

**Дорошенко В.С.**  
**(ФТІМС НАН України, м. Київ)**  
**ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ В ЛИВАРНИЙ ПРОЦЕС 3D-ДРУКУ МОДЕЛЕЙ,**  
**ЩО ГАЗИФІКУЮТЬСЯ**  
E-mail: doro55v@gmail.com

Традиційно виробництво асоціюють з виготовленням тисяч чи мільйонів ідентичних деталей на великих централізованих заводах, але 3D-друк цю модель може суттєво потіснити [1]. Адитивне виробництво (АВ) сприяє урізноманітненню продукції, воно може продукувати партії схожих деталей, адаптованих до конкретних застосувань чи користувачів. Виробництво також не обов'язково має відбуватися відразу; продукти та деталі можуть зберігатися на цифровому складі, а не на фізичному, і вироблятися лише тоді, коли вони потрібні. Виробництво може бути децентралізоване та розподілене між кількома виробничими майданчиками з використанням таких технологій, як біометрія та блокчейн для захисту файлів. Через мережі 3D-принтерів та інші моделі розподіленого виробництва, виробництво може стати «глобальним», коли товари доступні у всьому світі, але виробляються локально [1].

На Всесвітньому ливарному конгресі (жовтень 2022 р.) у складі стратегії ливарного виробництва на найближчі 20 років запропоновано такі напрями [2]: забезпечення конкурентоспроможності ливарних матеріалів, зміцнення ланцюжка створення вартості ливарної промисловості, адаптація методів виробництва відповідно до замовлень і, нарешті, цифрова інтелектуалізація обладнання та процесів. Саме двом останнім відповідає технологія 3D-друку чи АВ, яку, зокрема, для лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ), найбільш просто та вигідно можна реалізувати (серед інших способів лиття) через друк разових моделей для виливків у ваговому діапазоні від 0,1 кг до кількох тонн.

Залишилось лише відпрацювати технологію друкування полімерних моделей, які за своєю вагою на одиницю об'єму наближаються до традиційних моделей з пінополістиролу (ППС), або комбінуються з серцевиною з ППС, та способи заливання металу у форму з газифікацією таких моделей і виводом газів

крізь пісок вакуумованої форми чи (та) по каналу випора на зовнішню поверхню форми з наступною їх нейтралізацією шляхом спалення.

На рис. 1. показано алгоритмом впровадження дільниці 3D-друку в діюче ливарне виробництво (зокрема, ЛГМ) з налагодженням її функціонування, постійного моніторингу та контролю якості виробів та матеріалів.

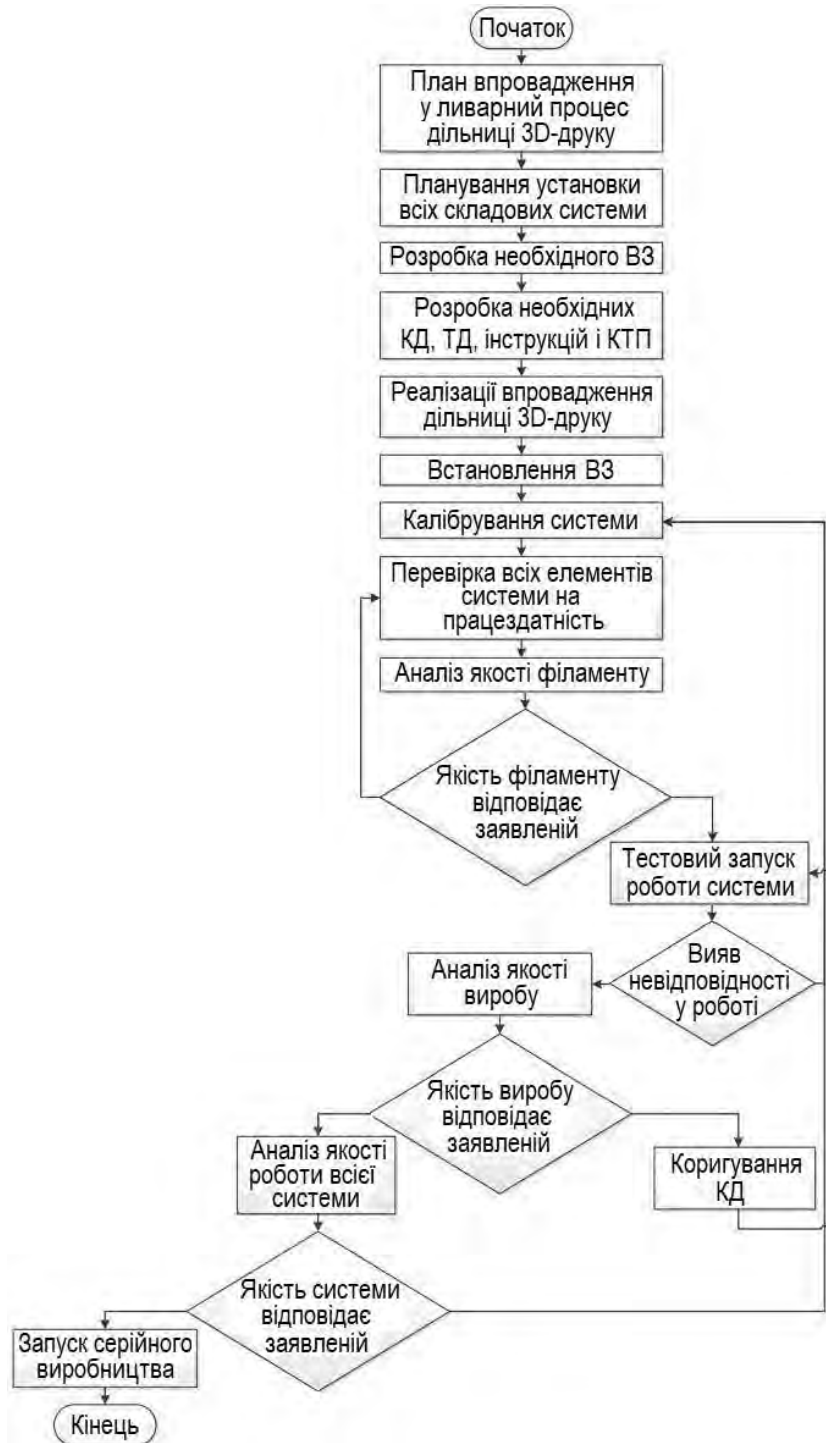


Рис. 1. Алгоритм впровадження дільниці 3D-друку у ливарний процес [3]

Алгоритм включає етапи планування з можливістю демонтажу застарілого і незадіяного обладнання, планування простору для встановлення нового обладнання включно з 3D-принтерами і 3D-фрезерами та можливого встановлення робота-маніпулятора, конвеєрної стрічки і установки з переробки залишків філаменту. Також необхідна розробка виробничого завдання (ВЗ), потрібних конструкторської та технологічної документацій (КД, ТД), інструкцій та карт технологічних процесів (КТП) тощо згідно алгоритму [3].

Далі слід провести налаштування кожного елемента системи окремо, а також встановити зв'язки для їхньої взаємодії. Розробка та коригування програмного забезпечення включатиме налаштування всієї системи, а написання програмного коду – ключовий етап розгортання нової виробничої дільниці, від якого залежатиме ступінь відповідності роботи системи.

Забезпечення відповідності конструкторській документації впливатиме на якість роботи системи, а технологічна документація, інструкції та карти процесів необхідні для стабільної роботи системи та звернення до них у разі її збоїв. Калібрування проводять на пробній серії виробів, далі слідує аналіз якості роботи системи, що включає розгляд показників якості та комплексну оцінку. При виявленні невідповідності результатів заявленим повертаються до етапу повторного калібрування системи та ітерують процес оцінки.

#### Література:

1. Stephanie Hendrixson. 8 Transformations 3D Printing Is Making Possible. 3/14/2023. URL: <https://www.additivemanufacturing.media/articles/8-transformations-3d-printing-is-making-possible>.

2. Cast The Future – Diagnosis, Mission, Vision - 74th World Foundry Congress Review. URL: <https://www.foundrytradejournal.com/news/cast-the-future-diagnosis-mission-vision--74th-world-foundry-congress-review>.

3. Щукина Д.С. Алгоритм внедрения новой производственной ячейки для реорганизации аддитивного производства.

URL: <https://os-russia.com/SBORNIKI/KON-478-1.pdf#page=122>.