УДК 517.3/621.74

Дорошенко В. С.[1]
Янченко О. Б.[2]
Лисий В. С.[1]

ЦИКЛІЧНИЙ ОБОРОТ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО ПРИСКОРЕННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ 3D ТЕХНОЛОГІЙ

[1]Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України,
[2]Вінницкий національний технічний університет

Анотація
Ливарне виробництво є прикладом циклічного обороту металу та інших матеріалів. Цей оборот пришвидшує тривимірний друк візерунків та піщаних форм. Наведені схеми виготовлення виливків з використанням друкованих зразків та піщаних форм. Використання 3D-друку стимулює розвиток економіки замкненого циклу, сприяє розробці нових методів та матеріалів.
Ключові слова: *ливарне виробництво, адитивні технології, 3D друк та технології, ефективне та відповідальне виробництво.*

Ливарне виробництво є прикладом циклічного обороту металевих матеріалів завдяки самій природі виробничого процесу, в якому все більше застосовують механізм кругообігу: технологія ливарного виробництва дозволяє переробляти та повторно використовувати значну частину металопродукції, яка досягла «кінця свого життя» для виготовлення нових виробів. Останніми роками відсоток перероблених металів, що використовуються замість сировини, зростав та зараз сягає 75% для ливарних підприємств з електричними плавильними печами (рис. 1) [1].

Інші відходи виробництва також повторно використовують у процесі: до 95 % відходів піщаної суміші під час сирій формовці, а також сипкий пісок під час вакуумній піщаній формовці за багаторазовими чи разовими моделями застосовують повторно, заощаджуючи пісок та глину, що видобувають з кар'єрів. Нарешті, 95 % води для охолодження печей, нерідко та для охолодження виливків підтримують в обороті.

Рис. 1 – Схема кругообігу матеріалів у ливарному виробництві [1].

Останнім часом сталий розвиток поступово стає одним з ключових показників ефективного та відповідального виробництва. Оскільки державні структури та підриємства все частіше оцінюють, а також і відстежують вплив своєї діяльності на навколишнє середовище, очікується, що адитивні технології візьмуть на себе провідну роль щодо зниження негативного впливу

промисловості на екологію. 3D друк дає можливість локалізувати та оптимізувати виробництво – це скорочує кількість відходів, знижує викиди вуглекислого газу, спрощує традиційні логістичні ланцюжки, а також дозволяє повторно використовувати матеріали та економити сировину, що є основним критерієм створення економіки замкненого циклу [2].

Для ливарних цехів 3D технології дозволяють значно скоротити технологічну підготовку виробництва, чим, по суті, прискорюють випуск литої продукції, та у підсумку, її циклічний оборот. Традиційні процеси отримання виливків виконується за схемою – розробка конструкторської документації, виготовлення майстер-моделі, виготовлення піщаної форми її заливка розплавом металу. Найбільш трудомісткою та тривалою частиною цього процесу є виготовлення ливарних моделей. В сучасних умовах є можливість швидко, якісно та недорого виготовляти такі моделі – це технології швидкого прототипування [3] (рис. 2). Весь процес включає у себе розробку 3D моделі, з отриманням математичних параметрів моделі в абсолютній системі координат, що виключає похибку розмірних ланцюгів ще на етапі проектування. За тим слідує розробка технічної документації по методиці «комп'ютерного інжинірингу» відповідно до норм ЄСКД і ЄСТД, що включає в себе 2D креслення. Далі застосовується технологія прототипування з використанням 3D принтера, на якому і створюються майстер-моделі з ABS-пластика [3]. Потім за цими моделями виготовляють ливарні форми в наявних у цеху опоках та заливають їх металом, отримуючи виливки.

Рис. 2 – Схема виробництва ливарних моделей і виливків з технологією швидкого прототипування [3].

Для 3D друку ливарних форм навіть без виготовлення твердих моделей застосовують технологію за схемою (рис. 3) [4], що автоматизує та прискорює весь шлях від 3D моделі деталі на комп'ютері до ливарної піщаної форми, в яку заливають метал та отримують виливок.

Рисунок 3 – Схема розробки ливарного процесу з 3D друком ливарної форми.

Застосування 3D друку стимулює розвиток економіки замкнутого циклу, задовольняє запит на персоналізовану продукцію, сприяє розробці нових методів та матеріалів, а автоматизація друку підвищує продуктивність виробництва та якість продукції, зменшуючи суб'єктивний вплив на її якість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Foundries and circular economy. 16.02.2021. Foundry gate. URL: http://foundrygate. com/en/noticias/ver/5225/.

2. Главные тренды в сфере 3D-печати и цифрового производства – результаты опроса HP. URL: HP_digital_manufacturing_Study.pdf

3. Ильюшенко Н. В. и др. Объемное моделирование и прототипирование в литейном производстве // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8. – С. 198 – 200.

4. Левкина О. Ю. Применение информационных технологий в организации конструкторского-технологической подготовки литейного производства авиастроительного предприятия // Известия высших учебн. заведений. Поволжский регион. Технич. науки. – 2013. – № 1. – С. 115 – 122.

Дорошенко Володимир Степанович *– д-р техн. наук, старший науковий співробітник відділ фізико-хімії ливарних процесів, Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ. e-mail: doro55v@gmail.com*

Янченко Олександр Борисович *– к.т.н. старший викладач кафедри галузевого машинобудування,Вінницький національний технічний університет. e-mail: 1961yab@gmail.com.*

Лисий Анатолій Сергійович *– інженер відділ фізико-хімії ливарних процесів, Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ. e-mail: aslysiy@gmail.com*

CYCLIC TURNOVER OF FOUNDRY PRODUCTION AND ITS ACCELERATION WITH THE APPLICATION OF 3D TECHNOLOGIES

Abstract

Foundry production is an example of cyclic turnover of metal and other materials. This turnover speeds up 3D printing of patterns and sand molds. Schemes for the production of castings using printed patterns and sand molds are given. The use of 3D printing stimulates the development of a closed-loop economy, promotes the development of new methods and materials.

Key words: *foundry production, additive technologies, 3D printing and technologies, efficient and responsible production.*

Doroshenko Vladimir Stepanovich *– doctor of Engineering Sciences, Senior research officer, Department of Physics and Chemistry of Casting Processes, Physico-technological institute of metals and alloys National academy of sciences of Ukraine, email : doro55v@gmail.com*

Yanchenko Alexander B*. – Ph.D. Senior Lecturer of Technology of Increasing of Wear Resistance, Vinnytsia National Technical University, e-mail: 1961yab@gmail.com.*

Lysyi Anatolii Serhiiovych *– Engineer, Department of Physical Chemistry of Foundry Processes, Institute of Physics and Technology of Metals and Alloys of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv. e-mail: aslysiy@gmail.com*