

ОСОБЛИВОСТІ ЛИТТЯ МЕТАЛУ ЗА ПОЛІМЕРНИМИ МОДЕЛЯМИ В БАГАТОМІСНИХ ПІЩАНИХ ФОРМАХ

¹ Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України;

² Вінницький національний технічний університет

Анотація

Багатомісні форми для лиття металу за разовими полімерними моделями підвищують економічність виробництва, а 3D-друк моделей автоматизує та скорочує процес їх виготовлення без модельної оснастки.

Ключові слова: лиття металу, піщані форми, полімерні моделі, 3D-друк, моделі для газифікації, Lost Foam.

Abstract

Rich molds for casting metal with disposable polymer patterns promote the cost-effectiveness of production, and 3D printing of patterns automates and speeds up the process of their production without pattern equipment.

Keywords: metal casting, sand molds, polymer patterns, 3D printing, gasified patterns, Lost Foam.

Вступ

Серед видів лиття металу за полімерними моделями найбільш застосоване лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ, Lost Foam Casting), як один із останніх запатентованих в другій половині минулого століття методів виробництва складних за геометрією виливків високої точності. В цьому методі ливарні моделі з пінополістиролу (ППС) під час заливання розплавленого металу у піщану форму з такими моделями повністю перетворюються на газ, а метал заміщає собою моделі і після затвердіння видаляється з форми у вигляді виливків. Процес ЛГМ дозволяє уникнути додаткових етапів механічної обробки виливків, що важливо для багатьох галузей промисловості, таких як автомобільна, авіаційна та машинобудівна. На виробництві легкових моделей з ППС працюють переважно жінки.

Результати дослідження

Одна з особливостей ЛГМ полягає в тому, що моделі виливків комплектують у кущі чи кластери шляхом приклеювання (припаювання) їх до моделі ливникової системи. Це дозволяє на одному кластері збирати десятки моделей, наче грона винограду (рис. 1). При цьому з такого кластера у ливарній піщаній формі отримують десятки виливків і таку форму називають багатомісною.



Рис. 1. Приклади модельних кластерів (на фото ліворуч – гол. спеціаліст НТП «Кварц» Андерсон В. А., м. Київ)

На рис. 1 (ліворуч) показаний к. т. н. Андерсон В. А., який тримає кластер з 86 моделей виливків «Анкер», які виготовляються з високоміцного чавуну. Наприклад, для традиційного лиття у форми в парних опоках, по 6 виливків у формі, потребувалось би 14 форм замість однієї форми при ЛГМ. Крім того, у форми можуть поміщати кілька кластерів, наприклад у формі (рис. 2, ліворуч) показана форма з вісьмома ливниковими воронками, з яких кожна - для свого кластера. Приклад виливків куль (рис. 2, середнє фото) демонструє велику кількість окремих виливків з одної форми. А також показано (рис. 2, праворуч) контейнер з фільтрами, в якому модельний кластер засипають піском, утворюючи ливарну форму, з якої при заливанні металом видаляють гази вакуумуванням крізь фільтри.



Рис. 2. Ливарна форма з кількома кластерами, вилиті кулі для млина, контейнерна опока з внутрішніми фільтрами

Багатомісні піщані форми при ЛГМ забезпечують економічність і високу ефективність виробничого процесу, знижуючи споживання матеріалів, тривалість формовки та збільшуючи вихід придатного. В таких формах також досягають рівномірного розподілу теплових потоків, що позитивно впливає на структурні властивості металу та знижує ймовірність появи в ньому тріщин чи напружень. Екологічний аспект ЛГМ включає видалення газів з форми і їх знешкодження вакуумною системою цеха (запобігає попаданню газів у приміщення) та багаторазовий обіг формувального сухого піску.

Також до лиття за полімерними моделями відноситься спосіб QuickCast від компанії 3D Systems, Inc, www.3dsystems.com, (рис. 3). Пористі моделі друкують 3D-принтером і багаторазовим покриттям наносять на них керамічну оболонку, яку потім сушать і прожарюють у печі, випалюючи з неї моделі перед заливанням оболонкових форм металом. Цей процес не менш ніж у 2-3 рази дорожчий за ЛГМ.



Рис. 3. Полімерні друковані моделі для методу QuickCast від компанії 3D Systems, Inc (www.3dsystems.com)

Майбутній розвиток ЛГМ-процесу пов'язаний із друкуванням для нього моделей. Якщо досягти такої низької питомої ваги моделей з ППС ($25\text{--}28\text{ кг/м}^3$) майже неможливо для друкованих моделей, то друком досягають спрямованої транзитної пористості моделей для виводу газу по трубчастим випорам за межі форми чи у її вакуумований пісок, останнє нагадує лиття вакуумним всмоктуванням.

Висновки

ЛГМ-процес є перспективним методом, який розширює можливості сучасної ливарної галузі, дозволяючи ефективно виготовляти складні деталі з високим рівнем точності, мінімізуючи витрати та дбаючи про довкілля. Інновацією є 3D-друк моделей для ЛГМ без виготовлення модельної оснастки.

Дослідження виконано за договором 226 (166/24) від 22.02.2024 про наукове співробітництво між Фізико-технологічним інститутом металів та сплавів НАН України та Вінницьким національним технічним університетом.

Дорошенко Володимир Степанович – д-р техн. наук, ст. наук. співробітник, пров. наук. співробітник відділу фізико-хімії ливарних процесів, Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

Янченко Олександр Борисович – канд. техн. наук., доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 1961yab@gmail.com

Огірчук Вадим Сергійович – студент групи 13В-23б, кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ohirchukvadim@gmail.com

Doroshenko Volodymyr S. – Dr. Sc. (Eng.), Senior Research Scientist, Leading Researcher of the Dep. of Physics and Chemistry of Foundry Processes, Physico-Techological Institute of Metals and Alloys of NAS of Ukraine, Kyiv

Yanchenko Oleksandr B. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Industrial Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1961yab@gmail.com

Ohirchuk Vadim S. – student of group 1ZV-23b, Department of Industrial Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ohirchukvadim@gmail.com