

## **Екструдер**

Друкуюча голова 3д принтера називається екструдером (від extrude – видавлювати), що відображає її принцип дії: екструдер створює виріб пошарово, видавлюючи розплавлений матеріал через сопло.

Частіше всього, для друку в FDM принтерах використовують термопласти ABS та PLA у вигляді нитки - філаменту, тому в першу чергу розглядають саме екструдери цього типу.

Екструдер являється основним робочим елементом 3д принтера, який фактично і здійснює друк. Його можна порівняти з друкуючою голівкою струменевого принтера, з відмінністю в тому що замість рідких чорнил використовується пластикова нитка - філамент.

## **Будова екструдера та принцип дії**

Типовий екструдер для друку пластиком поділяється на дві частини: блок з механізмом подачі філаменту (колд-енд, «холодний кінець», cold-end) та сопло з нагрівальним елементом (хот-енд, «гарячий кінець», hot-end).

- **Подаючий механізм:**

Подаючий механізм складається з колеса (шестерні), з'єднаного з двигуном (напрямку, або через редуктор), та прижимного механізму.

Подаюче колесо(шестерня) обертаючись витягує філамент з катушки та направляє його в хот-енд, де пластик плавиться під дією високої температури та видавлюється через отвір в соплі.

- **Хот-енд (Hotend)**

Слугує для розплавлення філаменту з якого друкується сама модель. Він складається з чотирьох основних елементів:

- Сопло, діаметр вихідного отвору якого задає якість деталі, та швидкість друку;
- Термобар'єр, деталь через яку філамент поступає в гаряче сопло;
- Нагрівальний блок - елемент який поєднує нагрівальний елемент, термістор, сопло, та термобар'єр.

- Радіатор – забезпечує відвід тепла від термобар'єру.

- Сопло:

В соплі відбувається плавлення філаменту, на виході з сопла отримується розплавлена нитка з діаметром рівним діаметру вихідного отвору сопла. Як правило, сопла виготовляють з латуні. Самий поширений діаметр сопла 0.4мм, звичайно бувають і інші (від 0.1...1.2). Чим менший вихідний діаметр сопла, тим роздруковані моделі виходять якісніші, але затрачується більше часу. В залежності від завдання обирається оптимальний варіант діаметру вихідного отвору.

- Нагрівачий блок:

В цій деталі фіксуються Нагрівачий елемент (який безпосередньо нагріває блок), Датчик температури (термістор, або термопара), який контролює температуру хот-енда, Сопло, та термобар'єр.

- Термобар'єр:

Одна з найвідповідальніших частин хотенда. По каналу термобар'єра відбувається подача пластику безпосередньо в гаряче сопло. До термобар'єру застосовується ряд вимог: пластик повинен плавитись тільки в соплі, але частина пластику яка знаходиться зверху, повинна залишатись твердою, аби з легкістю проштовхувати вже розплавлений в соплі пластик. Це значить що «гарячу зону» необхідно різко розмежувати, чим менше буде висота перехідної зони (від гарячого до холодного), тим краще. Якщо пластик буде плавитися не тільки в соплі, а і в термобар'єрі, то буде утворюватися «пробка» (розм'ягчена зона пластику) яка не зможе проштовхнути пластик в соплі, через свій агрегатний стан. Для того що б отримати холодну зону з різким розмежуванням від гарячої, розробники екструдерів часто використовують вставки з тефлону, алюмінієвий радіатор, активне охолодження, а також матеріали з низькою теплопровідністю, наприклад нержавіюча сталь. Всі ці міри можуть використовуватися як разом, так і поокремо.

## **Типи екструдерів та їх відмінності**

Екструдери FDM принтерів поділяються на два типи: з прямою подачею (Direct), та боуден (Bowden). Основною відмінністю є розміщення подаючого механізму та хот-енду.

#### 1) Дірект екструдер

В більшості 3д принтерів використовується система прямої подачі, де кроковий двигун екструдера знаходиться в одному корпусі з друкуючою головкою, він проштовхує пластикову нитку напряму в хотенд. Екструдери з прямою подачею називаються «Дірект». Для таких екструдерів характерне використання пластикової нитки діаметром 1.75мм. Дірект екструдер – це подаючий механізм, що знаходиться безпосередньо на рухомій каретці принтера.

Переваги екструдера з прямим приводом:

- Можливість друку гнучкими пластиками, навіть на великих швидкостях;
- Низька похибка при подачі пластику за рахунок мінімальної відстані подачі;
- Швидка та зручна заміна філаменту.

Недоліки:

- Сумарна вага каретки в рази більша ніж у Боуден екструдерах (тим самим збільшується інерційність);
- Більш складна конструкція каретки(необхідно розмістити кроковий двигун з механізмом подачі на каретці).

#### 2) Боуден екструдер

Основна відмінність від Дірект екструдера полягає в тому що подаючий механізм та сопло рознесені: колд-енд жорстко закріплений на рамі принтера, а хот-енд знаходиться на рухомій друкуючій головці. Філамент при цьому подається в сопло по довгій тefлоновій трубці (по принципу Боуден-троса).

Переваги Боуден екструдера:

- Зменшується сумарна вага каретки (кроковий двигун розташований на рамі принтера);
- Не великі габарити друкуючої головки.

Недоліки:

- Складність (в більшості випадків неможливість) друку гнучкими матеріалами;
- Потребує більш потужного двигуна для подачі пластику (часто навіть з редуктором)
- Збільшується похибка подачі філаменту через велику довжину трубки.