

Тяжёлая магнийсодержащая лигатура для сфероидизирующей обработки высокопрочного чугуна

Студент гр. 10405115 Шевчук В.Ю., гр. 10405418 Данилова А.И.
Научные руководители – Слуцкий А.Г., Кулинич И.Л.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В практике чугунолитейного производства всё большее применение находят качественно новые сплавы с изменённым состоянием высокоуглеродистых фаз и фаз металлической основы. К числу таких сплавов относятся и высококачественные чугуны с различной формой графитных включений, изменяющейся от пластинчатой в сером чугуне (СЧ) до шаровидной в высокопрочных чугунах (ЧШГ).

В настоящее время уровень развития способов получения этих сплавов очень низкий, и основная причина состоит в том, что подавляющее большинство чугунолитейных цехов оснащено вагранками, которые работают на холодном дутье. Поэтому инициаторами внедрения высокопрочных чугунов в машиностроение должны стать заводы, имеющие в своих литейных цехах электрические плавильные агрегаты.

В практике литейного производства широко используются различные способы получения ЧШГ. Это ковшевая обработка расплава металлическим магнием, различными магнийсодержащими лигатурами.

Основными технологическими операциями, обеспечивающими стабильное получение высокопрочного чугуна являются:

1. Процесс десульфурации, позволяющий за счет обработки исходного расплава специальными реагентами снизить концентрацию серы.
 2. Сфероидизирующая обработка – за счет введения в жидкий расплав магнийсодержащих модификаторов для формирования в структуре шаровидного графита.
 3. Вторичное графитизирующее модифицирование для получения отливок без отбела.
- Наряду с чистым магнием в практике производства ЧШГ используются различные лигатуры. По удельному весу различают тяжелые и легкие лигатуры [1].

Применение прогрессивных процессов плавки, а также рафинированных шихтовых материалов обеспечивает достаточно низкую концентрацию серы, что позволяет исключить процесс десульфурации. Основная технологическая операция по сфероидизации графита осуществляется различными методами с применением присадок, содержащих в своем составе магний.

Известно, что в чугунах с шаровидной и пластинчатой формой графита механизмы роста графито-аустенитной эвтектики существенно различаются. Если при кристаллизации серого чугуна пластинчатый графит является ведущей фазой и находится в постоянном контакте с расплавом, то при сферолитной кристаллизации включения графита окружены аустенитной оболочкой, что существенно тормозит их рост. Поэтому чугун с шаровидным графитом гораздо сильнее склонен к переохлаждению, приводящему к образованию цементита.

Согласно ГОСТ 7293-85 [2] средние значения углерода и кремния всех марок чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) близки и относятся к околоэвтектическим составам. Ориентация на высокий углеродный эквивалент связана с необходимостью обеспечения в отливках максимально низкой усадки и снижения склонности чугуна к отбелу. Поэтому вторичное модифицирование ЧШГ, позволяющее графитизировать сплав и исключить появление в литой структуре включений цемента, является неотъемлемой частью внепечной обработки жидких чугунов.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что подавляющее количество отливок из легированных сплавов производится лигатурным способом [3]. Например, растворение магния в другом металле или сплаве позволяет получать модификаторы (лигатуры) более

полно усваиваемые жидким чугуном. При лигатурном процессе значительно увеличивается коэффициент усвоения магния, что, в свою очередь, существенно стабилизирует процесс образования шаровидного графита. Компоненты, входящие в состав лигатур по функциональному назначению можно разделить на сфероидизаторы и дополнительные рафинирующие, регуляторы интенсивности протекания модифицирующей реакции, графитизаторы, легирующие и наполнители. Основное требование к наполнителям – это высокая растворимость в них основного элемента сфероидизатора. Чаще всего в качестве такого наполнителя используют сплавы железа с кремнием (легкие лигатуры) или никель, медь либо их сочетание (тяжелые лигатуры) [4].

Применение «тяжелых» магнийсодержащие лигатур позволяет не только сфероидизировать графит, но и получать перлитную металлическую матрицу, обеспечивающую высокий уровень эксплуатационных свойств.

Целью работы является повышение эффективности лигатур для внепечной обработки высокопрочного чугуна.

В основу технологии положен принцип механической воздействия, включающий прокатку порошкообразной смеси тяжелых металлов и магния в пластины различной толщины. При этом в составе смесей могут использоваться активные элементы, играющие роль графитизирующей присадки. Отличительной особенностью технологии от существующих аналогов является возможность формирования пластин лигатуры без использования специальной оболочки. Это позволяет существенно упростить процесс изготовления лигатуры и повысить эффективность ее растворения жидким чугуном при ковшевой обработке ЧШГ. Для этого были подобраны составы смесей на основе порошка меди и магния. Исходные компоненты лигатуры смешивались на специальной установке с использованием стальных шаров различного диаметра с последующим механическим воздействием в виде прокатки на горизонтальных валках. На рисунке 1 представлен общий вид лигатуры после прокатки.



Рисунок 1 – Магнийсодержащая лигатура

На следующем этапе проводились лабораторные испытания лигатуры при получении ЧШГ. В качестве основных шихтовых материалов использовали рафинированный доменный передельный чугун и стальной лом, что обеспечило получение в исходном расплаве минимальную концентрацию серы. Для сфероидизирующей обработки чугуна использовали лигатуры в виде пластин толщиной 2 мм в количестве 1,0 % от массы жидкого чугуна. Расчетное количество лигатуры вводили в предварительно подогретых ковш перед выпуском жидкого чугуна. После завершения сфероидизирующей обработки жидкий чугун разливали по литейным формам. Из полученных заготовок изготавливались образцы для изучения химического состава, механических свойств и микроструктуры.

Металлографический анализ показал, что такая величина добавки лигатуры обеспечивает получение перлитной металлической матрицы, в которой графит приобрел исключительно шаровидную форму. По механическим свойствам, полученный сплав соответствует марке ВЧ60.

Список использованных источников

1. Кирсанов, Б.А. Быстроохлажденный, гранулированный модификатор для получения высокопрочного чугуна / Б.А. Кирсанов, Слущкий А.Г. // Новые материалы и технологии их обработки: материалы X Респ. студ. научн.-техн. конф., Минск, 28 – 30 апреля 2009 г. / Белорус. нац. техн. ун-т : ред. кол.: Н.И. Иваницкий [и др.]. – Минск, 2009. – С.13 – 16.

2. Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки: ГОСТ 7293-85. – Введен 01.01.1987. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам: Издательство стандартов, 1985. – 6 с.

3. Леках, С.Н. Внепечная обработка высококачественных чугунов в машиностроении / С.Н. Леках, Н.И. Бестужев – Мн.: Наука и техника. – 1992. – 269 с.

4. Бурман, П.Н. Состояние и тенденции выпуска отливок за рубежом / П.Н. Бурман // Литейное производство. – 1992. – №11. – С. 33 – 36.