

УДК 621.7

В. М. Сідельник; Н. М. Зварич, к.т.н., доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ВИРОБУ У АДИТИВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

V. Sidelnyk; N. Zvaruch, Ph.D., AssociateProf.

PROCESSABILITY OF THE PRODUCT IN ADDITIVE MANUFACTURING

Швидкі темпи технічного розвитку сучасного машинобудування характеризується високими вимогами до технічного рівня та якості виробів, а також необхідністю забезпечення гнучкості ресурсозберігаючого виробництва [3]. Останніми десятиліттями в технічно розвинених країнах у галузі машинобудування набули швидкого розвитку адитивні технології. І якщо раніше під цим терміном розуміли поєднання двох або більше способів обробки виробу на одній машині, то сьогодні, відповідно до ISO/ASTM 52900:2021(en) [1]: Адитивне виробництво (AM) — процес з'єднання матеріалів для виготовлення деталей із даних 3D-моделі, зазвичай шар за шаром, на відміну від методів субтрактивного виробництва та формотворчого виробництва. Зараз ці технології використовуються для різних цілей у машинобудівній промисловості, а також в інших сферах суспільства, таких як медицина, освіта, архітектура, картографія, іграшки та розваги.

Ринок адитивних технологій (AM) сьогодні перевершує інші галузі виробництва за динамікою розвитку. Його річне зростання оцінюється в середньому на рівні 27%. У деяких випадках витрати на AM можуть складати до 10% від загальних витрат на виробництво продукції. Пошук нових областей застосування AM є головним напрямком розвитку цієї галузі [2].

Основною перевагою AM є скорочення часу повного виготовлення виробів у 2-10 разів [3]. Використання адитивних технологій дозволяє зменшити витрати матеріалу при виготовленні виробів навіть до 75%. Значною перевагою також є можливість передачі 3D моделі виробу в необхідне місце та його виробу в необхідні терміни. А можливість створення виробів, які мають геометричну складність, складну структуру матеріалів, ієрархічну складність та функціональну складність взагалі є унікальною і дозволяють задовольняти потреби індивідуальних споживачів.

Сьогоднішня собівартість виготовлення промислових виробів з використанням адитивних технологій є високою. Ефективність використання адитивних технологій залежить від багатьох факторів: вибору методу пошарової побудови виробів на основі аналізу їх 3D-моделі, прийнятих раціональних технологічних рішень.

Розвиток AM та пошук шляхів їх здешевлення та підвищення ефективності показує важливість технологічної підготовки самих виробів, особливо складної конструкції [3]. Така необхідність диктується підвищенням рівня технічних можливостей обладнання адитивного виробництва. Удосконалення технологічної підготовки стає можливим завдяки розвитку методів аналізу даних, апаратних можливостей комп'ютерної техніки та об'єктно-орієнтованих мов програмування. Однак, комплексної системи технологічної підготовки виробництва складних виробів адитивними методами з інструментами статистичного аналізу геометричних характеристик елементів 3D-моделі виробу, технічних і технологічних показників пошарової побудови в Україні та за кордоном не існує, що пов'язано з відсутністю науково-обґрунтованих критеріїв оцінки ефективності виконання задач технологічної підготовки адитивних методів [3].

Одним зі шляхів, що дозволяє підвищити ефективність AM є дослідження технологічності самого виробу. Технологічність виробу означає сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість її оптимізації щодо використання матеріальних,

трудових та часових ресурсів на всіх етапах розробки, виробництва та експлуатації в конкретних організаційно-технологічних та виробничих умовах[3]. Це означає, що показники технологічності залежать від умов виробництва. Для забезпечення технологічності конструкції виробів необхідно провести аналіз та опрацювання їх конструкції на етапі конструкторської та технологічної підготовки виробництва, виконати кількісну оцінку технологічності конструкції та забезпечити технологічний контроль конструкторської документації.

Стосовно до адитивних технологій є характерна особливість у опрацюванні конструкції виробу на технологічність. На відміну від субтрактивних методів виготовлення, технологічність виробу, отриманого за допомогою адитивних методів, не залежить від типу виробу, його ступеня новизни, складності або об'єму випуску. Складність виробу має значно менші обмеження порівняно зі субтрактивними методами. Оцінка технологічності конструкції повинна включати комплекс заходів щодо зниження трудомісткості, матеріаломісткості, технологічної собівартості та енергоємності виробу[3].

Кількісна оцінка технологічності проводиться за такими показниками[3]:

- базові (граничні, нормативні) показники технологічності, необхідні для забезпечення;

- досягнуті показники технологічності, які визначаються на кожному етапі конструкторської та технологічної підготовки;

- показник рівня технологічності конструкції виробу.

Показники технологічності необхідно визначати з урахуванням складності виробів і способів виготовлення. особливостей пошарової побудови та полігонального представлення вихідної 3D-моделі. При цьому число показників повинно бути мінімальним, але достатнім для оцінки технологічності[3]. Оцінка технологічності конструкції стає дедалі важливішою при використанні адитивних технологій через зростання складності виробів тому що, вона впливає не лише на вибір методу виготовлення, але й на ефективність та доцільність його застосування.

Традиційний підхід до відпрацювання конструкції не зовсім підходить для адитивних технологій, через відсутність нормативної бази в цьому напрямку. Не дивлячись на те що, ідеологія виготовлення пошаровою побудовою є спільною, технологічні можливості різних методів побудови суттєво відрізняються. А отже рівень технологічності розроблюваної конструкції може не задовольняти базові показники для деяких адитивних методів.

Інтенсивний розвиток адитивних технологій АМ та їх особливості по виготовленню виробів складної геометрії створює потребу в розробці методології оцінки технологічності виробів для раціонального вибору стратегії виготовлення на основі геометричної інформації щодо виробу а також бази даних геометричних і технологічних обмежень АМ-методів [3]. Це дозволить сформулювати необхідні умови, а саме визначити характерні показники конструкції виробів, для обґрунтованого використання адитивних технологій і достатні умови для використання конкретного АМ-методу виготовлення заданого виробу.

Література:

1. ISO/ASTM 52900:2021(en) Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary. Режим доступу: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-2:v1:en> Дата перегляду 28.11.2024.

2. Wohlers Report 2016. 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry, Annual Worldwide Progress report. Режим доступу: <https://portal.research.lu.se/en/publications/wohlers-report-2016-3d-printing-and-additive-manufacturing-state->. Дата перегляду 27.11.2024.

3. Гаращенко Я. М. Удосконалення технологічної підготовки адитивного виробництва складних виробів: монографія / Я. М. Гаращенко. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. 388 с.