



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **59207** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
B22D 27/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПОДВІЙНОЇ ОБРОБКИ РІДКОГО МЕТАЛУ В ЛИВАРНІЙ ФОРМІ

1

(21) u201011799

(22) 05.10.2010

(24) 10.05.2011

(46) 10.05.2011, Бюл.№ 9, 2011 р.

(72) ФЕСЕНКО АНАТОЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ФЕ-
СЕНКО МАКСИМ АНАТОЛІЙОВИЧ

(73) ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА
АКАДЕМІЯ

(57) 1. Спосіб подвійної обробки рідкого металу в ливарній формі, що полягає в попередньому завантаженні модифікатора, лігатури або іншої добавки в спеціальні канали (порожнини), наприклад в проміжні проточні реакційні камери, ливникової системи на шляху руху металу до виливка, з наступним заливанням форми рідким металом через канали (порожнини) і розчиненням модифікатора, лігатури або іншої добавки в потоці розплаву, який **відрізняється** тим, що обробка розплаву проводиться послідовно різними за хімічним складом, функціональним призначенням і дією на розплав модифікуючими, легуючими або іншими добавками, розрахункова кількість кожної з яких попередньо розміщується в окремих, розташованих один за одним на шляху руху рідкого металу до виливка, каналах (порожнинах) ливникової системи, наприклад в проміжних проточних реакційних камерах.

2. Спосіб подвійної обробки рідкого металу в ливарній формі по пункту 1, який **відрізняється** тим,

2

що різні за хімічним складом, функціональним призначенням і дією на розплав порошкоподібні, зернисті або гранульовані модифікуючі, легуючі або інші добавки вводяться послідовно в розплав за допомогою пінополістиролових вставок із замішеними добавками.

3. Спосіб подвійної обробки рідкого металу в ливарній формі по пункту 1, який **відрізняється** тим, що різні за хімічним складом, функціональним призначенням і дією на розплав порошкоподібні, зернисті, гранульовані або брикетовані модифікуючі, легуючі або інші добавки вводяться послідовно в розплав за допомогою пінополістиролових вставок-оболонки, усередині яких розміщується розрахункова кількість вказаних добавок.

4. Спосіб подвійної обробки рідкого металу в ливарній формі по пункту 1, який **відрізняється** тим, що різні за хімічним складом, функціональним призначенням і дією на розплав порошкоподібні, зернисті, гранульовані або брикетовані модифікуючі, легуючі або інші добавки вводяться послідовно в розплав за допомогою газифікованих моделей із замішаними порошками, які вставляються в ливарну форму при формовці, і вони водночас виконують роль порожнин, наприклад проміжних проточних реакційних камер, у яких у процесі заливання забезпечується перемішування розплаву із частками добавок.

Корисна модель відноситься до галузі машинобудування, а саме до ливарного виробництва й може знайти застосування при обробці рідкого металу модифікаторами, лігатурами або іншими добавками в ливарній формі при виробництві виливків із заданою структурою й підвищеними механічними характеристиками.

Відомий спосіб модифікування чавуну безпосередньо в ливниковій системі ливарної форми ("Inmold-process"). Суть методу полягає в тому, що розрахункову кількість дрібнодисперсного модифікатора завантажують у спеціальну реакційну камеру ливникової системи ливарної форми на шляху руху рідкого металу до виливка. Під час заливання ливарної форми модифікатор у реак-

ційній камері пошарово розчиняється в струмені рідкого металу й переноситься в об'єм виливка. Таке модифікування впливає на процес кристалізації металу й призводить до суттєвої зміни структури й властивостей чавуну у виливках, у порівнянні із чавуном, що заливають у форму [1].

Найбільш близьким аналогом, обраним як прототип до способу, що заявляється, є спосіб модифікування чавуну, який полягає в додаванні в реакційну камеру модифікатора, з наступним заливанням крізь неї металу, коли з метою підвищення якості модифікування, модифікатор додають у реакційну камеру пошарово, причому в нижній шар додають модифікатор зі швидкістю розчинення меншою, ніж у модифікатора верхньо-

(13) **U**
(11) **59207**
(19) **UA**

го шару, маса якого дорівнює 5...30 % від загальної маси модифікатору [2].

Загальними суттєвими ознаками відомого способу й того, що заявляється, є попереднє завантаження модифікатора, лігатури або іншої добавки в спеціальні канали (порожнини), наприклад в проміжні проточні реакційні камери, ливникової системи на шляху руху металу до виливка, з наступним заливанням форми рідким металом через канали (порожнини) і розчиненням модифікатора, лігатури або іншої добавки в потоці розплаву.

Недоліками такого способу є труднощі дозування модифікуючих добавок, а також неможливість проведення подвійного модифікування розплаву різнорідними модифікуючими добавками із забезпеченням їх рівномірного засвоєння розплавом на протязі всього періоду заливки форми.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу внутрішньоформенної обробки рідкого металу для забезпечення відносно повного засвоєння модифікаторів, лігатур або інших добавок при подвійній обробці розплаву різними за хімічним складом, функціональним призначенням і дією на розплав модифікаторами, лігатурами або іншими добавками та для досягнення відносно рівномірного розподілу модифікуючих, легуючих і інших добавок в об'ємі виливка й отримання потрібної однорідної структури й підвищених механічних властивостей металу в виливках.

Поставлена задача вирішується тим, що подвійна обробка рідкого металу різними за хімічним складом, функціональним призначенням і дією на розплав модифікуючими, легуючими або іншими добавками проводиться безпосередньо в ливарній формі, коли розрахункова кількість різних добавок розміщується в окремих, розташованих одна за однією на шляху руху рідкого металу до виливка спеціальних порожнин, наприклад, проміжних проточних реакційних камерах, з наступним заливанням крізь них розплаву.

При цьому розрахункову кількість різних за хімічним складом, функціональним призначенням і дією на розплав дроблених зернистих, дрібнодисперсних порошкоподібних, гранульованих або брикетованих модифікаторів, лігатур або інших добавок розміщують у каналах ливникової системи (спеціальних порожнинах) ливарної форми, наприклад, у спеціальних реакційних камерах, розташованих одна за однією на шляху руху рідкого металу до виливка. Під час заливання ливарної форми потік (струмінь) рідкого металу послідовно проходить через вказані спеціальні канали (порожнини), наприклад, реакційні камери, у яких розміщені добавки, і розчиняє спочатку добавку, розміщену в першому по ходу руху потоку (струменя) розплаву ливниковому каналі, наприклад, в першій реакційній камері, а потім другий модифікатор, розміщений у другому по ходу руху потоку (струменя) розплаву до виливка каналі, наприклад, другій реакційній камері, й переносить (переміщує) частки модифікуючих, легуючих або інших добавок в об'єм виливка, взаємодіючи з ними.

Така внутрішньоформенна обробка розплаву (модифікування, легування, мікро легування й т. і.) впливає на процес кристалізації металу й призво-

дить до зміни структури й властивостей металу у виливках, у порівнянні з розплавом, що заливають у ливарну форму.

При цьому появляється можливість з урахуванням конкретних умов виробництва регулювати умови взаємодії розплаву з модифікуючими, легуючими або іншими добавками, підбираючи типи й розміщення у формі каналів, наприклад, реакційних камер, їхню форму й геометричні параметри, коефіцієнти заповнення каналів добавками, послідовність розміщення добавок відносно потоку (струменя) розплаву, довжину й переріз з'єднувальних каналів і інші параметри технологічного процесу.

Даний спосіб можливо застосовувати для подвійної обробки розплаву порошкоподібними, зернистими, гранульованими або брикетованими добавками, у тому числі для подвійного сфероїдизуючого та графітізуючого, зустрічного графітізуючого та карбідостабілізуючого, зустрічного сфероїдизуючого та карбідостабілізуючого й т. і. модифікування чавуну в ливарній формі.

Розглянемо спосіб на прикладі подвійної обробки сірого чавуну всередині ливарної форми сфероїдизуючою й карбідостворюючою й карбідостабілізуючою добавками, що підтверджує достатньо високу ефективність пропонованого способу обробки.

Приклад 1. Подвійну обробку сірого чавуну проводили всередині сирової піщано-глинистої ливарної форми карбідостабілізуючою й сфероїдизуючою добавками, які розміщувались в різній послідовності на шляху руху розплаву до виливка між стояком і живильником у спеціальних проточних реакційних камерах.

Об'єктом дослідження вибраний виливок циліндричної форми діаметром 25 мм і висотою 200 мм. Вихідний чавун близького до евтектичного складу виплавляли в індукційній тигельній печі типу ICT-006. В якості шихтових матеріалів використовували ливарний доменний чавун, сталевий брут, феросиліцій. Заливку ливарної форми проводили ручним конічним ковшем. Ливарні форми заливалися при температурах 1480, 1450 і 1420 °С.

Подвійну обробку чавуну всередині ливарної форми проводили за наступними технологічними варіантами:

1) перший варіант полягав у попередній обробці рідкого чавуну в першій по ходу руху розплаву реакційній камері сфероїдизуючою добавкою (модифікатором), з наступною вторинною обробкою в другій реакційній камері карбідостабілізуючою добавкою.

2) другий варіант полягав у первинній (попередній) обробці рідкого чавуну карбідостабілізуючою добавкою, розміщеною в першій реакційній камері, з наступною вторинною обробкою розплаву сфероїдизуючим модифікатором, розміщеним у другій реакційній камері.

У якості карбідостабілізуючої добавки застосовували - ферохром марки ФХ200 (70,0 % Cr; 2,0 % Si; 0,05 % P; 0,06 % S; решта Fe), а сфероїдизуючої добавки - феросіліціймагнієва лігатура VL63M виробництва Німеччини (аналог вітчизняного мо-

дифікатора ФСМг5), що містить 45 % Si, 5,9 % Mg, 2,0 % Ca, 0,7 % РЗМ, решта Fe. Модифікуючі добавки з розміром часток 1,0-2,5 мм у кількості 2,0 % від маси оброблюваного чавуну розміщалися усередині спеціальної оболонки, виготовленої з пінополістиролу, що вставлялася в разову ливарну форму, виконану з піщано-глинистої суміші, при її складанні.

Якість модифікування оцінювали по мікроструктурі, твердості й абразивній зносостійкості чавунних виливків.

Як свідчать результати проведених експериментальних досліджень, при подвійній обробці вихідного сірого чавуну спочатку сфероїдизуючим модифікатором VL63(M), з наступною обробкою усередині ливарної форми в реакційній камері з карбідостабілізуючою добавкою ФХ200 у структурі зразків спостерігається утворення кулястого графіту правильної (Шгф5) і неправильної (Шгф4) форми в перліто-феритній металевій матриці з балом П85Ф15. Розмір графітових включень відповідає балам Шгд25, Шгд15 і зменшується зі зниженням температури заливання вихідного чавуну в ливарну форму. Твердість таких зразків становить 300...310 НВ.

У випадку первісної обробки розплаву спочатку карбідостабілізуючою добавкою ФХ200 у першій реакційній камері ливникової системи ливарної форми, з наступною обробкою сфероїдизуючим модифікатором VL63M у другій реакційній камері, при температурі заливання ливарних форм розп-

лавом 1480, 1450 і 1420 (3 досліджувані зразки кристалізувалися з вибіленням. У структурі зразків, узятих для металографічних досліджень, спостерігається формування перліто-цементитної структури, із графітовими включеннями правильної (Шгф5) і неправильної (Шгф4) кулястої форми, розміром Шгд15 із твердістю зразків 320...340 НВ. Кількість цементитних включень збільшується зі збільшенням температури заливання вихідного чавуну.

Підвищення твердості чавуну у виливках після внутріформеної обробки сприятливо позначається на зносостійкості експериментальних зразків. В умовах експерименту первісна обробка карбідостабілізуючою добавкою ФХ200 з наступною обробкою сфероїдизуючим VL63(M) модифікатором забезпечує зменшення зношування досліджуваних зразків у порівнянні зі зразками з вихідного сірого чавуну на 20...30 %, а зразків після первісної обробки сфероїдизуючим VL63(M) і вторинною обробкою карбідостабілізуючим модифікатором ФХ200 на 10...15 %.

Джерела інформації:

1. McCauley J.L. Production of nodulagraphite iron casting by the in mold-process. - Foundry trade journal, 1971, № 4, p. 327-332, 335.

2. К.И. Ващенко, В.А. Косячков, П.П. Лузан. Способ модифицирования чугуна. Авт. св. СССР № 603667, кл. С21 С1/00. Заявл. 23.08.76, опубл. 25.04.78. Бюл. № 15.