

УДК 669.715.621.43

РОЗРОБКА СПОСОБУ ПОЗАПІЧНОГО МОДИФІКУВАННЯ МЕТАЛУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ

Гончаренко О.О. к.т.н., доц., Гончаренко Є.О. інженер, Коротун І.І. студент
(Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. П. Василенка)

Одним з найбільш поширених способів отримання високоміцного чавуну є спосіб, що полягає в обробці рідкого металу лігатурою з вмістом рідкоземельних металів. Експлуатаційні властивості виробів, що виготовляли за запропонованим способом, відповідають характеристикам якості високоміцного чавуну

Введення. Існуючі способи отримання високоміцного чавуну з кулястим графітом передбачають використання лігатур з різним вмістом Mg (NiMg, SiMg, CuMg) і PЗМ в різних поєднаннях.

Аналіз досліджень та постановка проблеми. Одним з найбільш поширених способів отримання високоміцного чавуну є спосіб, що полягає в обробці рідкого металу лігатурою з вмістом рідкоземельних металів 30-40%, кремнію 40-43%, алюмінію 7,5-8% в кількості 0,8-2,5% від маси рідкого чавуну [1], або в обробці тією ж лігатурою в кількості 0,8-1,5% від маси металу з вторинним модифікуванням феросиліцієм марки ФС75 в кількості 0,5-0,8% від маси металу[2].

Проте при цьому методі можливе перенасичення чавуну рідкоземельними металами понад 0,05-0,06% або кремнієм понад 3,0-3,5%, що призводить до змін в металевій матриці виливків і зумовлює різке зниження механічних властивостей чавуну. Наявність алюмінію зменшує частку кулястого графіту, а збільшує - вермеїкулярного, тобто сприяє демодифікуючому ефекту. Крім того, в такому чавуні не забезпечується тривалого ефекту модифікування при витримці в ковші, що є особливо важливим при відливанні послідовного ряду виробів з однієї плавки (ковша).

Іншим способом отримання високоміцного чавуну є обробка рідкого металу лігатурою з вмістом рідкоземельних металів, кремнію і магнію у кількості 1,5-1,8% від маси чавуну. При цьому, лігатура завантажується на дно ковша перед його заповненням розплавом і присипається сталеву стружкою [3]. Для реалізації цього способу як початкові умови потрібні низькосірчисті чавуни. Крім того, сталева стружка, що присипається, різко знижує температуру оброблюваного розплаву, лігатура повністю не розчиняється і не реагує з металом, спливає в шлак і легуючі елементи вигорають на повітрі. Таким чином, засвоєння модифікаторів складає менше ніж 50% [2].

Широке застосування знайшов спосіб внутрішньоформеної обробки

розплаву лігатурою із вмістом рідкоземельних металів, кремнію, магнію в кількості 1,4-1,6% від маси металу, що заливається у форму.

Вказаний спосіб вимагає суворого сортування металеві шихти по хімічному складу для можливості розрахунку маси внутрішньоформеної закладки лігатури. Така лігатура повинна мати суворо витриманий хімічний склад.

Лігатури, що виробляються зараз, з рідкоземельними металами характеризуються значним діапазоном відсоткового вмісту модифікуючих і супутніх елементів, які створюють додаткові труднощі в досягненні стабільності процесу отримання високоміцного чавуну з кулястим графітом за існуючим способом. Крім того, внутрішньоформене модифікування необхідно проводити при температурі чавуну, що заливається у форму, не нижче 1400°C, що у ряді випадків складно із-за характеристик наявного плавильного обладнання, а також спричиняє додатковий ризик отримання браку деталей по ряду ознак [4]. Даний метод складно використовувати при відливанні виробів малої маси і тонкостінних.

Мета. Достатньо стійким процесом є спосіб отримання високоміцного чавуну з кулястим графітом, що включає попереднє модифікування початкового чавуну магнієвмісними з'єднаннями і РЗМ 30%, кремнію 43%, алюмінію 8% і вторинне модифікування тією ж лігатурою [5]. Проте виробничий процес по вказаному патенту має позитивні результати лише при стабільному хімічному складі лігатури із вмістом рідкоземельних металів 30-35% і кремнію понад 40%, що не відповідає лігатурам, які виробляються в масових кількостях. Крім того, наявність Al сприяє демодифікуючому ефекту.

Найбільш кращі результати отримання високоміцного чавуну досягаються з початкового, який включає розплавлення шихти в плавильному агрегаті, доведення температури розплаву в печі до 1420- 1480°C, первинне модифікування його лігатурою в ковші, що містить рідкоземельні метали і кремній і вторинне модифікування [6]. При цьому, більш ефективно первинне модифікування слід проводити до появи ефекту перемодифікування чавуну з подальшим вторинним модифікуванням лігатурою тієї, що містить рідкоземельні метали, магній і кремній, а кількість лігатури первинного модифікування необхідно визначати по появі кулястого графіту в чавуні в ході додавання нових порцій рідкого металу [6]. Всі розглянуті способи введення лігатури первинного модифікування (найбільш дорогого матеріалу) припускають достатньо низький ступінь угару елементів. В той же час досягнення ефекту перемодифікування при первинному модифікуванні свідомо припускає перевитрату відповідної лігатури. Даний метод не включає використання при вторинному модифікуванні компонентів, які забезпечують достатньо тривалий період витримки металу в ковші перед розливанням, який необхідний для стабільного формування кулястого графіту в металі виробів, що проводяться при послідовній їх заливці.

Це можливо досягти способом, який підвищує стабільність процесу,

забезпечує однорідність структури і властивостей при отриманні високоміцного чавуну з кулястими включеннями графіту за рахунок, що включає розплавлення шихти в плавильному агрегаті, при забезпеченні температури до 1380 - 1420°C в ковші, використанням первинного модифікування лігатурою з вмістом магнію (будь-яким з перерахованих або їх поєднанням: NiMg, SiMg, CuMg) і добавкою рідкоземельних металів в ковші. Модифікатор укладають на дно ковша у стінки в спеціальну футеровану кишеню з вогнетривкої цеглини і прикривають феросиліцієм в кількості 45 - 60% від частки модифікатора. А потім після заповнення ковша металом на 1/2 проводять вторинне модифікування карбонатами барію і стронцію або лігатурою що їх містять (Supersid, Resied). При необхідності для коректування заданого складу додатково вводять FeSi і добавку графіту (електродний бій).

Використання такого способу модифікування дозволяє досягти практичної стабільності процесу отримання високоміцного чавуну з графітом кулястої форми як у великих, так і малих відливках при мінімізації браку по невідповідності необхідного складу чавуну.

Реалізацію цього способу проводили таким чином.

Первинний чавун виплавляли в мартенівській печі ємкістю 30 т. Після розплавлення метал перегрівали до 1420-1460°C, а в ковші температура має бути $t = 1380-1420^\circ\text{C}$. Первинний чавун в середньому містить вуглецю 2,8-3,5%, кремній 1,5-2,5%, марганець 0,4-0,7%, хром 0,2-0,6%, нікель 0,8-2,5, фосфору до 0,12%, сірки до 0,08%.

Залежно від відсоткового вмісту сірки і фосфору в початковому чавуні визначали частку лігатури, яка спочатку вносила на дно ковша біля стінки в спеціальну футеровану кишеню з вогнетривкої цеглини в кількості 0,6-1,4% від маси рідкого чавуну. Первинна лігатура містила 0,09-1,14% Mg і 0,5-1,5% рідкоземельних металів, 45-60% кремнію, фракцією до 6 мм. Через помітну нестабільність хімічного складу і тривалості витримки металу в ковші в об'ємі партій виробів, що вироблялися, потрібні стабільні властивості досягалися в процесі вторинного модифікування карбонатами Ba і Sr при вторинному модифікуванні, яке проводили при заповненні металом ковша на 1/2. Розрахункова кількість при вторинному модифікуванні складала 0,5-2 кг/т і подавалася на струмінь металу, що забезпечує рівномірне за об'ємом і цілковите засвоєння компонентів.

Злитий та модифікований в ковші метал відстоювали на протязі 4-10 хв для закінчення реакції і спливання шлаку. Потім, шлак, що сплив, знімали з поверхні рідкого чавуну і відбирали проби для заливки зразка для дослідів на злам, який оцінює якість металу.

Зразки для контролю механічних властивостей і структури відбирали від партії готових виробів.

Висновки. Експлуатаційні властивості виробів, що виготовляли за описаним способом, відповідали характеристикам якості високоміцного чавуну.

Використання запропонованого способу дозволяє досягти практичної

стабільності процесу отримання високоміцного чавуну з кулястим графітом. Розробка виконана для впровадження на базі Лутугінського науково-виробничого комбінату виробництва прокатних валків.

Список літератури:

1. Шумихин В.С., Кутузов В.П., Храмченков А.И. и др. Высококачественные чугуны для отливок - М.: Машиностроение, - 1982. - С. 157-158
2. Чуфирин Г.Б., Героцкий Б.А., Кирилов А.Ф. «Литейное производство». - 1987. - №1 - С.5.
3. З.Н. Корниенко, В.В. Венгер, А.Г. Панов «Литейное производство». - 1996. - №10, - С.19.
4. Чугун. Справочник под. ред. Шермана А.Д. и Жукова А.А. - М.: Металлургия, 1991. - С.290.
5. Патент РФ № 2156809, МПК⁷ С22 С37/04, опублик. 20.11.2000 р.
6. Патент РФ №2188240, МПК⁷С21с 1/10, С22с 37/04, опублик. 27.08.2002 р.

Аннотация

Разработка способа внепечной модификации металла при изготовлении высокопрочного чугуна

Гончаренко А.А., Гончаренко Е.А., Коротун И.И.

Одним из самых распространенных способов получения высокопрочного чугуна является способ, который заключающийся в обработке жидкого металла лигатурой с содержанием редкоземельных металлов. Эксплуатационные свойства изделий изготавливали по предложенному способу, соответствуют характеристикам качества высокопрочного чугуна

Abstract

Development of modification of metal furnace in the production of ductile iron

Goncharenko O.O., Goncharenko E.O., Korotun I.I.

One of the most common ways to get high iron there a way that is in the processing of liquid metal ligature containing rare earth metals. Operating properties merchandise produced by the proposed method meet the specifications as ductile iron