

МЕХАНІЧНА КОНСТРУКЦІЯ ЗД ПРИНТЕРА

1 Опис конструкції принтера

Конструкція принтера повинна відповідати наступним поставленим вимогам: принтер що працює по технології FDM друку, закритого типу (наявність термокамери), що забезпечить можливість роботи з інженерними групами пластиків (філаменту), з картезіанською системою кінематики, а саме Н-Vot. Тип екструдера – боуден, що забезпечить низьке навантаження на напрямні друкуючої головки, високу точність її позиціонування, а також достатню швидкість друку. Екструдер з можливістю забезпечення відповідної температури плавлення філаменту що відповідатиме характеристикам матеріалів з якими проводитиметься робота. Робоча платформа з підігрівом та системою утримування виставленої температури, в межах заданих характеристиками філаменту. Зона друку повинна відповідати встановленим вимогам для забезпечення можливості виготовлення великогабаритних деталей, або можливості одночасного друку більшої кількості менш габаритних деталей.

Також принтер повинен дозволяти здійснювати віддалене керування процесом друку, а також мати засоби захисту від непередбачуваних ситуацій, таких як наприклад вимкнення електропостачання під час роботи принтеру, раптове закінчення філаменту, перевищення встановлених меж температур робочого столу та екструдера, перевищення рівня вологості в середині термокамери.

Додаткові опції принтера: внутрішнє освітлення що дозволяє в повній мірі візуальний контроль якості процесу друку, засоби контролю вологості в середині термокамери, та зону для утримання філаменту під час друку в заданих межах вологості повітря що відповідають характеристикам роботи з ним.

Все це повинно забезпечуватись достатньо потужною та надійною апаратною частиною - контролером принтера, а також блоком електропостачання розрахованим на номінальну потужність електроспоживачів установки.

2 Характеристики принтера

Відповідно до встановлених вимог, було проведено збір інформації, аналіз, та підбір відповідних комплектуючих в результаті чого отримано наступні характеристики принтера:

Табл. 2.1 – Основні характеристики принтера

Тип принтера	FDM
Тип кінематики	H-Bot
Тип конструкції	Консольний
Зона друку	X=310, Y=310, Z=500мм
Точність	50...45мкм
Швидкість друку	max 145 мм/с.
Наявність термокамери	Вбудована
Доступні матеріали	Базові, інженерні, екзотичні групи філаменту
Подвійний екструдер	Є можливість встановлення
Тип екструдера	Боуден
Віддалена робота	LAN, WiFi + сервіс OctoPrint
Інтерфейс	USB, SD карта, WiFi, LAN
Температура екструдера	max 275°C
Температура столу	max 110°C
Орієнтована вартість	854 долари США

3 Список комплектуючих

Збір комплектуючих умовно розділяємо на 7 етапів:

1. Розробка каркасу принтера та підбір матеріалів;
2. Розробка кінематичної схеми принтера по осям X, Y, Z;
3. Розробка друкуючої голови та механізму подачі філаменту;

4. Розробка робочої поверхні – столу;
5. Підбір та розміщення апаратної частини;
6. Підбір та розміщення елементів керування;
7. Облицювання принтера – термокамера, розміщення зони зберігання філаманту;
8. Створення 3Д моделі.

Етап №1 Розробка каркасу принтера та підбір матеріалів

В якості основного несучого каркасу було прийнято рішення використати екструдований алюмінієвий профіль V-slot, без покриття, який також називається “Станочним”. В купі з спеціалізованими кріпильними елементами це дозволяє з легкістю змонтувати каркас необхідних розмірів з витримуванням умов паралельності та перпендикулярності необхідних елементів конструкції.

Використано профілі з наступними характеристиками:

- Алюмінієвий екструдований профіль V-Slot, без покриття 20*20мм в перерізі:

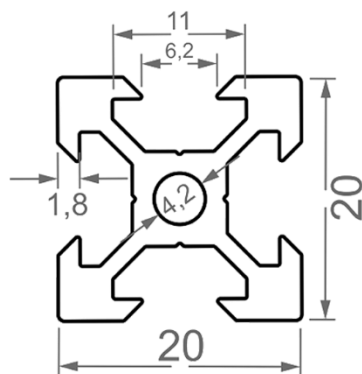


Рис. 2.1 – Розміри профілю 20*20мм. V-slot в перерізі

- Алюмінієвий екструдований профіль V-slot, без покриття 20*40мм в перерізі:

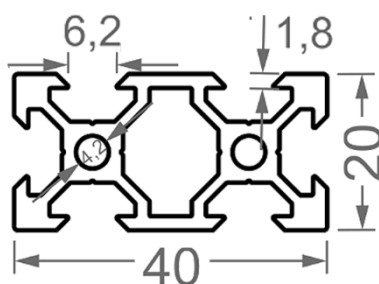


Рис. 2.2 – Розміри профілю 20*40мм. V-slot в перерізі

- Кріпильні елементи такі як: Т Гайка 20-М4, 2040 кутовий алюмінієвий 38x38 L з'єднювач.

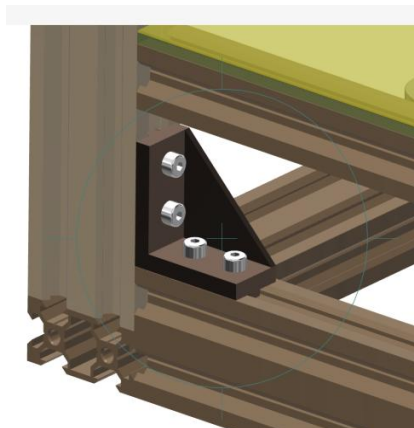


Рис. 2.3 – вигляд змонтованого на місці 38x38 L з'єднювача

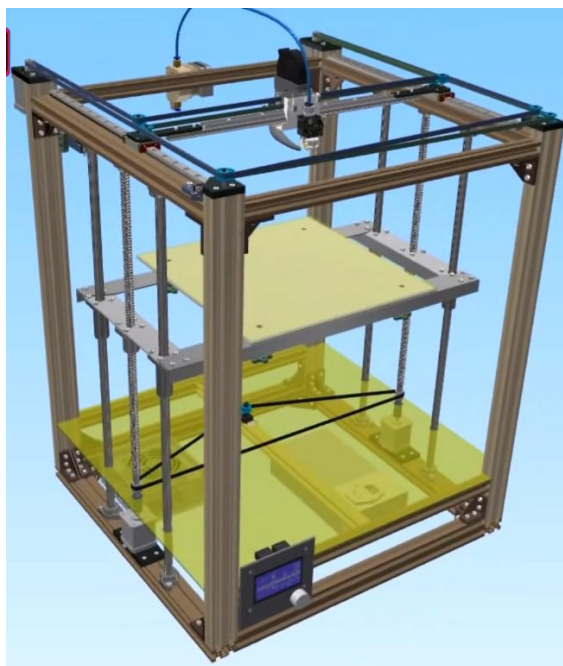


Рис. 2.4 – Вигляд змонтованого каркасу принтера

Етап №2 Розробка кінематичної схеми принтера по осям X, Y, Z

Кінематична схема принтера являє собою сукупність лінійних напрямних в якості яких було використано рельса с кареткою MGN12H - 400 мм та MGN12H - 450 мм для осей X та Y, а також лінійні вали 12мм 600 мм в комбінації з фланцевими підшипниками LMK12LUU. Для їх монтування на каркасі використано попередньо підібрані кріпильні засоби.

Для забезпечення руху кареток по осям X та Y, використано ремінь GATES-LL-2GT 4M-6MM-2GT в сукупності з попередньо підібраними шківками, розміщеними у відповідності до вимог кінематики типу H-Bot.

Для забезпечення руху робочого столу по осі Z, використано шарово гвинтові пари типу SFU1204.

Крутний момент на вище описаних приводах забезпечують крокові двигуни NEMA 48 1.5A. 5.5 кг/см.

В сукупності дані комплектуючі забезпечують відповідні до вимог характеристики точності позиціонування робочих елементів принтера, а також задану швидкість друку.

Етап №3 Розробка друкуючої голови та механізму подачі філаменту

Основним робочим елементом принтера являється друкуюча головка моделі NF-Crazy Hotend V6, Magnum version в комплекті з відповідними соплами, заводського виконання.

Подаючий механізм NF-BMG Aero V6 HOTEND, забезпечуючий необхідну силу прижиму та швидкість подачі філаменту в хот-енд.

Додатковими комплектуючими є PTFE тефлонова трубка що слугує засобом проміжного утримання філаменту між подаючим механізмом та хот-ендом.

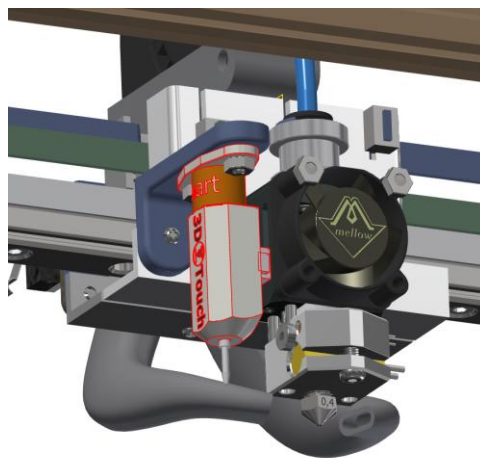


Рис. 2.5 – Загальний вигляд змонтованої друкуючої голови

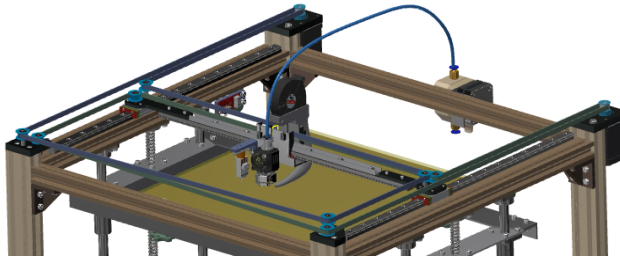


Рис.2.6 – загальний вигляд розміщених подаючого механізму, ПТФЕ трубки та друкуючої голови.

Етап №4 Розробка робочої поверхні – столу

Робочий стіл принтера відповідно до вимог робочої зони принтера вибрано 310 Glass and Netbed 24В. Теплоізолююча підкладка з фольгованого негорючого хлопку 310 10мм.

Основою на яку кріпить робочий стіл слугують кутники що опираються на фланці лінійних напрямних осі Z, виконані по розробленим кресленням у відповідності до розмірів.

Етап №5 Підбір та розміщення апаратної частини

Апаратна частина принтеру складається з материнської плати BIGTREETECH SKR V1.3 Smoothieboard 32 біт, драйверів крокових двигунів TMC2130 SPI, блоку живлення Meanwell 350W LRS-350-24, а також засоби керування струмами такі як мережеві ключі, твердотільні реле, термодатчики, нагріваючі елементи, засоби повітряного охолодження, засоби освітлення та інші.

Весь комплект апаратної частини вирішено розмістити в нижній частині принтера, апаратній зоні. Таке розміщення забезпечує ізоляцію електроніки від “гарячої” частини принтера, та дозволить забезпечити ефективне відведення тепла за допомогою засобів повітряного охолодження, без шкідливого впливу на зону друку.

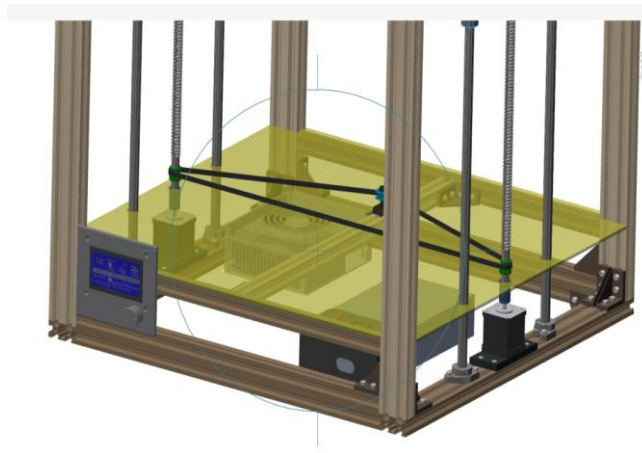


Рис 2.7 – загальний вигляд апаратної зони принтера, та розміщення її компонентів

Етап №6 Підбір та розміщення елементів керування

Основні елементи керування принтером являють собою сенсорний екран BIGTREETECH TFT35 V2.0, а також мережеві вимикачі. Даний екран дозволяє в повній мірі здійснювати контроль та керування принтером.

Додатковим засобом керування слугують засоби віддаленого керування такі як сервіс OctoPrint, до якого принтер підключається через мережу інтернет. За для цього на материнській платі принтеру передбачений інтерфейс підключення LAN кабелю, та модуль WIFI зв'язку.

Всі елементи керування принтером за для зручності винесені на фасадну нижню частину корпусу принтера, де тако ж своє місце зайняв інтерфейс підключення SD карт.

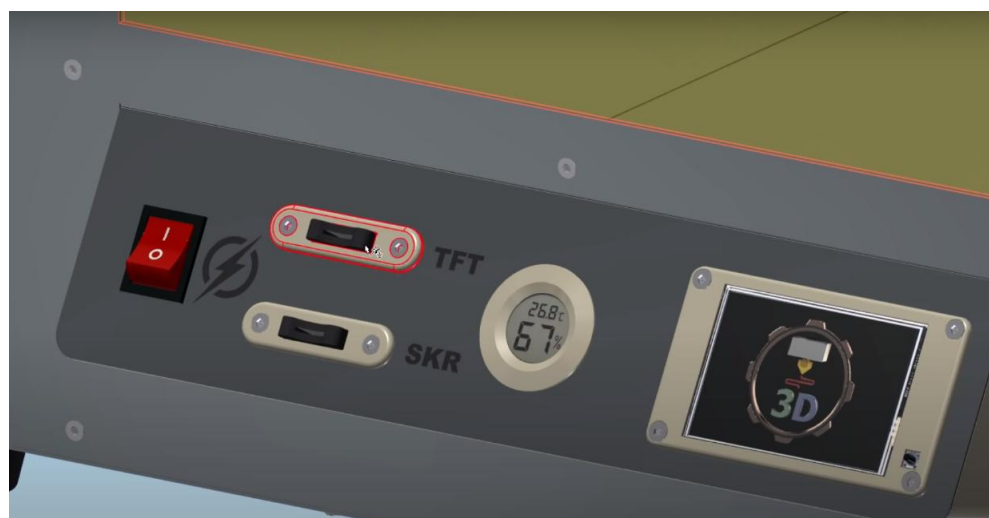


Рис. 2.8 – загальний вигляд засобів керуванням принтеру

Етап №7 Облицювання принтера – термокамера, розміщення зони зберігання філеманту

Облицювання каркасу принтера що слугує одночасно засобом збереження внутрішніх умов роботи таких як температура повітря та рівень вологості (термокамера), виконаний з двох типів матеріалів, форма та характеристики яких розроблені спеціально під дану конструкцію. Основним матеріалом слугують сталеві листи товщиною 2мм. Додатково для дверей та кришки виконані дверки з акрилу.

Детальна інформація про всі комплектуючі, їх документація та креслення а також джерела - описані в додатку 1.

Етап №8 Створення 3Д моделі

На даному етапі враховуючи список необхідних комплектуючих, та опираючись на інформацію про них, була створена повноцінна 3Д модель принтеру в зборі, з врахуванням всіх вимог та додаткових параметрів, що дозволило отримати точні розміри конструкції та відповідно розміри елементів каркасу.



Рис. 2.9 – фінальна модель принтеру в зборі

4 Переваги та недоліки

Виходячи з отриманої конструкції 3Д принтеру та його характеристик, виділяємо наступні переваги та недоліки:

Переваги:

- Принтер повністю відповідає встановленим вимогам;
- В даній конструкції реалізовані додаткові функції які в ринкових моделях доступні тільки як окремі пристрої, або за додаткову вартість;
- Вартість побудови такого принтеру нижче ніж в ринкових аналогів;
- Висока надійність конструкції, за рахунок якісних комплектуючих та особливостей їх вибору.

Недоліки:

- Необхідність пошуку та закупівлі необхідних комплектуючих;
- Обов'язкова наявність спеціальних інструментів що дозволять якісно провести збірку конструкції;
- Обов'язкова наявність верстатів та оснастки для точної обробки матеріалів конструкції та витримування їх розміру.