

17 мають 1.8° градус кута поворота, утримуючий момент $4 \text{ кг}\times\text{см}$, невеликі розміри та легке підключення до управляючої плати, що повністю забезпечує виконання вимог до точності при 3D – друку на даних принтерах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Digital Light Processing (DLP) или цифровая обработка светом [електронний ресурс]; режим доступу(<http://can-touch.ru/blog/3d-printing-dlp>)

[2] Шаговый двигатель NEMA17 JK42HS40-1704-13A [електронний ресурс]; режим доступу (<https://arduino.ua/prod1763-shagovii-dvigatel-nema17>)

Аналіз систем передач для 3D-принтера за технологією DLP

Гладських Кирило

Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки
Харків, пр. Науки 14, УКРАЇНА, e-mail: kyrylo.hladskykh@nure.ua

Анотація: В даних тезисах наведи аналіз механічних передач, їх загальні переваги та недоліки, кінематичні схеми, який дасть можливість вибрати передачу, яка забезпечить дотримання параметри 3D-принтера друку по технології DLP, а саме: жорсткість позиціонування робочого столика, дотримання перпендикуляра між центром столика и дном ванночки, високий ККД, переміщення столика на відстань до 12 мкм.

Ключові слова: механічна передача, 3D-принтера друку по технології DLP, кінематика передач.

I. ВСТУП

На сьогоднішній день дуже поширений DLP 3D друк - це одна з методик адитивного виробництва, в якій для побудови об'єктів використовуються рідкі фотополімерні смоли, які застигають під впливом світлових хвиль.

Існує два варіанти друку на DLP принтері: в одному побудова об'єкта відбувається знизу-вгору - робоча платформа опускається, і навпаки - робоча платформа піднімається.

У зворотній DLP 3D-друку (рис. 1) спеціальна ємність 1 принтера заповнюється фотополімерною смолою до певного рівня. Платформа 2, розташована на осі Z 3, опускається в ємність так, щоб зазор між нею і дном дорівнював висоті одного шару. Під ємністю розташований DLP проектор 4. На платформу проектується світло, відповідний перетину першого шару моделі. Після його затвердіння платформа піднімається вгору і починається засвічення другого шару. Крок за кроком створюється фізичний об'єкт. По завершенню друку платформа піднімається вище рівня фотополімера, виріб витягується і очищається від залишків витратних матеріалів.

Після цього виконується засвічення в УФ-лампі для повного затвердіння матеріалу.

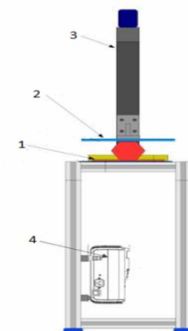


Рис.1. Кінематична схема принтера зі зворотнім DLP 3D-друком

У прямій DLP 3D-друку (рис. 2) DLP проектор 1 розташований зверху, над ємністю 2 з фотополімером. При цьому робоча платформа 3 знаходиться безпосередньо в ній. Для побудови першого шару платформа піднімається вгору так, щоб зазор між нею і поверхнею витратного матеріалу відповідав висоті першого шару. Перетин першого шару проектується на платформу, таким чином твердне фотополімер, після чого платформа опускається вниз на висоту одного шару. Ці кроки повторюються аж до повної побудови виробу. Подальші дії ідентичні схемі принтера зі зворотнім DLP 3D-друком.

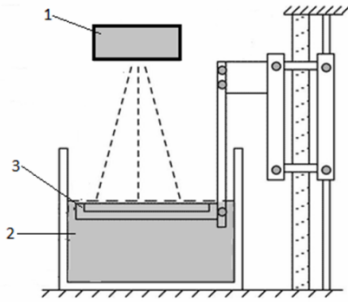


Рис.2. Кінематична схема принтера з прямим DLP 3D-друком

II. АНАЛІЗ ВИДІВ ПЕРЕДАЧ

Ремінна передача. Ремінна передача складається з ведучого і веденого шківів, розташованих на деякій відстані один від одного і огинають приводним ремнем (рис. 3).

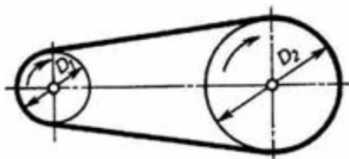


Рис.3. Ремінна передача

Переваги ремінних передач:

- простота конструкції, низька ціна виготовлення і експлуатації;
- можливість передачі потужності на значну відстань;
- можливість роботи з високими частотами обертання;
- плавність і малий шум в роботі внаслідок еластичності ремня;
- пом'якшення вібрації і поштовхів завдяки пружності ремня;
- запобігання механізмів від перевантажень і ударів за рахунок можливості ремня прослизати;
- електроізолююче здатність ремня використовується для запобігання відомою частини машин з електроприводом від появи небезпечних напруг і струмів;
- легкість догляду і обслуговування.

Недоліки ремінних передач:

- великі габаритні розміри;
- мала довговічність ремня, особливо в швидкохідних передачах;
- велике навантаження на вали і підшипники опор через натяг ремня, так як сумарне натяг гілок ремня значно більше окружної сили передачі;
- необхідність застосування пристроїв натягу ремня, що ускладнюють конструкцію передачі;
- чутливість навантажувальної спроможності до забруднення ланок і вологості повітря;
- непостійне передавальне число внаслідок неминучого пружного ковзання ремня;
- під час експлуатації ремінної передачі не виключена можливість зісакування і обриву

ремня, тому ці передачі потребують постійного нагляду.

Фрикційні передачі. Фрикційні передачі - це передачі, в яких рух від одного вала до іншого передається за рахунок тертя між робочими поверхнями обертових ковзанок (дисків). Фрикційна передача складається з двох коліс (котків) - ведучого і веденого, які притиснуті один до одного із заданою силою. При обертанні одного з ковзанок, наприклад, провідного приходять в рух ведений, завдяки виникає силі тертя (рис.4).

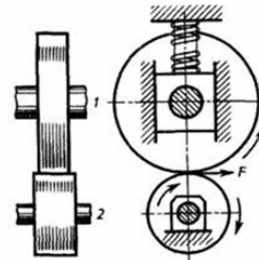


Рис.4. Кінематична схема фрикційної передачі

Переваги фрикційних передач:

- простота конструкції і обслуговування;
- плавність передачі руху і регулювання швидкості і безшумність роботи;
- великі кінематичні можливості (перетворення обертального руху в поступальний, безступінчата зміна швидкості, можливість реверсування на ходу, включення і виключення передачі на ходу без зупинки);
- за рахунок можливостей пробуксовки передача має запобіжними властивостями. Однак після пробуксовки передача, як правило, різко погіршує свої якості: з'являються лиски на ковзанках, нерівномірно спрацьовуються фрикційні поверхні і т. д.;
- відсутність мертвого ходу при реверсі передачі;
- рівномірність обертання, що зручно для приладів;
- можливість безступінчатого регулювання передавального числа без зупинки передачі.

Недоліки фрикційних передач:

- мінливість передавального числа через прослизання;
- незначна передана потужність;
- для відкритих передач порівняно низький ККД;
- велике і нерівномірне зношування ковзанок при буксуванні;
- необхідність застосування опор валів спеціальної конструкції з притискними пристроями (це робить передачу громіздкою);
- для силових відкритих передач незначна окружна швидкість;
- великі навантаження на вали і підшипники від притискної сили, що збільшує їх розміри і робить передачу громіздкою. Цей недолік обмежує величину переданої потужності;
- великі втрати на тертя.

Ланцюгові передачі. Передача енергії між двома або кількома паралельними валами, здійснювана зачепленням за допомогою гнучкого нескінченного ланцюга і зірочок, називається ланцюговою.

Ланцюгова передача складається з ланцюга і двох зірочок - ведучої 1 (рис. 5) і веденої 2, працює без прослизання і забезпечується натяжними і мастильними пристроями.

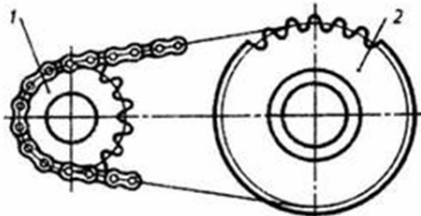


Рис.5. Ланцюгова передача

Преваги ланцюгової передачі:

- дозволяє передавати рух на значні відстані;
- габаритні розміри менші ніж у пасової передачі;
- сталість середнього за один оберт передатного відношення;
- можливість передачі руху одним ланцюгом кільком валам.

Недоліки ланцюгової передачі:

- витягування ланцюга через спрацювання шарнірів, ослаблення натягу, необхідність застосування механізмів для регулювання натягу;
- нерівномірність руху ланцюга і пов'язані з цим динамічні явища, підвищений шум;
- низька кінематична точність при реверсуванні;
- необхідність безперервного догляду, змащування.

Зубчаті передачі. Зубчастою передачею називається механізм, який за допомогою зубчастого зачеплення передає або перетворює рух із зміною кутової швидкості і обертового моменту. Принцип дії зубчастої передачі засновано на зачепленні пари зубчатих коліс. З їх допомогою змінюють за величиною і напрямком швидкості рухомих частин верстатів, передають від одного вала до іншого зусилля і крутний момент.

У зубчастої передачі рух передається за допомогою пари зубчастих коліс. Залежно від взаємного розташування геометричних осей валів зубчасті передачі бувають: циліндричні, конічні і гвинтові. Зубчасті колеса для промислового обладнання виготовляють з прямими, косими і кутовими (шевронними) зубами (рис.6).

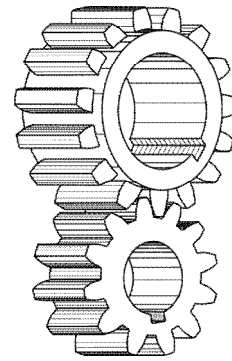


Рис.6. Кінематична схема зубчастої передачі

Преваги зубчатих передач:

- висока надійність роботи в широкому діапазоні навантажень і швидкостей;
- малі габарити;
- високий ККД;
- малі навантаження на вали і підшипники;
- постійність передавального числа;
- простота обслуговування.

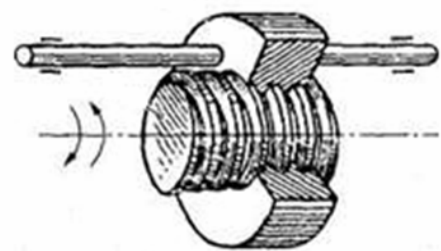
Недоліки зубчатих передач:

- відносно високі вимоги до точності виготовлення і монтажу;
- шум при великих швидкостях, обумовлений неточностями виготовлення профілю і кроку зубів;
- висока жорсткість, що не дає можливість компенсувати динамічні навантаження, що часто призводить до руйнування передачі або елементів конструкції.

Передача гвинт-гайка. Передачі гвинт – гайка застосовують для перетворення обертового руху у поступальний. Вони використовуються у різних галузях техніки – від точного приладобудування до важконавантажених приводів натискних пристроїв прокатних станів, гвинтових пресів та підйомних механізм в кранів. Такі передачі створюють значні сили, забезпечують точні переміщення робочих органів різних верстатів та приладів або виконують функції регульовальних пристроїв.

Розрізняють два типи передач гвинт-гайка:

- передачі тертя ковзання або гвинтові пари тертя ковзання (рис. 7,а);
- передачі тертя кочення або шарикові пари (рис. 7,б) Ведучим елементом у передачі, як правило, є гвинт, веденим – гайка. У передачах гвинт-гайка кочення на гвинті і в гайці виконані гвинтові канавки (різьблення) напівкруглого профілю, які служать доріжками кочення для кульок.



а)

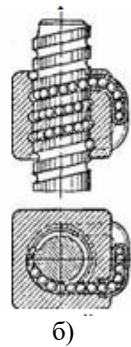


Рис.7. Типи передач гвинт-гайка

На рис. 8 показані схеми передач гвинт – гайка. За схемою передачі на рис. 8,а обертовий рух гвинта 1 перетворюється в поступальний рух гайки 2, а за схемою на рис. 8,б, навпаки, обертовий рух гайки 2 перетворюється у поступальний рух гвинта 1. На схемі рис. 8,в показана передача для здійснення надзвичайно повільного поступального руху гайки 2 при обертанні гвинта 1. Тут гвинт має дві різьбові ділянки з малою різницею кроків різьби.

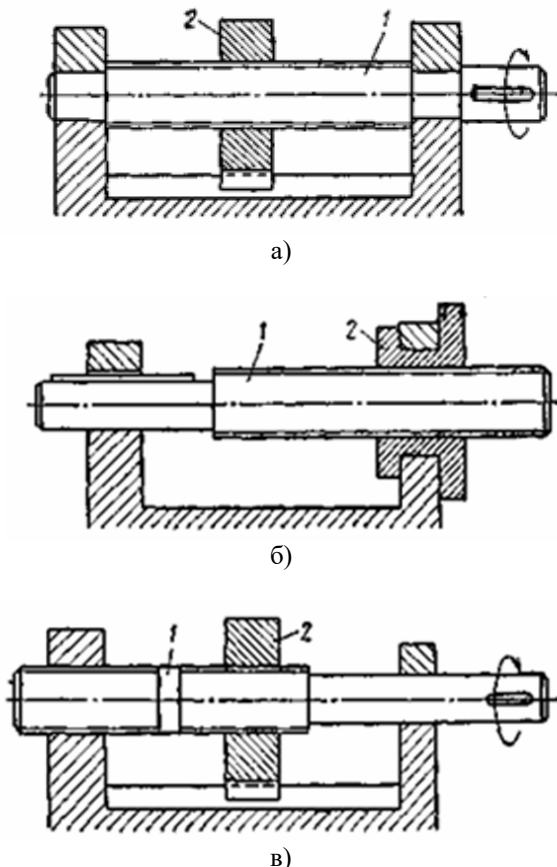


Рис.8. Схеми передач гвинт-гайка

Залежно від призначення передачі гвинти бувають:

- вантажні, що застосовуються для створення великих осьових сил. При знакозмінному навантаженні мають трапецеїдалне різьблення,

при великому однобічному навантаженні - опорну. Гайки вантажних гвинтів цільні;

- ходові, що застосовуються для переміщень в механізмах подачі. Для зниження втрат на тертя застосовують переважно трапецеїдалну багато західну різьбу;

- установчі, що застосовуються для точних переміщень і регулювань. Мають метричну різьбу. Для забезпечення безлюфтової передачі гайки роблять здвоєними.

Велика увага в гвинтових передачах, що застосовуються в металорізальних верстатах і приладах, приділяють усуненню мертвого ходу, що виникає при зміні напрямку руху. Наявність мертвого ходу пояснюється зазором в різьбі внаслідок неминучих помилок при виготовленні і зносу протягом експлуатації. Для усунення мертвого ходу гвинтові механізми забезпечують спеціальними пристроями. При цьому розрізняють два способи вибірки зазору в різьбі - осьовий, що застосовується для трапецеїдалних різьб і радіальний зсув гайки - для трикутних різьб. Перший спосіб досягається установкою двох розсовуючих гайок, наприклад, пружиною, другий - різьбової гайки, що втягується цанговим затискачем.

Основні переваги передачі гвинт-гайка ковзання:

- можливість отримання великого виграшу в силі;
- висока точність переміщення і можливість отримання повільного руху;
- плавність і безшумність роботи;
- велика несуча здатність при малих габаритних розмірах;
- простота конструкції.

Недоліки передачі гвинт-гайка ковзання:

- великі втрати на тертя і низький ККД;
- важке застосування при великих частотах обертання.

У шарикогвинтових передачах (ШГП) при обертанні гвинта шарики залучаються до руху по гвинтовим канавкам, поступально переміщують гайку і через перепускний канал повертаються назад. Пропускний канал виконують між сусідніми або між першим і останнім (рис. 8, б) витками гайки. Таким чином, переміщення шариків відбувається по замкнутій всередині гайки траєкторії.

У верстатобудуванні застосовують триниткові гайки. Пропускний канал виконують в спеціальному вкладиші, який вставляють в овальне вікно гайки. У тривиткових гайках передбачають три вкладиша, розташовані під кутом 120° один до іншого і зміщені по довжині гайки на один крок різьблення по відношенню один до одного. Таким чином, шарики в гайці розділені на три (за кількістю робочих витків) незалежні групи. При роботі передачі шарики, пройшовши по гвинтовий канавці на гвинті шлях, рівний довжині одного витка, викочуються з різьби в перепускний канал

вкладиша і повертаються назад у вихідне положення на той же виток гайки.

ШГП виконують з однією або частіше з двома гайками, встановленими в одному корпусі. У конструкціях з двома гайками найбільш просто виключити осьовий зазор в сполученні гвинт-гайка і тим самим підвищити осьову жорсткість передачі і точність переміщення. Усувають осьовий зазор і створюють попередній натяг шляхом відносного осьового (наприклад, за допомогою прокладок) або кутового зміщення двох гайок.

Найбільшого поширення набув напівкруглий профіль канавок з радіусом, що перевищує на 3 ... 5% радіус кульок, і з кутом контакту $\alpha = 45^\circ$.

Успішно застосовують також профіль «стрілчатая арка», який складніше у виготовленні, але дозволяє створити попередній натяг підбором діаметрів кульок.

Прямолінійний профіль різьблення (трикутний, трапецієподібний) є найбільш технологічним, але значно поступається по навантажувальній здатності криволінійному (так допустиме навантаження на шарик, що знаходиться в жолобі з профілем у вигляді дуги кола, більш ніж в три рази вище допустимої навантаження на шарик, що лежить на плоскій поверхні трикутного або трапецієдального профілю). Тому прямолінійний профіль різьблення застосовують в ШГП для сприйняття невеликих осьових навантажень в приладах.

III. ВИСНОВКИ

В фотополімерному 3D – принтері для переміщення робочого столику краще застосовувати ШГП так, як ця передача володіє наступними перевагами:

- малі втрати на тертя. ККД передачі досягає 0,9 і вище (збірка без попереднього натягу);
- висока несуча здатність при малих габаритах;

- низький коефіцієнт тертя спокою і висока кінематична чутливість (можливість отримання малих і точних переміщень);
- відсутність осьового і радіального зазорів (мертвого ходу);
- надійна робота в широкому діапазоні температур в вакуумі;
- малий знос робочих поверхонь гвинта і гайки, що забезпечує високу точність і рівномірність поступального руху;
- високий ресурс.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Ремінні передачі [Електронний ресурс]; режим доступу (http://cherch.ru/mechanicheskie_peredachi/remennie_peredachi.html).
- [2] Ремінні передачі [Електронний ресурс]; режим доступу (http://k-a-t.ru/detali_mashin/21-dm_remen1/index.shtml).
- [3] Фрикційні передачі [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://www.teormach.ru/lect9.htm>).
- [4] Ланцюгові передачі [Електронний ресурс]; режим доступу (http://mmidmm.kpi.ua/images/pdf/Detali_Mash/08.PD).
- [5] Зубчасті передачі [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://obrobka.pp.ua/1452-zubchast-peredach.html>).
- [6] Зубчасті передачі [Електронний ресурс]; режим доступу (http://k-a-t.ru/detali_mashin/24-dm_zubchatye/index.shtml).
- [7] Передача гвинт-гайка [Електронний ресурс]; режим доступу (<http://www.detalmach.ru/lect5.htm>).

Determining the productivity of UI web systems in the context of use

Anastasiia Demska

Department of Media Systems and Technologies, Kharkiv National University of Radio Electronics, UKRAINE, Kharkiv, Nauky Ave. 14, e-mail: anastasiia.demska@nure.ua

Abstract: In this paper the importance of the Web-systems in the work of modern business processes is considered. The relevance of the issue of increasing the competitiveness of sites in the context of increasing the number of Internet resources is presented. It is proved that the most important aspect in developing an attractive for the

user site is usability – a characteristic that describes how effectively the user can interact with the product. In order to achieve the real goal of usability, certain technologies and methods of assessment are needed, which is being developed by an increasing number of analysts and scientists.