

Аналіз механічних частин 3D принтерів

Дмитро Бойко

Кафедра КПАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, ,
Харків, пр. Науки 14, УКРАЇНА, e-mail: dmytro.boiko1@nure.ua

Анотація: В даних тезах переведений аналіз видів напрямних та типів матеріалів, котрі дадуть можливість розробити конструкцію та каркас 3D принтеру.

Ключові слова: 3D принтер, напрямні, механіка, конструкція, каркас.

I. ВСТУП

3D-принтер - це периферійний пристрій, що здійснює 3D-друк методом пошарового формування фізичного об'єкта за заданою цифровою 3D-моделлю. Сучасні 3d-принтери можуть друкувати як різними полімерними матеріалами (основна частка витратних матеріалів) [1], так і металом, спеціалізованими будівельними сумішами, продуктами харчування та біо-матеріалами.

3d-принтери вже сьогодні застосовуються як для побутового так і для професійного прототипування об'єктів. На сьогоднішній день крім стандартних зразків обладнання, є розробки і конструкції, які здійснюють друк їжі, принтери застосовуються в медицині та принтери здатні друкувати малоповерхові будинки і невеликі конструкції.

3d-принтери зокрема і 3d-друк в цілому активно використовуються в освіті, робототехніці і ряді інших соціально-значущих та інноваційно-перспективних напрямків.

II. АНАЛІЗ ВИДІВ НАПРЯМНИХ

Для здійснення пересування осей у 3D принтері використовуються такі напрямні:

- а) вали;
- б) кульково-гвинтова передача;
- в) рейкова напрямна;
- г) механічна передача.

Напрямні поліровані вали – це найпоширеніший і бюджетний вид напрямних (рис. 1).

Відрізняється високою доступністю, легкістю обробки і установки. Поліровані вали виготовляються з високолегованих сталей, як правило – конструкційних підшипникових, і проходять індукційне загартування поверхні з наступним шліфуванням. Вали мають заводське індукційне загартування, що забезпечує тривалий час роботи і супроводжує меншого зносу валу. Шліфовані вали мають ідеальну поверхню і забезпечують рух з дуже маленьким тертям. Вали кріпляться тільки в 2 точках на кінцях і тому монтаж їх не представляє особливої складності. Однак, багато несумлінні виробники часто роблять вали з дешевих і м'яких сортів високо вуглецевих

сталей, користуючись тим, що покупець не завжди володіє засобами для перевірки виду матеріалу і його твердості.



Рис.1. Напрямні поліровані вали з опарами

До недоліків полірованих валів відносяться:

а) Відсутність кріплення до станини. Вал кріпиться в двох точках на кінцях – це полегшує монтаж направляючих, проте призводить до того, що напрямні встановлені незалежно від робочої поверхні стала. У той час в порталних верстатах вкрай бажано ставити напрямні в жорсткій зв'язку зі столом (такий зв'язок знижує похибки обробки, якщо робочий стіл піддався викривленню);

б) Провисання на великій довжині. На практиці через провисання вали використовують довжиною не більше 1 метра. Крім того, важливим є ставлення діаметра валу до його довжини – для отримання прийнятних результатів його значення повинно бути не менше 0.05, бажано в межах 0.06–0.1. Більш точні дані можна отримати, зробивши моделювання навантаження на вал в пакетах САПР.

Кулькові втулки (КГП) – це лінійні підшипники кочення, мають порівняно великі люфти в порівнянні з каретками рейкових направляючих і менші навантажувальні характеристики (рис. 2). Крім цього, для захисту від повороту каретки необхідно використовувати як мінімум два напрямні вали на одну вісь.



Рис.2. Кульково-гвинтова передача

Недоліки лінійних підшипників кочення:

а) низька вантажопідйомність. Слідство попереднього пункту, а також конструктивного будови лінійних підшипників;

б) недовговічність. Кожна кулька лінійного підшипника стосується валу в одній точці, що створює дуже високий тиск. Згодом кульки можуть прокатати канавку на валу, після чого вал підлягає заміні;

в) люфт. Бюджетні лінійні підшипники багатьма виробниками виготовляються найчастіше з дуже великою люфтом;

г) досить чутливі до пилу і стружці на валу [2].

Також існує альтернатива – кулькові профільні рейкові напрямні (рис. 3). Профільні рейкові напрямні використовуються там, де потрібна висока точність.

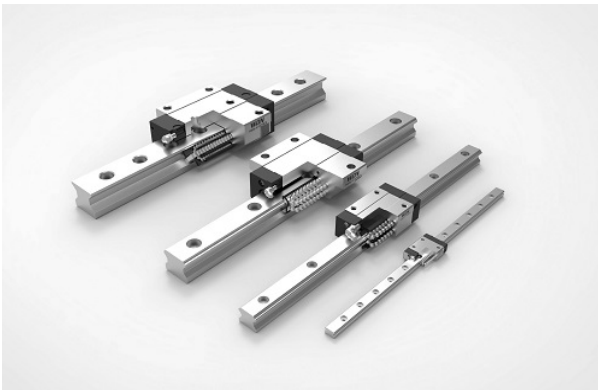


Рис.3. Рейкова напрямна

Також, як і циліндричні, профільні рейки кріпляться безпосередньо на станину верстата. У профільних рейках зроблені спеціальні доріжки кочення, в результаті навантаження на каретку розподіляється по робочій поверхні доріжок кочення рівномірно – профіль торкання кулька-рейок вже не крапка, а дуга. Профільні рейки відрізняються високою точністю і прямолінійністю, високою вантажопідйомністю, високою зносостійкістю, низьким люфтом або повною його відсутністю. Недоліком профільних напрямних є високі вимоги до шорсткості і прямолінійності місця кріплення, а також складність установки. Як правило, рейки і каретки випускаються в декількох варіантах – з переднатягом і вантажопідйомністю різного ступеня. Класичним прикладом можуть служити рейкові напрямні Hiwin і THK. Профільні рейки складні і дорогі у виробництві, тому виробників

рейок менше, ніж виробників валів. Основна перевага рейок в тому, що вони кріпляться до станини в декількох точках на всьому своєму протязі, а значить вони не згинаються під навантаженнями, які не вібрують і навіть в середині по довжині передають навантаження на станину. І інші характеристики рейок складаються з одних достоїнств. Єдиний недолік – висока ціна [2].

Ремінна передача зустрічається дуже часто. Ремінь, натягнутий на шківів, охоплює якусь їх частину (рис. 4). Ця облягає частину (дуга) носить, назва кута обхвату. Чим більше буде кут обхвату, тим краще утворюється зчеплення, краще і надійніше буде обертання шківів.

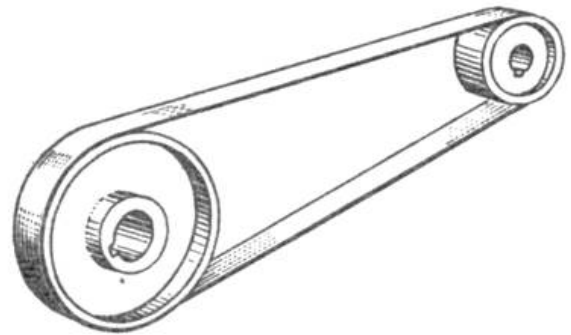


Рис.4. Ремінна передача

При малому куті обхвату може вийти так, що ремінь на малому шківі стане прослизати, обертання буде передаватися погано або його зовсім не буде. Кут обхвату залежить від співвідношення розмірів шківів і їх відстані один від одного. Там, де необхідно збільшити кут обхвату, у передачі ставлять рухомий шків-ролик. Залежно від розташування валів і ременя ремінна передача буває різних видів. Відкрита передача. Обидва шківів при такій передачі обертаються в одну сторону. Перехресна передача. Таку передачу застосовують, коли потрібно змінити обертання веденого шківів. Шківів обертаються назустріч один одному. На пів перехресна передача застосовується, коли вали лежать не паралельно, а під кутом. Кутова передача утворюється, коли вали йдуть під кутом, але лежать як би в одній площині. При цій передачі для отримання належного спрямування ременя обов'язково встановлюють ролики. Спарена передача. При цій передачі з одного ведучого шківів можуть йти ремені на кілька ведених шківів. Крім перерахованих передач, буває ще й ступінчаста передача. Вона застосовується тоді, коли потрібно змінювати число обертів веденого валу. Обидва шківів в цій передачі робляться ступінчастими. Переставляючи ремінь на ту чи іншу пару ступенів, змінюють число оборотів веденого валу. При цьому довжина ременя залишається незмінною. За своїм профілем ремені бувають плоскі, круглі і трапецеїдальні.

Переваги пасової передачі:

а) простота конструкції;

б) можливість розташування ведучого і веденого шківів на великих відстанях (більше 15 метрів);

в) плавність і безшумність роботи;

г) запобігання механізмів від перевантаження за рахунок пружних властивостей ремня і його здатності прослизати по шківах;

д) можливість роботи з великими кутовими швидкостями.

Недоліки пасової передачі:

а) поступове витягування ременів, їх недовговічність (при великих швидкостях працює від 1000 до 5000 годин);

б) мінливість передавального відношення (через неминуче прослизання ремня);

в) відносно великі розміри [3].

III. АНАЛІЗ ТИПІВ КАРКАСУ

Існують такі матеріали як: фанера, метал, верстатний алюмелевий профіль і акрил.

Фанера – багатошаровий будівельний матеріал, що виготовляється шляхом склеювання спеціально підготовленого шпону (рис. 5).

Кількість шарів шпону зазвичай непарне, від трьох і більше. Для підвищення міцності фанери шари шпону накладаються так, щоб волокна деревини були строго перпендикулярні попереднього листу.

Переваги фанери:

а) міцність і зносостійкість. Спочатку фанера повинна була компенсувати деякі слабкості деревини. Кожен шар матеріалу укладається так, щоб він нейтралізував слабкі місця інших шарів. В результаті виходять дуже міцні і зносостійкі дерев'яні панелі;



Рис. 5. Рама з фанери

б) Дешевизна. Друга перевага фанери – вона досить недорога у виробництві. Оскільки для її виготовлення не обов'язково використовувати цілісний шматок дерева, матеріали обходяться значно дешевше. З одного дерева може вийти

кілька фанерних плит, тому часу і коштів на її виробництво потрібно менше. До того ж, таке виробництво дає менше деревних відходів, ніж при виготовленні продуктів з цільної деревини;

в) Простота використання. Одним з найбільш вихваляють якостей фанери можна назвати простоту в поводженні з нею. Матеріал можна різати і обробляти найпростішими інструментами і при наявності мінімального досвіду. Через її структурних особливостей її можна різати, починаючи з будь-якого місця і в будь-якому напрямку, що вигідно відрізняє її від цільного дерева. Це дозволяє навіть недосвідченому майстру вирізати панелі потрібної форми і розміру;

г) універсальність. Фанеру можна відносно легко згинати, надаючи їй неплоскі форми. У порівнянні з іншими дерев'яними матеріалами, вона змінює форму і зберігає її дуже легко, не побоюючись тріщини або деформації. Це дозволяє будівельникам надавати стінам округлі форми, що було б неможливо зі звичайною деревиною.

Недоліки фанери:

а) уразливість перед вологістю. Вологість витримує гірше, ніж цільне дерево. Якщо тільки вона не призначена спеціально для зовнішньої обробки, вона не протримається довго у вологому середовищі.

б) недоліки конструкції. Виготовляється фанера шляхом склеювання дерев'яних шарів. Це надає їй міцність, але це ж робить її вразливою перед вологою. Тонкі шари дерева легко вбирають рідину, які проникають всередину фанери. Волога руйнує шари дерева і послаблює клейове з'єднання [4].

Металевий каркас міцніше і довговічніше дерев'яного (рис. 6). Але для побудови металевого каркаса потрібно враховувати, що зварні шви повинні бути ідеальні, якщо під час зварювання металу не добитися прямих кутів після чого сама конструкція буде похила в одну або ж іншу сторону. Варто також враховувати майбутню вагу всієї конструкції так як метал в порівнянні з іншими матеріалами дуже важкий. Але вага загальної конструкції можна і до переваг віднести так як рама буде розхитуватися від механічних рухів.

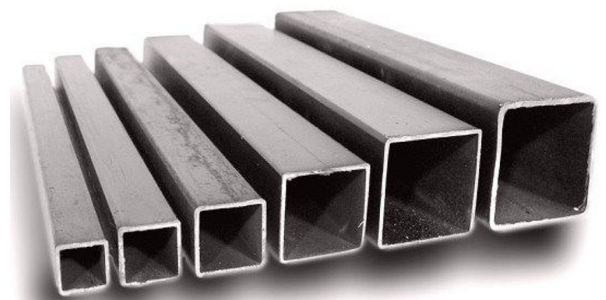


Рис.6. Металевий профіль

Листовий акрил – органічне скло, отримане з акрилових смол і невеликого відсотка спеціальних добавок (рис. 7). Це екологічний і безпечний матеріал, який не виділяє токсичних речовин, що

робить можливим його застосування як на вулиці, так і в будівлях.



Рис.7. Листовий акрил

Оргскло повністю переробляється, після чого з отриманої сировини може проводитися нова продукція.

Переваги акрилу листового:

- а) невеликий питома вага. Мала маса пластика полегшує його монтаж;
- б) пластичність. При нагріванні матеріалу майстра легко надають йому потрібну форму;
- в) міцність;
- г) обробка. Листи можна розпилити або просвердлити для подальшого монтажу;
- г) вартість. Ціна листа акрилу нижче, ніж інший синтетичної продукції.

Для зведення конструкції самим незамінним є конструкційний алюмінієвий профіль, який володіє всіма необхідними характеристиками (рис. 8). Завдяки оптимальному співвідношенню ціни і якості на сьогоднішній день промисловий алюмінієвий профіль досить популярний. Але не варто забувати і про невід'ємні його достоїнства, адже конструкційний алюмінієвий профіль має привабливий зовнішній вигляд, досить тривалий термін експлуатації. Крім того, промисловий алюмінієвий профіль володіє звуко- і теплоізоляційними властивостями.

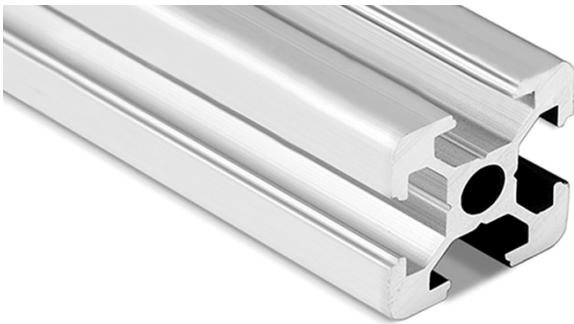


Рис.8. Алюмінієвий верстатний профіль

Як його плюсів також можна виділити наступне:

- а) вага виготовленої конструкції знижується в порівнянні з використанням стандартних профілів на 30 – 33%;
- б) невеликий час збирання. Всі деталі збираються швидко. Процес при цьому по простоті більше нагадує дитячий конструктор. При необхідності будь-який профіль можна підрізати

під будь-яким кутом, що в кілька разів збільшує можливі рішення;

в) подальші роботи не потрібні. Після збірки конструкції її немає необхідності ґрунтувати, фарбувати і т. д.;

г) для фіксації немає необхідності використовувати зварні роботи. За допомогою спеціальних фітингів створюється міцне і надійне з'єднання;

г) після складання в будь-який момент можна внести зміни і коректування.

Можна побачити, переваг використання конструкційного алюмінієвого профілю безліч, єдине, що може обмежувати його застосування – це його ціна [5].

IV. ВИСНОВКИ

На основі приведених напрямних для конструювання 3D принтеру слід обирати за призначенням, якщо потрібно щоб ось витримувала великі навантаження- лінійна напрямна, а, якщо потрібна точність у переміщеннях- кульково- гвинтова передача. Звернувши увагу на переведенні матеріали для каркасу було обрано два основних матеріал- листовий акрил та алюмінієвий верстатний профіль, ці два матеріали водночас досить міцні та легкі.

ПЕРЕЧЕНЬ ПОСИЛАНЬ

- [1] Разумов-Фризюк Є.А., Демська А.І., Шепеньов С.О., Фомовський Ф.В. Дослідження параметрів, що впливають на якість моделювання методом пошарового наплавлення // Технологія приборостроення. – 2017. – № 1. – С. 53-56
- [2] Развенчание мифов – валы и рельсы. [Електронний ресурс]; режим доступу (<https://3dtoday.ru/blogs/3d-sprinter/debunking-myths-shafts-and-rails/>); дата використання [24.09.2019].
- [3] Виды передач. [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://tool-land.ru/gears.php>); дата використання [26.09.2019].
- [4] Фанера – особенности материала, а также его достоинства и недостатки. [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://allparket.com/wiki/item/4-21-994.htm>); дата використання [27.09.2019].
- [5] Профиль алюминевый конструкционный: преимущества, недостатки, эксплуатационные характеристики. [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://megabeaver.ru/materials/profil-profil-alyuminievyy-konstrukcionnyj-preimushhestva-nedostatki-ekspluatacionnye-karakteristiki.html>); дата використання [03.10.2019].