

МОЖЛИВОСТІ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИГОТОВЛЕННІ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Технологічні процеси виготовлення деталей, які змінюють їх форму на макрорівні можуть бути розділені на класи [1]: **дистрибутивні** – такі, результатом яких є зміна початкової форми заготовки у нову форму заготовки або готової деталі шляхом перерозподілу (дистрибуції) матеріалу; **субтрактивні** – такі, результатом яких є зміна початкової форми заготовки у нову шляхом видалення (субтракції) частини матеріалу з окремих поверхонь деталі; **адитивні** – такі, результатом яких є утворення форми готової деталі або високоточної заготовки шляхом пошарового додавання матеріалу або композиції матеріалів. Зазначимо, що процеси, які не змінюють форму на макрорівні, наприклад, оздоблювально-зміцнююче оброблення, нанесення захисних функціональних покриттів тощо, не підпадають під цю класифікацію.

Субтрактивні процеси є основою сучасного машинобудування, – це всі технології механічного оброблення, лазерного, плазмового, гідроабразивного різання, технології абразивного оброблення, коли на кожній технологічній операції видається припуск і тим самим форма поверхні та параметри її якості наближаються до визначених конструктором.

Дистрибутивні процеси, здебільшого спрямовані на отримання заготовок. До таких процесів відносяться процеси лиття, кування, штампування, гнуття тощо. Точність та якість форми, отриманої таким способом у переважній більшості випадків не задовольняє вимогам, визначеним конструктором, а отже, потребують наступного оброблення одним із субтрактивних процесів.

Адитивні процеси і технології наразі є мало поширеними, проте їх можливості й вплив на всю структуру системи технологій, задіяних у виготовленні продукції наразі недооцінені. Виробництво, в основі якого лежать адитивні технології як основний процес формоутворення, називають адитивним виробництвом (англ. – Additive Manufacturing) [2]. Міжнародний стандарт ASTM F2792.1549323–1 визначає: “Адитивні технології — це процес з’єднання матеріалів для створення об’єктів заданими тривимірних цифрових моделей, зазвичай шар над шаром, на відміну від субтрактивних технологічних процесів”. Тут мова йде не про протиставлення адитивних і субтрактивних технологій, а про підкреслення принципової відмінності цих технологій і про те, що адитивні технології органічно розширюють не задіяний до останнього часу сектор виробничих технологій. Цей саме стандарт виділяє 7 основних типів адитивних технологій, а саме: 1. Material Extrusion – витискування матеріалу; 2. Material Jetting – розбризкування основного матеріалу; 3. Binder Jetting – розбризкування зв’язуючого матеріалу; 4. Sheet Lamination – з’єднання листових матеріалів; 5. Vat Photopolymerization – фотополімеризація у ванні; 6. Powder Bed Fusion – розплавлення матеріалу в наперед сформованому шарі; 7. Directed Energy Deposition – безпосереднє підведення енергії у місце побудови. Зазначимо, що всі ці без винятку технології суттєво розширюють можливості сучасного виробництва високотехнологічної продукції, а в деяких випадках ці можливості є революційними, адже інші технології не дозволяють взагалі реалізувати складні за формою вироби. Сьогодні вже можна стверджувати, що адитивні технології забезпечують широкий спектр доступний матеріалів з добре прогнозованими фізико-механічними властивостями, забезпечують безпрецедентні можливості щодо формоутворення, є достатньо ефективними з економічної точки зору.

“Парадокс адитивних технологій [1]” полягає в тому, що чим складнішою є форма деталі, тим швидше її виготовлення буде ефективним. Тому місце і роль адитивних технологій в системі виробничих технологій – це проектування деталей і виробів екстремально складної форми, що забезпечує функції деталей і виробів за мінімальної кількості матеріалу. До таких виробів відносяться складні високотехнологічні продукція машинобудування, зокрема [3] та вироби біомедичної інженерії [4]. І якщо в першому випадку мова йде про революцію у проектуванні складних форм та економічні переваги, то в другому, – про створення принципово нових можливостей якості життя людини, недосяжних до цього.

Література:

1. В.А. Пасічник. Стан і перспективи адитивного виробництва // Резание и инструмент в технологических системах. Межд. научн.-техн. сб. Харьков, НТУ «ХПИ». – 2018, Вып. 89 (101). – С. 134–140 (http://library.kpi.kharkov.ua/files/JUR/rez_89_2018.pdf)
2. Gibson I. Additive Manufacturing Technologies. 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. 2nd ed. / Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker. Springer, 2015. 510 p. (DOI 10.1007/978-1-4939-2113-3).
3. Badiru A. Additive Manufacturing Handbook. Product Development for the Defense Industry. Ed. Adedeji B. Badiru, Vhance V. Valencia, David Liu. CRC Press, 2017. 931 p.
4. V.Pasichnyk, M. Kryvenko, S. Burburska, O. Haluzynskyi. Design and Engineering Assurance for the Customized Implants Production Using Additive Technologies // Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2021, pp. 81–94 (DOI 10.1007/978-3-030-77719-7_9).