

1. Будова та принцип роботи FDM-принтера

- Будова 3Д принтера

3Д принтер FDM типу складається з корпусу(1), закріплених на ньому направляючих(2), по яким здійснює рухи друкуюча головка(3) за допомогою крокових двигунів(4), робочого стола(5), на якому нарощується виріб; все це керується електронікою(6).

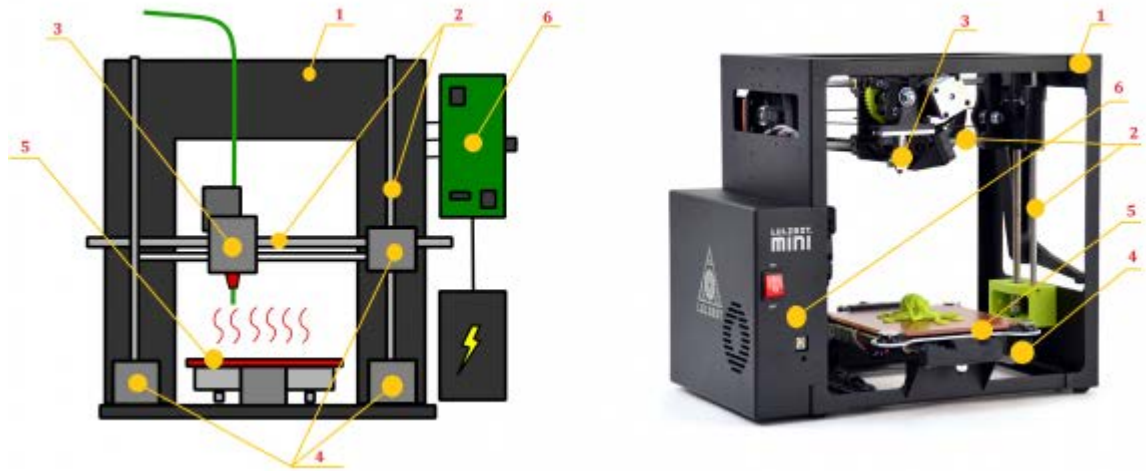


Рис. 1.1 – Загальна будова 3Д принтера FDM типу

- Чим друкує 3Д принтер:

Розхідний матеріал – “Філамент” для FDM принтерів представляє собою пластиковий пруток, намотаний на катушки. Розхідні матеріали бувають різних типів та властивостей.

- Як працює FDM принтер:

Пруток філамент (1) поступає в друкуючу головку(екструдер)(2), в якій розігрівається до рідкого стану і видавлюється через сопло екструдера. Крокові двигуни за допомогою зубчастих ременів приводять в рух екструдер(2), який здійснює рухи по направляючих(3), та наносить пластик на платформу(4) шар за шаром. Знизу вверху. В результаті виріб(5) виростає шар за шаром.



Рис. 1.2 – Принцип роботи 3Д принтера FDM типу

2. Кінематика 3D принтера

Якість друку 3д принтера і принцип його роботи залежать від декількох факторів. Один з важливих показників є кінематика.

Кожен 3д принтер має свою кінематичну схему роботи. Моделі обладнанні платформою та екструдером. Ці деталі рухаються в певному напрямку відносно одне одного. Кінематика в такому пристрої означає схему по якій рухаються екструдер та платформа.

2.1 Види та типи кінематики

Основних видів кінематики 3д принтерів нараховують три. Від їх відмінностей залежить принцип функціонування пристрою та спосіб оброблювання заготовки.

- **Картезіанські 3д принтери**

Самі розповсюджені – 3д принтери з картезіанською кінематикою. Вони засновані на Декартовій системі координат, працюють по осях XY та Z.

По ним задаються координати за якими друкуюча головка міняє положення відносно платформи. В друкуючій головці є обмеження відносно руху вздовж трьох осей:

- 1) Екструдер направляється у висоту, коли платформа рухається по горизонтальним осям X, або Y.
- 2) Платформа рухається ввєрх по осі Z, а екструдер в цей момент може здійснювати рухи в горизонтальних напрямках.
- 3) Платформа переміщується по одній з осей у висоту, а екструдер піднімається по іншій осі.
- 4) Платформа статична і не рухається, екструдер переміщається по всім трьом осям.
- 5) Екструдер проходить по координатам у висоту, а платформа здійснює рух по осям X та Y.

Самими розповсюдженими варіантами функціонування є перший та другий.

Картезіанська кінематика відрізняється деякими перевагами:

- Це проста схема руху, вона підходить для любительського друку.
- На її основі працює багато бюджетних моделей.
- Принтер може випускатись в любых габаритних параметрах, при необхідності він може модернізуватись.
- Розхідні матеріали представлені у вільному доступі.
- Користувачам пропонується велика кількість матеріалів та кольорів.
- Принтери можуть постачатись в розібраному вигляді. Така особливість дозволяє новачкам розібратись в принципі роботи механізмів.
- Прилади працюючі на основі картезіанської системи підходять для масового виробництва деталей. Вони передбачені для створення заготовок різного розміру.

З недоліків принтерів побудованих на принципі трьох систем координат, виділяють два фактори:

- Моделі великогабаритні, після монтажу вони займають багато місця на робочому столі;
- Мала швидкість друку.

Принтери на основі Картезіанської кінематики чудово підходять для початківців. Вони допомагають розібратися в процесі роботи механізму, а також навчитись створювати моделі.



Рис. 1.3 – Загальний вигляд 3Д принтера з картезіанською кінематикою типу “Портал”

- **Різновиди картезіанської кінематики CoreXY та H-Bot**

В CoreXY є два привідні ремені, в H-Bot використовується лише один, але більшої довжини – це основна відмінність двох різновидів. Загальна риса в цих пристроях на основі картезіанської кінематики заключається в тому що платформа рухається тільки по осі Z. Горизонтальні осі XY рухаються за допомогою пари двигунів, закріплених на рамі.

За рух по горизонтальним осям відповідають два двигуни, по вертикальній – один. Така кінематика розповсюджена не тільки в любительських принтерах, але і в професійних.

Зд принтери працюючі на основі CoreXY та H-Bot, виходять дорожчі ніж звичайні моделі на картезіанській кінематиці. Для виробництва їх корпусу використовують металеві сплави, або композитні матеріали.

Рельсові направляючі розкривають поенціал якісного друку. Така кінематика дозволяє досягати хорошої деталізації при великій швидкості друку.

З переваг CoreXY та H-Bot виділяють:

- Високу швидкість друку;

- Якісну деталізацію моделей;
- Професійний клас використання.

Але не обходиться без недоліків:

- Н-Vot не реалізують на гартованих валах;
- Потрібно постійно слідкувати за натягом привідних ременів, що б не з'являлись люфти;
- Висока вартість пристроїв;
- Ремені можуть швидко зношуватись, якщо в процесі роботи виникатиме тертя об сусідні елементи корпусу, цей фактор потрібно враховувати під час розробки конструкції;
- Привідні шківи по яких рухаються ремені, повинні бути розташовані суворо співвісно один до одного.

Принтери що працюють на картезіанській кінематиці отримали широке розповсюдження в різних виробничих сферах. Вони відрізняються високою деталізацією друку, міцним металевим корпусом, якісними комплектуючими.

- **Дельта-принтери**

Принтери що працюють на кінематиці типу «Дельта» відрізняються від своїх конкурентів по ряду особливостей. Стіл залишається нерухомим, а для переміщення друкуючої головки використовують відразу три встановлених осі. В таких пристроях немає розподілу по осям.

Щоб перемістити каретку вбік, потрібно опустити одну з осей, а інші підняти.

Вже існуючі дельта-принтери відрізняються наступними перевагами:

- Малі габарити. Пристрій не займає багато місця на робочому столі, вони високі, але не широкі.
- Висока швидкість друку. Моделі можуть оброблятися на швидкостях 300-400 мм/с.
- Новий підхід до виготовлення заготовок. Принтер працює по відмінній від картезіанської технології.

У Дельт є декілька недоліків:

- Складність процесу калібрування. На друкованій поверхні утворюється «лінза» через яку неможливо повноцінно відкалібрувати процес друку. Цей основний недолік, уповільнює масове застосування даної кінематики;
- Не висока ступінь точності. Висока швидкість друку призводить до втрат по якості. Всі осі виконують дрібні рухи, виникають похибки;
- Вимоги до обчислювальної потужності. Дельти обладнані 32х бітними платами через що вони не підтримують взаємодію з 8ми бітними системами;
- Рама повинна бути жорсткою. Це потрібно для запобігання виникнення люфтів, відхилень та викривлень конструкції;
- Не всі екструдери підходять. У дельт є обмеження по вазі, тому використовувати екструдери типу Direct забороняється.

Точність друку залишається не змінною

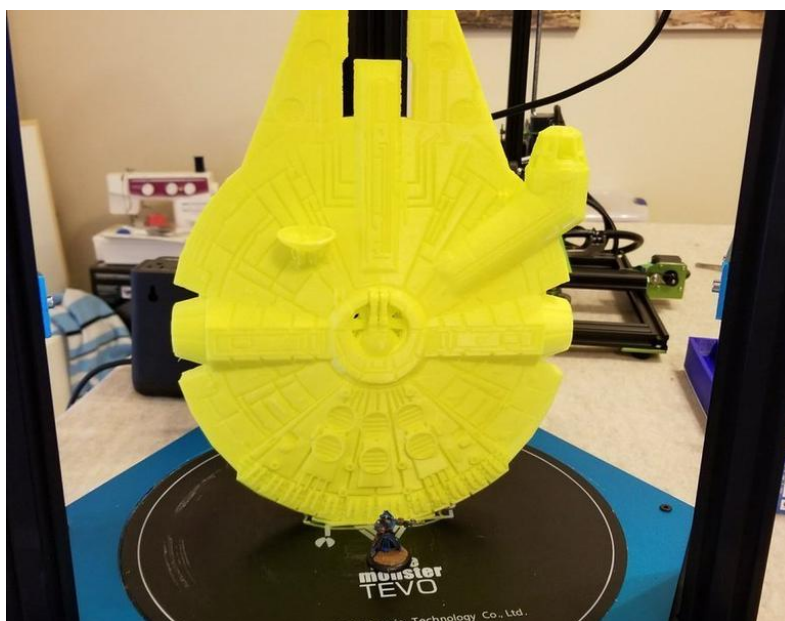


Рис. 1.4 – Зразок друку FDM принтеру типу Дельта

На дельтах можливо друкувати якісні вертикальні моделі навіть з великими габаритами.

На корпусі немає виступаючих деталей що дозволяє самостійно збільшувати його жорсткість.

- **Полярні**

Полярна кінематична схема представлена тільки в одній фірми Polar. Суть такої технології полягає в тому, що в ній немає позиціонування по осям XYZ. Положення екструдера задається показником кута та радіуса. Платформа у полярних 3д принтерів відрізняється круглою формою, вона рухається тільки по горизонтальній осі та тільки повертається по колу. Екструдер рухається вертикально.

З переваг 3д принтерів на полярній кінематиці виділяють:

- Можливість створювати крупні об'єкти;
- Високу енергоефективність;
- Економію матеріалів;
- Невеликі габарити.

Але є і недоліки:

- Мала точність друку, над якою працюють представники фірми;
- Платформа в процесі роботи не підігрівається;
- Обмеження відносно роботи з матеріалами – не можливо

працювати з АБС пластиками.

Полярні принтери поступаються точністю друку картезіанським та дельта принтерам. Такі моделі рекомендуються до використання в навчальних цілях, але для професійного застосування вони наразі не підходять.

Приклад друку показує що точності досягти поки що не вдається. Всі риси розмиті, виробу не вистачає різкості та точності геометрії.

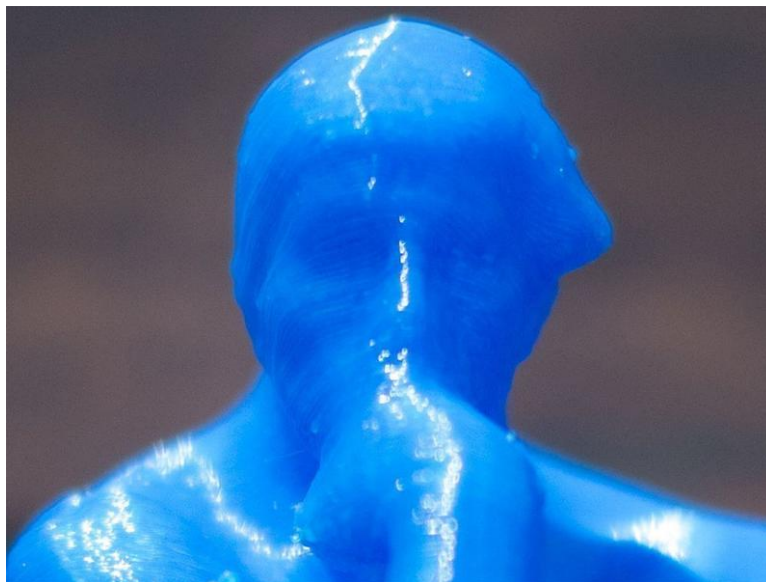


Рис. 1.5 – Зразок друку Полярного FDM принтера

Висновок

Вибір кінематики 3д принтерів залежить від вимог до техніки та сфери застосування:

1. Самими розповсюдженими варіантами залишаються моделі на картезіанській кінематиці. Вони суміщаються в собі високу точність, хорошу швидкість роботи, не великі габарити. Їх можна використовувати для любительського тривимірного друку. Вони працюють в декартовій системі координат, платформа та екструдер рухаються по осях XYZ.

2. CoreXY та H-Bot – різновиди картезіанської кінематики. Вони відрізняються підвищеною деталізацією заготовок, підходять для професійного використання. Їх недолік – складність в процесі експлуатації. Користувачу необхідно постійно слідкувати, за станом ременів та їх натягом.

3. Дельта принтери – не розповсюджені моделі, слабким місцем яких є точність друку. В процесі роботи з пристроєм виникають проблеми з калібруванням, а також вибором екструдера.

4. Полярні принтери випускає тільки одна фірма Polar. Ці пристрої не можуть забезпечити високу точність виробу, тому їх використовують тільки в навчальних цілях. Через відсутність можливості підігріву робочої платформи виникає обмеження у виборі матеріалу.