

**ПЕРЕВАГА ТЕХНОЛОГІЇ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА У СФЕРІ
ВИГОТОВЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ**

Юрченко Г.О. – гр. БКІ-20, студент, *jackpoint9876@gmail.com*

Стаценко Д.В. – к.т.н., доц., *statsenko.dv@knutd.com.ua*

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є оцінити ефективність адитивної технології друку металів та виділити її переваги перед звичною металообробкою.

Спочатку варто дати загальне визначення *адитивному виробництву*. Це метод побудови будь-яких предметів за їхньою 3D-моделлю. Процес ще називають «вирощуванням», тому що виріб виготовляється поступово, шар за шаром. Види такого виробництва відрізняються за матеріалами, що використовують, і далі буде йти мова про технології 3D - друку з металів.

Технологія, за допомогою якої друкуються металеві тримірні вироби, отримала назву "Пряме лазерне спікання матеріалу" (Direct metal laser sintering, DMLS). Фактично – це розвиток технології SLS (Selective laser sintering). Сьогодні для тримірного друку використовують декілька десятків видів металевої сировини у форматі сферичних гранул розмірами від 4 до 80 мікрон. Найбільш популярні металеві порошки для 3D-друку бувають як на основі кольорових металів (алюмінієвих, титанових, мідних, кобальт-хромових), так і із сплавів, у основі яких є залізо. Сталеві порошки можна розділити на:

- нержавіючі (марки 17-4PH, AISI 410, AISI 304L, AISI 316L, AISI 904L);
- інструментальні (марки 1.2343, 1.2367, 1.2709);
- нікелеві (Inconel 625, Inconel 718) – запатентований сплав, який фактично не є сталлю, в якому є залізо, але основні елементи – нікель і хром.

Поєднання сучасних засобів проектування, що оптимізують моделювання та аналіз для створення оптимальної конструкції, - наприклад виготовлення легких гратчастих конструкцій, функціонально оптимізованих і придатних для виробництва з використанням адитивної технології - дозволяє не тільки скоротити час виготовлення частин, але й отримувати набагато більш міцні та легкі вироби в порівнянні з частинами, виготовленими з використанням традиційних способів виробництва.

Так, у сфері космічних досліджень лідери індустрії компанія SpaceX Ілона Маска та НАСА використовують усі можливості 3D-друку з металу для виробництва частин ракетних кораблів, що дозволяє їм значно скоротити витрати та одночасно покращити експлуатаційні характеристики. Компанія НАСА змогла розробити турбонасос для свого ракетного двигуна, що містить на

Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ. ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

45% менше деталей, ніж насоси, виготовлені за традиційними технологіями виробництва; невдовзі весь ракетний двигун можна буде зібрати на 3D-принтері.

Та крім космічної галузі металева продукція, надрукована на 3D-принтерах, застосовується в харчовій, аерокосмічній, нафтогазовій промисловості, а також в медицині, протезуванні, машинобудуванні, електроніці, ювелірній справі, тощо.

У всіх технологіях описаних вище використовується порошковий метал, але з розвитком адитивного виробництва з'явився ще один доволі «свіжий» спосіб друку.

Дослідники Массачусетського технологічного інституту розробили технологію адитивного виробництва, яка дозволяє швидко друкувати рідким металом, виробляючи великомасштабні деталі, такі як ніжки столу та каркаси стільців, за лічені хвилини. Їхня технологія, яка називається рідким металевим друком (LMP), передбачає осадження розплавленого алюмінію вздовж попередньо визначеної траєкторії в шар крихтих скляних кульок. Алюміній швидко твердне в 3D структуру.

Дослідники кажуть, що LMP є принаймні в 10 разів швидшим, ніж аналогічний процес виробництва металевих добавок, а процедура нагрівання та плавлення металу є ефективнішою, ніж деякі інші методи.

Ця техніка жертвує роздільною здатністю заради швидкості та масштабу. Хоча він може друкувати компоненти, більші за ті, які зазвичай виготовляються з повільнішими адитивними методами, і за нижчою ціною, він не може досягти високої роздільної здатності.

Наприклад, деталі, виготовлені з LMP, підходять для деяких застосувань в архітектурі, будівництві та промисловому дизайні, де компоненти більших конструкцій часто не вимагають надзвичайно тонких деталей. Його також можна ефективно використовувати для швидкого створення прототипів із переробленого або металобрухту.

Висновок. Проаналізувавши усі викладені способи друку металевих виробів, також їх перспективи у різних галузях, можна зробити висновок що у найближчі роки хоча б половина продукції з металу буде виходити з-під рук мануфактур адитивного виробництва, особливо деталі для космічних апаратів, літаків та автомобілів.

Л і т е р а т у р а

1. Manoj Gupta, 3D Printing of Metals, 2017.
2. <https://news.mit.edu/2024/researchers-demonstrate-rapid-3d-printing-liquid-metal-0125>