

4. Патент 67906 Україна, МПК В22 С9/04. Спосіб лиття за моделями, що газифікуються / О.Й. Шинський, В.Т. Шульга, Л.П. Вишнякова, І.О. Шинський, О.А. Яковишин. Опубл. 10.09.2007, Бюл. № 14.

5. Патент 147217 Україна, МПК В22С 7/02, В22С 9/04. Спосіб лиття металу за моделями, що газифікуються, з окисненням продуктів газифікації / О.Й. Шинський, В.С. Дорошенко. Опубл. 24.04.2021, Бюл. № 16.

6. Патент 150121 Україна. МПК: В22С 7/02, В22С 9/04. Спосіб лиття металу за адитивно виготовленими моделями, що газифікуються у вакуумованих формах з сипкого піску, з окисненням продуктів газифікації / О.Й. Шинський, В.С. Дорошенко. Опубл. 05.01.2022, Бюл. № 1.

7. Дорошенко В.С. Знешкодження газів, які виділяються при литті за моделями, що газифікуються // Метал і лиття України. - 2021. - № 2. - С. 64-71. <https://doi.org/10.15407/steelcast2021.02.060>.

8. Дорошенко В.С. Нейтралізація газів при литті металу за моделями, що газифікуються, та передумови застосування для цього 3D-друкованих моделей // Процеси лиття. - 2021. - № 3. - С. 32 – 43. <https://doi.org/10.15407/plit2021.03.032>.

УДК 621.74.045

В. С. Дорошенко, С. І. Клименко

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

e-mail: doro55v@gmail.com

ПРО НЕЗАДІЯНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВАКУУМОВАНОЇ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГАРТОВАНИХ ВИЛИВКІВ ДЛЯ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ ТЕХНІКИ

Ливарні форми з сипкого піску, який зміцнено завдяки вакуумуванню, і досі мають нерозкритий ливарниками технологічний потенціал щодо використання плинних (текучих) можливостей сипкого піску. З появою таких форм практично зникла операція вибивання з форми виливків, яку перетворено в висипання сухого піску разом з вилівками з контейнерної чи рамкової опочної форми. Перша, контейнерна форма, властива литтю металу за моделями, що газифікуються (ЛГМ), а друга – вакуумно-плівкової формовці (ВПФ). На рис. 1 показано висипання форми при ЛГМ, а також видалення виливків з форми при зачепленні крановим крюком.



Рис. 1 – Видалення виливків з форми з її перекиданням або з підйомом виливків крановим кроком

Іноді залізовуглецеві виливки, якщо дозволяє технологія, при ЛГМ видаляють з форми при температурі $\sim 750-800$ °С. Так, вилівок на рис. 2 (зліва) показано в стані, якого він досяг за 15 хв після заливання форми. При цьому, якщо сипкість піску вдало використовують при нетривалому виготовленні форми з віброущільненням піску (без силових впливів на форму за допомогою масивних капіталоємних формувальних машин, властивих найбільш поширеній (за сумарним тоннажем виливків) у світі сирій формовці), то видалення при ЛГМ з такої форми гарячого виливка з заданою температурою для його термообробки (ТО) в ливарних цехах не застосовують.



Рис. 2 – Виливки, які при ЛГМ в стані світіння видалено з сипкого піску форми

Замість того, щоб годинами (а то і довше) форму з виливком, який охолоджується, катати по конвеєру чи вистоявати її на плацу у цеху, що поширено при традиційному литті в піщаних формах, можна виконати ТО видаленого гарячого виливка за той же час, чи навіть швидше, і отримати термооброблений вилівок нерідко з півтора-

два рази кращими характеристиками ніж властиві литому стану. В цьому і полягає невикористаний технологічний потенціал вакуумованих форм з сипкого піску, переважну більшість з яких (за об'ємом литва) застосовують при ЛГМ.

На способи ТО з гарячого литого стану для залізвуглецевих виливків, передусім з високоміцного чавуну (ВЧ), нами отримано ряд патентів і про це опубліковано кілька статей. Значний рівень зміцнення виливків з чавуну забезпечує їх ізотермічне гартування за рахунок утворення в металі бейнітної структури, в тому числі з залишковим аустенітом, який під час експлуатації призводить до утворення в металовиробі мартенситу деформації за рахунок тріп-ефекту [1].

Враховуючи спеціалізацію нашої країни як агропромислового експортера, підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин є актуальною проблемою, бо вони зношуються і постійно потребують заміни. Для забезпечення зносостійкості та технічного ресурсу на рівні кращих зарубіжних аналогів лемехи і долота плугів рекомендовано виливати з ВЧ і піддавати ТО до утворення в них бейнітної металевої основи [2], в тому числі з можливістю загострювання лемеха при його зношуванні, або дискретно-циклічному загартуванню [3] з використанням води, а не екологічно небезпечних розплавів солей. До цього дотичні рекомендації ТО ріжучих елементів з ВЧ для бульдозерів та іншої землерийної техніки [4].

У відділі проф. О.Й. Шинського створено науково-технологічні основи ЛГМ, за якими, зокрема, виливають деталі землерийної та ґрунтообробної техніки (рис. 3), які застосовують як в цивільних будівельних чи промислових умовах, так і в оборонному секторі, зокрема, щоб рити окопи, траншеї, котловани для укриття, бліндажів тощо.





Рис. 3 – Приклади литих робочих органів землерийної техніки і їх моделей для ЛГМ

Таким чином, описано ресурсозберігаючий, поки ще не впроваджений у виробництво процес суміщення ЛГМ та ТО виливків при видаленні їх з форм в гарячому стані, який економить витрати енергії, часу і капітальні розходи на виготовлення зміцнених термообробкою виливків. Також наведено приклади точного лиття методом ЛГМ робочих органів землерийної та ґрунтообробної техніки, для яких, згідно наведених недавніх публікацій доцільно і актуально застосування такого суміщення.

Список літератури

1. Патент 139560 Україна, МПК В22D 7/00, В22D 23/00, F41H 5/00. Спосіб виробництва броньової перешкоди з високоміцного чавуну у ливарних формах з сипкого піску / В.С. Дорошенко, В.О. Шинський. Опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.
2. Калюжний П.Б., Дорошенко В.С., Шалевська І.А. Методи виробництва виливків для ґрунтообробної техніки, різальних та ударних інструментів, що самозаточуються // Процеси лиття. – 2022. – № 3. – С. 34-41. <https://doi.org/10.15407/plit2022.03.027>
3. Костылева Л.В., Гапич Д.С., Моторин В.А. и др. Повышение износостойкости почвообрабатывающих рабочих органов за счет структурирования высоко-углеродистых сплавов // Известия Нижневолжского АК. - 2018. - № 3. - С 283-291.
4. Хужаназаров Б.Ф. Выбор материала и метода повышения износостойкости режущих элементов бульдозеров // Механика ва технология илмий журнали. – 2022. – № 2. – С. 218-223.

Ю.В. Доценко, В.Ю. Селівьорстов¹

¹Інститут промислових та бізнес технологій

Українського державного університету науки та технологій, Україна, м. Дніпро

**ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ВИЛИВКА ІЗ СПЛАВУ СИСТЕМИ
Al-Si ПРИ ЛИТТІ ПІД ВИСОКИМ ТИСКОМ**

Найбільш високі і стабільні по перетину виливків властивості звичайно досягаються при отриманні однорідної і дрібнозернистої структури. Чим дрібніші розміри первинних кристалів, тим вище ряд важливих експлуатаційних і технологічних властивостей виливків. Тому ливарники найчастіше прагнуть до отримання найбільш дрібнозернистої і однорідної структури металу. Одним з найбільш поширених засобів досягнення цієї мети є модифікування [1-3].

Для підвищення якості виливка «Крильчатка» проводили модифікування TiCN в кількості 0,01% від маси розплаву. Ультрадисперсний модифікатор TiCN вводили у розплав при температурі 680°C за допомогою «колокольчика».

Технологія модифікування TiCN дозволяє:

- істотно підняти якість лиття;
- зменшити газову шпаристість і підвищити щільність виливків.
- підвищити механічні властивості виливків.
- проводити термообробку виливків.

Таблиця 1 - Механічні властивості й щільність литих сплавів (швидкість поршня 40 м/с)

Сплав	Заливання	Межа міцності на розтягання, МПа	Максимальне подовження, %	Твердість НВ	Щільність, г/см ³
АК7	Без модифікатора	235	3,2	78	2,715
	З модифікатором	276	6,0	80	2,736