - Windows 7).

**Висновки.** Показана доцільність застосування методів PID регулювання для точного контролю нагріву нагрівального елемента у 3D-принтерах та подібних пристроях, працюючих за принципом нагрівання матеріалу. Підтверджена доцільність використання кінематичної схеми із зафіксованими двигунами.

**Ключові слова:** coreXY, PID регулювання, технологічний процес, проектування 3D-принтер.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Полищук А.В. Настройка Пид регулятора систем автоматического регулирования объектов тепловыделительного оборудования. / Полищук А.В. – Н.: Новосибирский Государственный Технический Университет, 2015. – 200 с.
2. Аверченков А.В. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка. 2-е издание, стереотипное. / А.В. Аверченков, М.В. Терехов, А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, В.А. Шкаберин. – М.: Изд-во «ФЛИНТА» 2014. – 326 с.