

ВИГОТОВЛЕННЯ ПІЩАНИХ ФОРМ З ВИКОРИСТАННЯМ 3D-ЕХНОЛОГІЙ

Технологія 3D-друку піщаних форм – це процес адитивного виробництва, який включає вибіркоче нанесення рідкої сполучної речовини на шари піску для формування ливарної піщаної форми. Ця технологія подібна до друку на струменевому принтері. Крапля сполучного матеріалу падає на підготовлений шар і локально зв’язує сусідні зерна, після цього наноситься наступний шар матеріалу – дрібнозернистого піску [1]. Ця технологія має численні переваги порівняно з традиційними методами виготовлення ливарних піщано-глинистих форм. Вона дозволяє швидко виготовляти складні внутрішні та зовнішні структури форм виливків, скорочуючи час, необхідний для традиційного виготовлення форм, та підвищуючи ефективність виробництва. Технологія 3D-друку підтримує індивідуальне виробництво, усуваючи потребу в спеціальних формах, забезпечуючи гнучкість для дрібносерійного та персоналізованого виробництва. Використання піщаного порошку на вимогу зменшує втрати матеріалу та збільшує його використання [2].

На відміну від традиційних методів формування піщаних форм, процес струменевого формування зв’язуючого матеріалу базується на пошаровому виробництві, що суттєво впливає на зчеплення піщаних зерен та кінцеву крихкість піщаних форм [3]. Остання властивість є критично важливою, оскільки вона відповідає за наявність піщаних включень у кінцевому виливку, а отже, і за його механічні властивості. Властивість крихкості 3D-друку не досліджувалася систематично та не повідомлялася в літературі з лиття металу та ливарного виробництва. [4]

3D-друк по дрібнозернистому піску дає можливість проектувати та виготовляти ливарні форми, які неможливо отримати іншими способами. «Серед найпоширеніших дефектів друку – відхилення лінійних розмірів. Зазвичай цей дефект пов'язаний з якістю друку – налаштуванням, станом обладнання, якістю матеріалів, навколишнім середовищем, іноді такі параметри, як вологість, температура можуть зіпсувати весь друк. Непродруковані шари – дефект розшарування виникає при порушенні подачі смоли в зону друку, верхні та нижні шари не склеюються» [5].

Використання компонентів піщаних форм, виготовлених за допомогою 3D-друку, у промисловому виробництві обмежене через невизначеність, пов'язану з їхніми механічними властивостями, такими як проникність та термостабільність. Крім того, через пористу природу їхніх друкованих структур, їхні механічні властивості розсіяні та їх досить важко відтворити [6].

Проте, технологія 3D-друку піщаних форм дозволяє швидко створювати прототипи продукції, що полегшує перевірку дизайну. Незважаючи на вищі початкові інвестиції, технологія 3D-друку піщаних форм забезпечує довгострокову економію коштів за рахунок зменшення витрат, пов'язаних з формами, запасами та логістикою.

Підсумовуючи, машини для 3D-друку піщаних форм мають чіткі переваги у виробництві ливарних форм, пропонуючи швидші, гнучкіші та точніші виробничі рішення, тим самим стимулюючи інновації та підвищення ефективності в ливарній галузі.

Список використаних джерел

1. Le Néel TA, Mognol P, Hascoët J. A review on additive manufacturing of sand molds by binder jetting and selective laser sintering. *Rapid Prototyping Journal*. 2018. Vol. 24, No. 8, pp. 1325–1336. <https://doi.org/10.1108/RPJ-10-2016-0161>.

2. Hawaldar N.&Zhang, J.A comparative study of fabrication of sand casting mold using additive manufacturing and conventional proces. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2018. Vol. 97(1–4), P. 1037–1045. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2020-z>.

3. Gawronová M., Lichý P., Kroupová I., Obzina T., Beňo, Nguyenová, I., Merta, V., Jezierski, J. & Radkovský, F. Evaluation of additive manufac-

turing of sand cores in terms of the resulting surface roughness. *Heliyon*. 2022. Vol.8(10), P. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10751>.

4. Kabasele J.K., Nyembwe, K.D. Optimisation of the Friability Property of Sand Moulds Produced by the Binder Jetting Process. *Inter Metalcast*. 2025. <https://doi.org/10.1007/s40962-025-01677-6>.

5. Дорошенко В.С. Про практику адитивного виробництва в ливарництві та засоби лабораторного відпрацювання піщаних формувальних чи стрижневих сумішей для цього. Процеси, технології та матеріали ливарного виробництва ISSN 2077–1304. *Met. lit'е Ukr.*, 2022. vol. 30, № 1 (328), С. 62–68.

6. H. Ramezani Dana, M. El Mansori, Mechanical characterisation of anisotropic silica sand/furan resin compound induced by binder jet 3D additive manufacturing technology, *Ceramics International*, Volume 46, Issue 11, Part A, 2020, P. 17867–17880, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.04.093>.