

МЕТОДИ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МАШИНОБУДУВАННІ

Сучасні темпи розвитку промисловості вимагають вибору технологій виробництва, які можливо реалізувати в найкоротші терміни. Цим вимогам на сьогоднішній день відповідають адитивні технології (Additive Manufacturing, Additive Fabrication або АМ-, АF-technologies), які знаходять все більше застосування в усіх сферах життєдіяльності людини, і є одним з найбільш цікавих і перспективних напрямків промислового виробництва.

Особлива увага приділяється розвитку технологій DMF – Direct Metal Fabrication, безпосереднього «виращування» з металу, яку розглядають як одну зі стратегічних для освоєння в першу чергу в аерокосмічній та оборонній галузях. Співвідношення цілих деталей до зруйнованих «buy-to-fly ratio», за різними даними, становить 15:1 або навіть 20:1 для складних деталей. Використання АТ дозволяє звести цей показник до 1,5 – 2,0:1.

Існує два види адитивних технологій Bed Deposition і Direct Deposition. При використанні технології Bed Deposition спочатку формують шар, наприклад, насипають на поверхню робочої платформи дозу порошкового матеріалу та розрівнюють порошок за допомогою ролика, формуючи рівний шар матеріалу певної товщини. Потім вибірково (селективно) обробляють порошок у сформованому шарі лазером, скріплюючи частинки порошку (сплавляючи або склеюючи) відповідно до поточного перерізу вихідної САD-моделі. Технологія Direct Deposition пряме чи безпосереднє осадження (матеріалу), тобто безпосередньо в точку, куди підводиться енергія, і де відбувається зараз побудова фрагмента деталі. За допомогою цієї технології можливе створення великих виробів одразу з кількох видів сплавів, а також виробництво ремонту таких дорогих компонентів, як лопатки турбін авіадвигунів.

У машинобудівних галузях найпоширенішими АМ-технологіями є:

FDM (Fused deposition modeling) – пошарова побудова виробу із розплавленої пластикової нитки. Це самий поширений спосіб 3D-друку у світі, на основі якого працюють мільйони 3D-принтерів. FDM-принтери працюють з різними типами пластиків, найпопулярнішим і доступним з яких є ABS.

Fused Filament Fabrication (FFF) – аналог технології FDM. Назва зародилася у співтоваристві RepRap, заснованому Адріаном Боуером з Університету Бата у 2004 році. SLM (Selective laser melting) – селективне лазерне сплавлення металевих порошоків. Найпоширеніший метод 3D-друку металом. За допомогою цієї технології можна швидко виготовляти складні за

геометрією металеві вироби, які за своїми якостями перевершують ливарне та прокатне виробництво. Основні виробники систем SLM-друку – німецькі компанії.

SLS (Selective laser sintering) – селективне лазерне спікання полімерних порошків. За допомогою цієї технології можна отримувати великі вироби з різними фізичними властивостями (підвищена міцність, гнучкість, термостійкість та ін.). Технологія друку, яка полягає в тому, що порошок розміром частинок 50 мкм спеціальним пристроєм (роликотом) накочується на робочий стіл, розташований в герметичній камері з атмосферою інертного газу. Лазерний промінь послідовно спікає шари матеріалу при опусканні робочого столу.

Таблиця 1 – Основні методи адитивного виробництва

Метод	Технологія	Використовувані матеріали
Екструзійний	Моделювання методом пошарового наплавлення (FDM або FFF)	Термопластики (такі як полілактид (PLA), акрилонітрилбутадієнстирол (ABS) та ін.)
Дротовий	Виробництво довільних форм електронно-променевим плавленням (EBF)	Майже будь-які металеві сплави
Порошковий	Пряме лазерне спікання металів (DMLS)	Майже будь-які металеві сплави
	Елект-променеве плавлення (EBM)	Титанові сплави
	Вибіркове лазерне плавлення (SLM)	Титанові сплави, кобальт-хромові сплави, алюміній
	Вибіркове теплове спікання (SHS)	Порошкові термопластики
	Вибіркове лазерне спікання (SLS)	Термопластики, металеві порошки, керамічні порошки
Струменевий	Струменевий тривимірний друк (3DP)	Гіпс, пластики, металеві порошки, піщані суміші
Ламінування	Виготовлення об'єктів методом ламінування	Папір, металева фольга, пластикова плівка
Полімеризація	Стереолітографія (SLA)	Фотополімери
	Цифрова світлодіодна проєкція (DLP)	Фотополімери

SLA (Stereolithography) – лазерна стереолітографія, затвердіння рідкого фотополімерного матеріалу під впливом лазера. Ця технологія адитивного цифрового виробництва орієнтована на виготовлення високоточних виробів з різними властивостями. Найбільшим виробником SLA-принтерів є американський концерн 3D Systems. В окрему категорію варто винести технології швидкого прототипування. Це способи 3D-друку, призначені для

отримання зразків для візуальної оцінки, тестування або майстер-моделей для створення ливарних форм. Нині існує широкий вибір методів АВ (табл. 1). Основні відмінності полягають у методі нанесення шарів і використуваних витратних матеріалах.