

Дорошенко В.С., Михнян О.В., Калюжний П.Б., Нейма О.В.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА В ЛИВАРНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

E-mail: doro55v@gmail.com

Аддитивні технології вважаються основою промислової революції XXI століття, тому вітчизняній прикладній науці слід активно розвивати цей напрямок, щоб ліквідувати вже наявне відставання від наукоємних економік світу. Коли стереолітографію було винайдено більше 30 років тому, чи хтось міг би здогадатися, що технологія 3D-друку «вибухне», пошириться і змінить спосіб виготовлення виробничих деталей? Ймовірно, ні.

Представники наукової школи проф. Шинського О.Й. останні 10 років мають ряд оглядових публікацій і патентів стосовно промислового використання 3D-друку в ливарному виробництві та проводять за цією темою експериментальні дослідження (рис. 1). І хоча деякі проблеми навколо адитивного виробництва (АВ) за цей час залишилися незмінними, технології, матеріали та застосування зросли в геометричній прогресії. Прогнози свідчать [1], що це зростання триватиме, хоча, можливо, в інших напрямках, ніж досі.

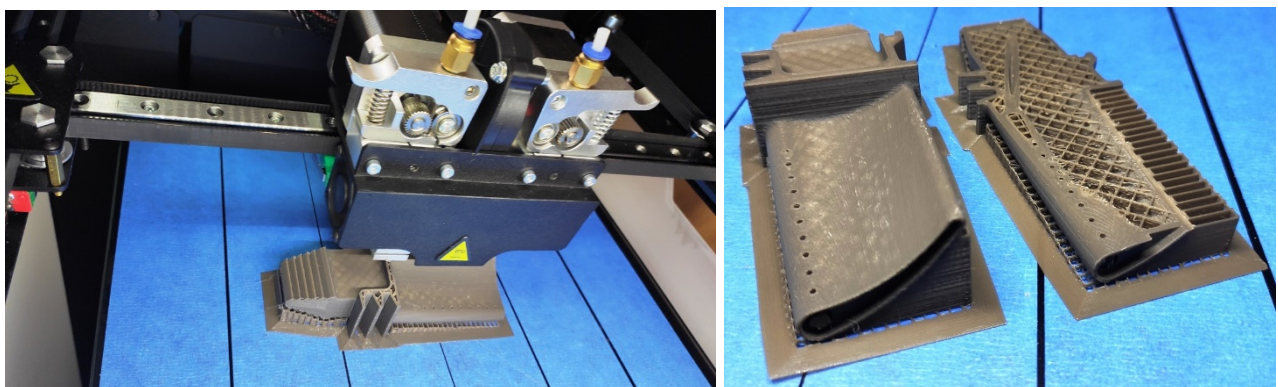


Рис. 1. Процес 3D-друку моделей ГТД у ФТІМС НАНУ та друковані моделі; показано внутрішню комірчасту структуру частково друкованої моделі

Про те, як зміниться АВ в наступне десятиліття [1], сайт [additive manufacturing.media](http://additive-manufacturing.media) подає 6 ідей. Також опишемо заміни щодо ливарництва.

1. Спрощення виробництва запасних частин призведе до реорганізації всього життєвого циклу продукту. 3D-друк має великий потенціал як джерело вторинного ринку та запасних частин, але лише якщо для цих деталей існують файли для 3D-друку. У майбутньому ми будемо менше покладатися на 3D-сканування та зворотну інженерію, оскільки такі цифрові файли існуватимуть із самого початку та створюватимуться як частина початкової розробки продукту.

2. Все частіше виникатимуть «нестандартні» та органічні (біонічні) конструкції. Існує певна міра, до якої сьогоднішні дизайнери та інженери утримуються від використання АВ в повній мірі геометричних можливостей просто тому, що споживачі та користувачі 3D-друкованих виробів повинні відчувати почуття довіри та визнання цих об'єктів. У міру того, як люди звикнуть до генеративно розроблених і оптимізованих за топологією конструкційних форм, відкриються двері для все більш складних, асиметричних і оптимізованих об'єктів, будь то аерокосмічні кронштейни, компоненти автомобільних двигунів чи споживчі товари.

3. Поява нової категорії промислового цеху (ферми), що спеціалізується на АВ металевих деталей. АВ все глибше впроваджується в ливарне виробництво (особливо на стадії підготовки виробництва нової номенклатури виливків), взаємодоповнюючи та часом витісняючи сьогоднішні ливарні процеси і модифікуючи їх під ефективні цифрові технології. Деталі АВ відрізняються від заготовок чи металевих виливків, з якими більшість машинних цехів звикли працювати. На горизонті з'являється новий клас обробно-складальних цехів, укомплектованих та обладнаних для кріплення, сканування, оброблення та контролю часто «неправильних» деталей, реалізація яких можлива за допомогою 3D-друку.

4. Більше використання матеріалів, притаманних АВ. 3D-друк дозволяє зберігати матеріал, стимулюючи використання матеріалу лише там, де це необхідно, але він також все більше підтримує використання градієнтних матеріалів і поєднання (комбінування) різних матеріалів. Ці можливості ставлять під сумнів уявлення про те, що одна деталь повинна бути виготовлена з одного матеріалу, і за-

безпечать більш інноваційний дизайн і краще заощадження цінних матеріалів. Розширення можливостей для екологічно чистих матеріалів із біологічних чи придатних до утилізації вторинних джерел також стимулює поширення таких матеріалів, зокрема, наша заявка [2].

5. Винахідники як нова категорія виробників. Сьогодні існує жорстка грань між розробкою продукту та виробництвом, яка часто перепиняє рух від проектування та ідеї до можливого виробництва за допомогою будь-якого методу лиття, механічної обробки чи іншого традиційного методу. Не так з АВ; без інструментів дизайн продукту може продовжувати змінюватися, навіть коли виріб надходить у виробництво – і винахідник може продовжувати брати участь, навіть бути виробником за допомогою 3D-друку.

6. Нові види 3D-друку, які ми ще не уявляли. Лише минулий рік виявив кілька несподіваних засобів продукування деталей шар за шаром, зокрема АВ способом нарощування знизу завдяки випромінювання від екрану, що на дні ванни з чутливим до тверднення від світла рідким полімером. Не можна сказати, що наступні десять не можуть додати наступних варіантів. Методи 3D-друку, які сьогодні тільки розвиваються, є лише зародком ідеї або, можливо, взагалі ще не існують, можуть стати наступним важливим кроком прогресу АВ у наступному десятилітті.

Література:

1. S. Hendrixson. 6 Ways Additive Manufacturing Will Change in the Next Decade. 11.02.2022. URL: <https://www.additivemanufacturing.media/articles/6-ways-additive-manufacturing-will-change-in-the-next-decade>

2. Заявка u202105814 Україна, МПК: МПК8 В22С 9/02, В22С 15/02, В29С47/78. Спосіб адитивного виробництва полістирольної ливарної моделі чи іншого тривимірного об'єкту складної конфігурації. Заявлено ФТІМС НАНУ 18.10.2021.