

## **МЕТОДИ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІДЛИВОК ЛИТИХ РОБОЧИХ КОЛІС НАСОСІВ**

Робоче колесо насоса є одним із ключових елементів гідравлічної системи, від якого залежить ефективність та надійність агрегату. виготовлення литих робочих коліс вимагає точного дотримання технологічних процесів та вибору оптимального методу лиття, що забезпечує необхідну форму, міцність та герметичність виробу. У практиці лиття застосовують кілька методів виробництва таких деталей. Вибір методу лиття безпосередньо залежить від вимог ДСТУ 26645-85 , який регламентує допуски розмірів, маси та припуски на механічну обробку для литих заготовок. Нижче розглянуто основні їх.

Лиття в сирі піщано-глинисті форми (ПГС). Даний метод є традиційним та широко поширеним у ливарному виробництві. Суть методу полягає в тому, що форма виготовляється в основному із суміші кварцового піску, глини та води. Суміш зволожується, набуває пластичності і ущільнюється навколо модельного оснащення. Після вилучення моделі форму заливають розплавленим металом. Переваги методу полягають у низькій вартості матеріалів, простоті формування та швидкій підготовці одиничних та дрібносерійних виробів. До недоліків методу відносяться висока пористість виливків, обмежена точність та шорсткість поверхні, а також ймовірність газовиділення через наявність вологи у формі. Даний метод рекомендується для виготовлення великих та середніх робочих коліс насосів, у тих випадках, коли висока точність не є критично важливою. Відповідно до вимог ДСТУ 26645-85 , лиття в ПГС забезпечує 11–12 клас точності. На розмір 100 мм допуск похибки складає інтервал 5 мм, тобто 97,5-102,5 мм, а припуски на механічну обробку рекомендується призначати в межах 5-6 мм на бік, для робочих коліс діаметром від 300 мм [1] .

Лиття в холоднотвердіючі суміші (ХТС). Суть методу полягає у виготовленні ливарної форми із спеціальної суміші кварцового піску, смоли , затверджувача або каталізатора , яка твердне без термічної обробки при кімнатній температурі. Суміш ущільнюється навколо моделі, після чого відбувається її твердіння - форма стає готовою до заливки розплавленим металом [2]. До переваг даного методу відноситься більш висока точність розмірів та гладкість поверхні виливків порівняно з піщано-глинистими

формами, висока міцність форм, а також можливість автоматизації виробничого процесу. До недоліків методу можна віднести більш високу вартість матеріалів та необхідність дотримання заходів захисту навколишнього середовища через шкідливі складові смоли, що виділяються при заливці металу [3]. Цей метод широко застосовується для дрібно- та середньосерійного виробництва литих робочих коліс насосів, особливо в тих випадках, коли потрібно забезпечити підвищену точність геометрії та чистоту поверхні виливків. Відповідно до вимог ДСТУ 26645-85, лиття в холоднотвердіючі суміші забезпечує отримання виливків з 9–10 класом точності. На розмір 100 мм допуск похибки складає інтервал 3 мм, тобто 98,5-101,5 мм., а припуски на механічну обробку рекомендується призначати в межах 3-4 мм на бік, для робочих коліс діаметром до 300 мм.

Лиття в кокіль. Кокіль є багаторазовою металевою формою, в яку заливається розплавлений метал. Охолодження виливка відбувається завдяки високій теплопровідності стін кокіля, що забезпечує формування щільної структури металу та високу якість поверхні. До переваг методу належать висока точність розмірів та їх повторюваність, міцна та однорідна структура виливків, а також мінімальні припуски на подальшу механічну обробку. До недоліків методу відносяться висока вартість виготовлення кокілю, обмеження за складністю геометрії деталей, а також обмеження за температурою сплаву, що заливається. Лиття в кокіль широко використовується в масовому виробництві малих та середніх робочих коліс насосів, особливо якщо виріб виготовляється з алюмінієвих або мідних сплавів. Відповідно до вимог ДСТУ 26645-85, лиття в кокіль забезпечує отримання виливків з 5-7 класом точності. На розмір 100 мм допуск похибки складає інтервал 1 мм, тобто 99,5-100,5 мм, а припуски на механічну обробку рекомендується призначати в межах 1,5-2,5 мм на бік, для робочих коліс діаметром до 300 мм.

Точне лиття за моделями, що витоплюються (ЛВМ). Для цього методу використовується воскова модель, яка покривається вогнетривким матеріалом (шлікером) [4]. До переваг методу відносяться дуже висока точність розмірів, відмінна якість поверхні виливків, можливість виготовлення складних та тонкостінних конструкцій, а також мінімальні припуски на подальшу механічну обробку. До недоліків відносяться висока трудомісткість процесу, дорожня обладнання та обмеження за габаритами виробу - метод не підходить для великих деталей. Цей метод рекомендований для виробництва високоточних робочих коліс насосів складної геометричної форми, які експлуатуються у відповідальних вузлах та агрегатах. Відповідно до вимог ДСТУ 26645-85, то-

чне лиття за моделями, що виплавляються, забезпечує отримання виливків з 3–5 класом точності. На розмір 100 мм допуск похибки складає інтервал 0,3 мм, тобто 99.85-100,15, а припуски на механічну обробку рекомендується призначати в межах 1-1,5 мм на бік, для робочих коліс діаметром до 300 мм.

Усі розглянуті методи виготовлення виливків литих робочих коліс насосів мають свої технічні та економічні переваги. Однак аналіз показав, що для робочих коліс діаметром більше 300 мм доцільніше використовувати метод ХТС. Цей метод забезпечує високу точність виливків, відмінну чистоту поверхні, стабільну якість виробів, а також дозволяє скоротити обсяги механічної обробки та прискорити виробничий цикл. Лиття в ХТС підходить як для одиничного, так і для серійного виробництва та дає можливість впровадження сучасних автоматизованих процесів формування. Крім того, однією з ключових переваг ХТС є те, що метод дозволяє успішно відливати робочі колеса насосів з різних сплавів, таких як алюміній, бронза, чавун, сталь. Незалежно від обраного сплаву, для ХТС можна оптимально спроектувати літникову систему, що забезпечить отримання якісних виливків із мінімальною кількістю дефектів [5].

З урахуванням всіх техніко-економічних показників, лиття в ХТС є найбільш оптимальним та універсальним методом виготовлення більшості типів робочих коліс насосів діаметром більше 300мм, особливо на підприємствах, орієнтованих на стабільну якість та рентабельне виробництво.

## Література

1.Шелепко П. В. Виготовлення модельного комплексу оснастки в сучасному ливарному виробництві [Електронний ресурс] / [П. В. Шелепко, О. І. Пономаренко, М. М. Воробйов.](#) // Литво. Металургія. 2024 : матеріали 20-ї, 13-ї Ювілейної Міжнар. наук.-практ. конф., 28-30 травня 2024 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.]; заг. ред. О. І. Пономаренко. – Електрон. текст. дані.–Харків;Київ,2024.–С.283-284

2. Olga Ponomarenko, Nataliia Yevtushenko, Tatiana Lysenko, Vitalii Voronets, Stepan Yevtushenko, Pavlo Shelepko & Mikhailo Vorobyov. Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham.

3. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття / Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада

2024р. / відп. ред. В. Г. Іванов ; Нац. ун-т "Запорізька політехніка". – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

4. Пономаренко О. І., Радченко О. О., Євтушенко Н. С. Системний підхід до вирішення інженерної проблеми зниження газонасиченості сталі // Нові технології в машинобудуванні : матеріали тридцять четвертої Всеукр. конф., 4-7 вересня 2024, Харків, Україна : зб. наук. праць / Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ". – Харків : ХАІ, 2024. – С. 51-53.

5. OI Ponomarenko, SD Yevtushenko, NS Yevtushenko, TV Berlizieva, MM Vorobiov. Robust methods for controlling casting processes and the quality of castings. /4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 Kryvyi Rih, Ukraine, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1254 012007  
DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/012007

УДК 621.74.046

**О. Й. Шинський, І. А. Шалевська, П. Б. Калюжний,  
Ю. Г. Квасницька, О. В. Нейма, А. В. Шалевський**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

[into66@ukr.net](mailto:into66@ukr.net)

## **ОСОБЛИВОСТІ ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОДЕРЖАННІ РІЗНОВИДІВ АРМОВАНИХ СТАЛЕВИХ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Створення науково обґрунтованих новітніх технологій виготовлення оболонкових литих конструкцій з високими функціональними властивостями є актуальною задачею. Такі конструкції можуть виготовлятися методом лиття за моделями, що газифікуються, з використанням армувальних металевих та неметалевих матеріалів. Внутрішнє армування комбінованими неметалевими і металевими наповнювачами оболонкових литих конструкцій дозволяє зменшити вагу виробу та надати йому спеціальних властивостей, що дає можливість використовувати у захисних спорудах та пристроях.

Метою роботи було встановлення особливостей процесів заливання і тверднення різновидів сталевих оболонкових конструкцій, які армовано металевими і неметалевими матеріалами.