

МЕТОДОЛОГІЯ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ДЕТАЛІ, ЩО ВИГОТОВЛЕНА МЕТОДОМ 3D ДРУКУ

На сьогодні день найбільш прогресивним способом виготовлення деталей машин і приладів, а також їх моделей, що швидкими темпами заходить на ринок, є технологія 3D друку. Деталі та вузли, котрі отримані за цим принципом, за своїми якісними характеристикам майже не поступаються аналогічним елементам виготовленими іншими способами, а інколи навіть перевершують їх. Наприклад деякі нерж'ємні з'єднання, що отримані за допомогою цієї технології, при виконанні решти доступних методів виробництва потребують значних трудовитрат або виготовити їх в такому виді неможливо. Також до переваг 3D друку можна додати відносну дешевизну виготовлення та простоту технологічного процесу, адже технологю потрібно вибрати лише відсоток заповнення, товщину шару матеріалу, варіант позиціонування готової деталі та швидкість друку (подачу). Практично всі моделі 3D принтерів, які зараз можна знайти на ринку, використовують G-код для керування соплом. Проте програмне забезпечення (ПЗ) при перетворенні 3D моделі деталі у вигляді керуючих кодів для відповідного верстату не враховують характеристику міцності конструкції і встановлюють заповнення рівномірним для всієї довжини (об'єму). Одним із варіантів рішення цієї проблеми є використання більшого відсотку заповнення, що задовольнить вимоги міцності деталі, але це призводить до відчутного збільшення маси, вартості та швидкості виготовлення елементів приладу або вузла.

Одним із найкращих методів рішення задачі отримання потрібних характеристик є пост обробка моделі деталі, що представлена у вигляді G-коду за допомогою штучних нейронних мереж (ШНМ). Шляхом використання сучасного ПЗ методологія роботи з такими мережами є досить простою. Перш за все для навчання ШНМ треба підготувати великий масив даних, у нашому випадку 3D моделей деталей, у вигляді STL-файлів. Після чого за допомогою спеціального програмного забезпечення, наприклад, Repetier Host, перетворити моделі в код для 3D-принтера. Отримавши файли із моделями, що описані G-кодом, потрібно видозмінити ті частини файлу, які відповідають за ділянки, для яких усереднені характеристики міцності недостатні, та провести їх видозміну в ручному режимі. Після виконання цих дій для всього масиву отриманих файлів, потрібно передати на входи ШНМ початкові файли, а отримані результати порівнювати із обробленими файлами.

Програмне забезпечення, що обробляє 3D-модель, розбиває її на велику кількість шарів, товщина яких задається в налаштуваннях програми (зазвичай 0.2 мм), додаючи до початкової моделі так звані "підтримки", що створюють точку опори для елементів, які при виготовленні не мають під собою твердої підкладки, або по іншому – "висять" в повітрі. Кожен шар має наступну структуру: опис підтримок (там де це потрібно); опис форми внутрішніх стінок деталі; опис форми зовнішніх стінок деталі; опис сітки заповнення.

У самому файлі також містяться автоматично згенеровані коментарі, котрі позначають номери шарів, а також місця початку структурних блоків, що описано вище. Всі коментарі розпочинаються із знака "крапка з комою" і можуть розміщуватися в будь-якому місці файлу. Програма керування верстату ігнорує всю інформацію, яка міститься після символу початку коментаря і до символу переходу на новий рядок, що робить зміст інформації, яка описана в таких файлах, більш зрозумілим і дозволяє швидко віднайти потрібне місце у коді. Виходячи з цього, створено програмне забезпечення для напівавтоматичної зміни сітки заповнення у місцях, де товщина деталі є найменшою, а жорсткість, котру забезпечує стандартне заповнення, є недостатньою. Алгоритм роботи основної частини програми можна описати наступним чином. Перш за все оператор вводить в програму інформацію про області, в яких будуть виконані зміни, вказуючи діапазон шарів та координат по одній із осей, що будуть обмежувати зони, в яких потрібно змінити заповнення. В такому випадку оператор повинен мати знання у області опору матеріалів для визначення оптимального значення об'єму деталі, внутрішню структуру якого буде змінено. На наступному кроці програма поітераційно, використовуючи наперед заданий шаблон, замінюватиме стандартне заповнення на нове. Данні, що будуть змінюватися на кожній ітерації, вилучатимуться з початкового файлу в пам'ять програми, і в місцях, які відповідають введенням на початку координатам, будуть переписані. Мітками для виділення шарів та ключових місць використовуються коментарі, що наявні у вхідному файлі, наприклад: ";LAYER:150" – позначає номер шару; ";TYPE:WALL-INNER" – внутрішня стінка; ";TYPE:WALL-OUTER" – зовнішня стінка; ";TYPE:FILL" – мітка що відповідає площині заповнення [2]. Після виконання структурних змін, файл знову збирається зворотню і зберігається з новою назвою. Також для налагодження і для перевірки правильності роботи програми додана функція, що порівнює початковий і кінцевий файли і виводить блоки, в яких було проведено зміни у сусідніх вікнах. В даному варіанті оператор в ручному режимі обирає діапазон шарів, а також місця, в котрих буде змінюватися сітка заповнення, а для перевірки результатів роботи має обробити великий масив, досить однотипної та важко-читабельної

інформації. Така підготовка деталі до виготовлення, хоча і включає в себе елементи автоматизації процесу, проте є досить трудомісткою і складною в технічному плані. Адже оператор, який вводить данні в програму, має визначити діапазон координат та шарів, в якому потрібно буде провести зміну внутрішньої структури деталі. В реаліях сучасного виробництва час, що витрачається на підготовку до виробництва, відіграє дуже важливу роль, тому що інколи виготовлення складних деталей має бути виконане в строки, що вимірюються тижнями, а то і днями. Отже такий варіант вирішення проблеми жорсткості слабких складових частин деталі не завжди придатний для використання.

Рішенням поставленої вище задачі є використання штучних нейронних мереж (ШНМ), їх швидкодія та простота взаємодії з ними дозволяє в досить короткий час змінити внутрішнє заповнення деталі на необхідне. Описане вище програмне забезпечення можна використати на етапі створення бази матеріалів для навчання ШНМ. Саме для цих цілей дописано функціонал програми, а саме, можливість збереження введених користувачем даних в окремий файл-таблицю. Для початкового тестового навчання нейронної мережі використано сто деталей, одного формфактору та виду. Найбільш простим варіантом деталей для цих цілей є вал.

Зараз 3D-друк дозволяє легко і швидко виготовити об'єкти практично з будь-яких матеріалів, що використовуються в промисловості для виготовлення деталей, в тому числі металу. Це означає, що перед підприємствами відкрилися великі можливості для випуску нової продукції. При використанні даної технології можна покращити конструктивні властивості деталей, що вже виготовляються на підприємстві. У реаліях сучасності та економічної ситуації в нашій країні велику нішу виробництва займають саме невеликі заводи та підприємства. Виходячи з цього, у таких виробництв є два шляхи розвитку – налагодження технічного процесу для виготовлення великих однотипних замовлень (виконання яких не потребує суттєвого переналаштування і заміни обладнання) або виготовлення широкого спектру невеликих замовлень, що потребує використання універсального обладнання, наприклад 3D-принтерів. Таким чином, в динаміці сучасного ринку 3D-друк зайняв достойну нішу та значно полегшив ряд задач виробництва. Це переломний момент для виробників в плані економії та пришвидшення виготовлення своєї продукції. Саме тому, питання оптимізації процесу 3D-друку з отриманням максимальних характеристик міцності з мінімальними витратами часу та людського ресурсу є найбільш актуальне в ньому. Значне прискорення при виборі такої методики виробництва забезпечують саме ШНМ, які при мінімальних витратах ергатичного комплексу "людина-машина" для свого навчання в подальшому виключають людину зі цієї схеми і самостійно корегують вхідну інформацію для роботи 3D-принтера з метою отримання бажаного результату.