

УДК 687.016

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ: 3D ПРИНТЕР

К.Л. ПАШКЕВИЧ, канд.техн.наук., доцент кафедри ергономіки і проектування одягу
КНУТД

На Паризькому Тижні моди Haute Couture (осінь-зима 2013 р.) була представлена унікальна колекція, в якій об'єдналися високі технології і мода (рис. 1). На подіум вийшли моделі у сукнях незвичайного крою з цікавим ажурним рисунком, надрукованих на **3D принтері**. Технологія створення тривимірного одягу полягає у послідовності певних етапів: спочатку дизайнери створюють 3D модель одягу у програмі для створення тривимірних об'єктів (наприклад, Maya, Rhino), друкують деталі на 3D принтері (їх може бути від 10 і більше), а потім збирають усі частини вручну. 3D принтер виготовляє деталі одягу частинами, тому різні властивості матеріалу можуть бути об'єднані в одному виробі. Використання нетрадиційних матеріалів сприяє пошуку нових можливостей матеріалу, нових форм костюму і нових образів.



Рис. 1 – Одяг, надрукований на 3D принтері дизайнера Іріс ван Херпен

3D принтер – це пристрій, що створює фізичну копію об'єкту на основі цифрової комп'ютерної моделі.

Перший 3D принтер було створено у 1984 році винахідником Чаком Халлом, який потім став засновником компанії «3D Systems» – лідера в галузі виробництва 3D принтерів. З тих пір технології в цій сфері зробили крок далеко уперед і можливості таких апаратів значно розширилися. Зараз практично будь-яка цифрова тривимірна модель може бути побудована (надрукована) на 3D принтері. Розмір створеної речі обмежений лише робочою площею

принтерів, проте ця проблема вирішується. На принтері друкують окремі деталі майбутнього виробу, які потім склеюють спеціальним суперклеєм.

Процес створення фізичних об'єктів за допомогою тривимірної технології починається з моделювання об'єкту у САПР або CAD програмі (рис. 2). Принтер підключений до комп'ютера, який задає йому завдання роздрукувати з підготовленої у спеціальній програмі 3D моделі майбутній виріб. Готова модель у форматі *STL* (англ. *stereolithography*) передається у 3D принтер, де

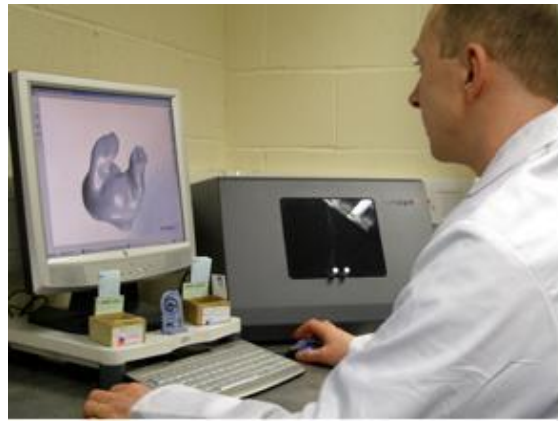


Рис 2 – Створення 3D об'єкту у спеціальній програмі

реальний об'єкт створюється (нарощується) шар за шаром. Такий 3D принтер використовує для друку композитний матеріал на основі гіпсу, який дозволяє друкувати з високою роздільною здатністю, відтворюючи практично повну палітру кольорів. Принцип роботи такий – в принтері є ємкість, в яку тонким шаром насипається дрібнодисперсний порошок, вирівнюється, над ним проїжджає каретка з картриджем і розпиляє отверджувач різних кольорів на потрібні ділянки. Знову засипається шар порошку, вирівнюється, розпиляється отверджувач, і так багато разів. Шари настільки тонкі, що під ними видно попередні. Шар за шаром повторюється операція, і дно ємкості поступово вирушає вниз. Аби надрукувати 3D модель потрібно до декількох годин, залежно від складності виробу. Після закінчення процесу готову модель обережно витягують з композиту і поміщають в іншу кабінку, де за допомогою повітря з компресора і м'яких щіток відбувається очищення від



Рис. 3 – 3D принтер Z Printer 650

порошку. Потім готову модель просочують спеціальним суперклеєм, тому що вона все ще крихка, а з неї можливо ще робитимуть форми тощо.

Такий 3D принтер (рис. 3), що працює по описаній вище технології, був виготовлений компанією Z Corporation, яка зараз знаходиться у складі компанії 3D Systems. Вартість такого принтера приблизно 60 тис. дол.

Існує безліч технологій 3D друку, відмінності між якими полягають у способі накладення шарів. Основні типи тривимірного друку:

Існує безліч технологій 3D друку, відмінності між якими полягають у способі накладення шарів. Основні типи тривимірного друку:

- **екструдуння** – витискування розплавленого матеріалу;
- **гранулювання** – склеювання або спікання часток матеріалу;
- **ламінування** – склеювання шарів матеріалу з подальшим вирізуванням;
- **фотополімеризація** – затвердіння полімеру ультрафіолетовим або лазерним випромінюванням;
- **біотехнологія** – створення структури майбутнього об'єкту (наприклад, органу для пересадки), який згодом формується шляхом ділення, зростання і модифікації кліток.

Сучасні 3D принтери залежно від їх можливостей і галузі використання бувають **домашні, професійні і промислові**. Основні параметри: призначення створюваного об'єкту, види використовуваних при друці матеріалів (їх фізичні властивості і ціна), можливості перенесення кольорів, якість кінцевого продукту впливають на якість друкованих на принтері об'єктів і ціну 3D принтера. Ціни на сучасні 3D принтери мають дуже широкий діапазон: від 4,5 тисяч до 1 мільйона доларів США, що залежить від перелічених вище факторів.

Для 3D друку використовують різні матеріали, від виду яких також залежить до якої категорії належить принтер. Найпоширеніші – пластик (ABS, PLA), синтетики (поліамід (нейлон), скловолокно, фотополімери, полікарбонати, епоксидні смоли, віск), метали (срібло, титан, сталь), а також ствольні клітини (у медицині) або харчові продукти (у кулінарії).

Існуючи сьогодні 3D принтери використовують дві основні технології – **лазерну і струменеву**, які у свою чергу поділяються на окремі види, залежно від матеріалу, який використовують.

При **лазерному** формуванні шарів (стереолітографії) ультрафіолетовий лазер (лампа) піксель за пікселем засвічує рідкий фотополімер. Він твердне, перетворюючись на дуже міцний пластик. Якщо використовується металевий матеріал, то це називається лазерний сплав. Вживання іншої синтетики – це вже ламінування. Далі деталь, створена з великої кількості шарів, вирізується лазером.

Струменева технологія виглядає таким чином. Роздавальна голівка видавлює матеріал на охолоджувану платформу, де він твердне. Найдрібніші краплі швидко злипаються одна з іншою, формуючи майбутній об'єкт.

Принтер ProJet HD 3000 працює за технологією **MJM** (англ. *multi jet modeling*) (рис. 4), коли виконується пошарове ділення CAD файлу на горизонтальні шари, які послідовно друкуються з розплавленого полімеру.



Рис. 4 – 3D принтер ProJet HD

Розплавлений гарячий акриловий фотополімер (пластик) подається у друкуючу голівку, яка наносить його на друкуючу платформу, де він засвічується галогеновою ультрафіолетовою лампою, після чого він отвердіває, потім наступний шар і т.д.

Є інші моделі цього принтера, які працюють за технологією **DLP** (англ. *digital light processing*), при якій модель отверджується DLP проектором, тобто не ультрафіолетовим, а звичайним світлом.

Одним з доступних за ціною на сьогоднішній день тривимірних лазерних принтерів є модель **125ci 3D Printer** від компанії Desktop Factory (рис. 5). Це «недорогий» (від 4,5 тисяч доларів США) апарат, що має компактні розміри здатний виготовляти будь-які деталі об'ємом не більше 125 кубічних дюймів (близько 2 літрів). Отримані вироби відрізняються гарною міцністю. Створення об'єктів відбувається за допомогою галогенної лампи і світлоотверджуючого пластика.



Рис. 5 – Тривимірний лазерний принтер 125ci 3D Printer

Є 3D принтери, що працюють за технологією **FDM** (англ. *fused deposition modeling*) – пошарове укладання гарячої полімерної нитки різних видів. Принтер працює не від картриджа, а від звичайних котушок пластикових ниток, приєднаних до нього. Пластикова нитка заправляється в екструдер, там нагрівається і друкуюча голівка видавлює матеріал на рухому платформу (рис. 6). Матеріалом для друку є пластик – ABS або PLA.

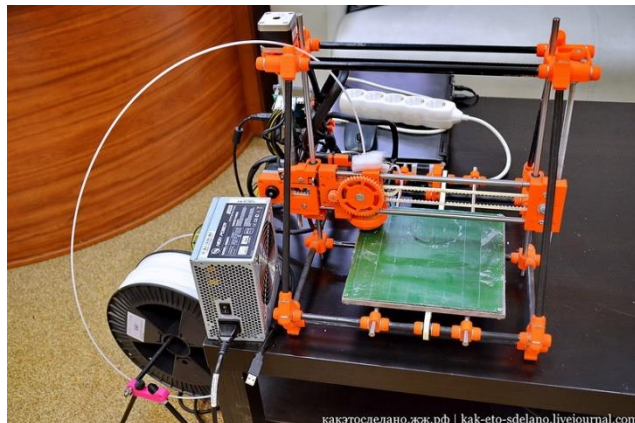


Рис. 6 – 3D принтер, що працює за технологією FDM

ABS пластик – непрозорий удароміцний термопластичний матеріал, що використовується для друку звичайних пластикових прототипів. У системах тривимірного друку цей пластик став популярний завдяки температурі його склування – досить низькій для безпечної екструзії за допомогою стандартних інструментів, але досить високій, аби надрукована модель не боялася невеликого нагріву, якому може піддатися у побутових умовах. Це дешевий, міцний, легко оброблюваний і стійкий до зовнішніх дій матеріал. Більшість пластмасових предметів довкола нас зроблені саме з ABS. Сировиною для виробництва ABS є нафта. Основний

недолік ABS пластика – температурні деформації. Пластик розширюється, коли його нагрівають і зменшується у розмірі при охолодженні, тобто при друці виникають деякі погрішності у розмірах друкованого об'єкту.

PLA пластик – біорозкладаний пластик, який використовують для виробництва одноразового посуду, медичних виробів тощо. Сировиною для його виробництва є кукурудза і цукровий очерет. Пластик PLA не настільки схильний до деформацій, їх можна помітити лише на великих моделях. Такий пластик доступний у багатьох кольорах.

Але сьогодні найчастіше використовують ABS пластик, перевага якого полягає в тому, що він має більшу механічну міцність, здатний протистояти різним чинникам середовища.

Новим поколінням 3D принтерів, що друкують від катушок з пластиковою ниткою є принтер CubeX (рис. 7). Відомі три його різновиди: однобарвний принтер CubeX; CubeX Duo – друкує двома кольорами; CubeX Trio з трьома екструдерами.

Деякі промислові принтери можуть використовувати відразу кілька різних видів фотополімерів в одному виробі. Фактично, це великий струменевий принтер, з десятками друкуючих голівок підключених до ємностей з різними матеріалами. В процесі друку полімер наноситься на виріб і одразу засвічується.

Технологія тривимірного друку настільки просунулася останнім часом, що існують принтери, які можуть друкувати будь-якими матеріалами, починаючи від шоколаду, закінчуючи металом і піском.

Технологія 3D друку дозволяє швидко отримувати **фізичні об'єкти** практично будь-якої складності з різних матеріалів, залежно від поставленого завдання. Швидке створення концептуальних моделей і прототипів, візуалізація архітектурних моделей, створення прес-форм, друк готових серійних деталей або виробів – це неповний список завдань, які дозволяє сьогодні вирішити 3D принтер. 3D принтери використовують у медицині для створення протезів, кісткових матеріалів, органів; у кулінарії для виготовлення кулінарних продуктів будь-яких форм; у військовій промисловості (виготовлення елементів зброї), космічній галузі (деталі ракетних двигунів), кіноіндустрії (виробництво бутафорії), в ювелірній справі тощо. Широка сфера застосування пластикових і металевих деталей, створених за допомогою 3D принтера для швидкого прототипування, об'єктного проектування, візуалізації, функціонального тестування, перевірки збірності промислових деталей, створення різних предметів мистецтва тощо (рис. 8).



Рис. 7 – 3D принтер CubeX

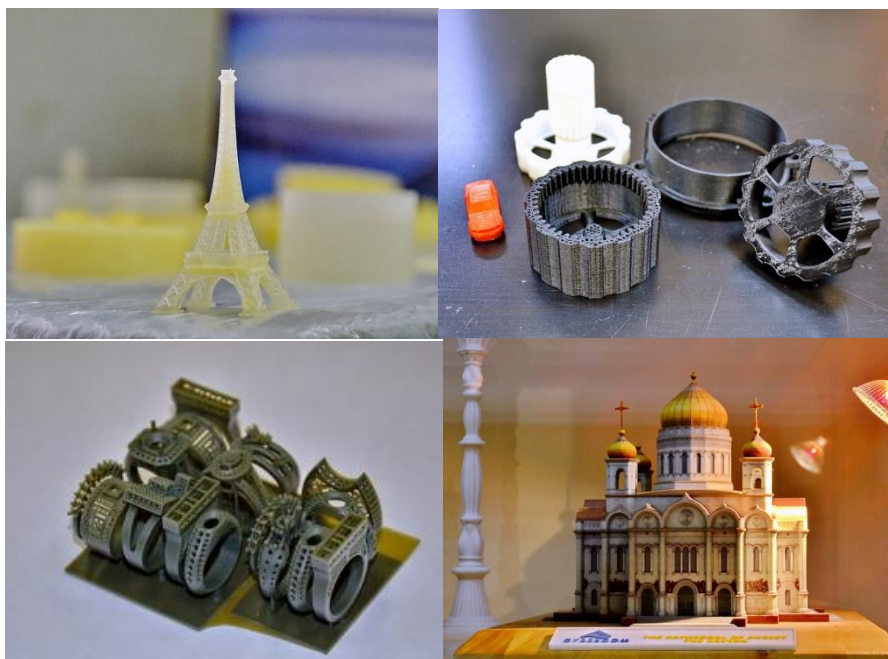


Рис. 8 – Вироби, надруковані на 3D принтері

3D принтери можуть бути використані при проектуванні та виготовленні взуття, одягу та інших виробів легкої промисловості. Тривимірний образ об'єкту на екрані монітору комп'ютера можна отримати не тільки у спеціальній програмі, а й за допомогою 3D сканера. У разі використання 3D сканера можна відсканувати людське тіло і отримати його точну копію у натуральному або зменшеному вигляді. Таким чином можна виготовляти, наприклад, манекени для одягу. Технологія отримання зменшених копій фігур людей сьогодні достатньо розвинута. Багато фірм за відносно помірну ціну (від 100 долл.) пропонують послугу сканування людини в одязі і тривимірний кольоровий друк її зменшеної копії (рис. 9).



Рис. 9 – Фігурки, надруковані на 3D принтері після сканування людей 3D сканером

Подальший розвиток нових технологій, створення нових нетрадиційних матеріалів сприятимуть розширенню функцій 3D принтерів та виникненню нових способів їх використання, у тому числі для галузі легкої промисловості.

Інформацію взято з відкритих джерел мережі Інтернет