

Образование корочки и ее рост резко снижают приток атомов магния и легирующих элементов из покрытия. Кроме того, фронт кристаллизации выталкивает в жидкость одни элементы (Mg, Si) и захватывает другие (Cr, Mo, V). Этот сложный процесс перераспределения и определяет структуру поверхностного и переходного слоев отливки. С изменением скорости затвердевания отливки меняется скорость движения фронта кристаллизации, степень переохлаждения перед фронтом и процессы перераспределения сдвигаются либо в сторону большего захвата элементов, либо в сторону их оттеснения. Структура поверхностного слоя при этом изменяется.

Снижение температуры расплава замедляет диффузию магния и хрома (или Mo, V) в отливку. Значительное снижение скорости массопереноса в твердом металле поверхностного слоя определяет формирование относительно узкой переходной зоны б (рис. 1, з), за которой в направлении к центру отливки при кристаллизации образуется структура серого чугуна с пластинчатым графитом.

Если скорость перемещения фронта кристаллизации больше скорости переноса атомов легирующих элементов (интенсивное охлаждение отливки), легируемый поверхностный слой не образуется. Появляется лишь весьма тонкая (от 3...5 до нескольких десятков микрометров) легирующая корка δ вследствие диффузии элементов из покрытия в закристаллизовавшуюся отливку (рис. 1, д).

Знание механизма формирования поверхностного слоя облегчает выбор состава покрытия формы с целью повышения эксплуатационных свойств отливки.

УДК 669.131.622

С.П. КОРОЛЕВ, В.М. МИХАЙЛОВСКИЙ,
В.М. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук, К.Ф. МАСЮК (БПИ)

ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ МЕТОДОМ ВНУТРИФОРМЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ

Метод внутриформенной обработки находит широкое применение при получении чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) благодаря ряду преимуществ, связанных с улучшением санитарно-гигиенических условий производства, возможностью автоматизации процесса обработки расплава, исключением отбела в тонкостенных отливках.

Исследовалась* возможность использования данного процесса для модифицирования чугуна с вермикулярным графитом (ЧВГ), технология получения которого имеет более жесткие ограничения по сравнению с технологией получения ЧШГ. Базовый чугун, который выплавлялся в лабораторной индукционной печи ЛПЗ-67 с использованием литейного чугуна ЛЗ (ГОСТ 4832-80), имел следующий химический состав: С — 3,6...3,9%; Si — 1,8...2%; Mn — 0,5...0,7%; S — 0,035...0,04%. Внутриформенную обработку осуществ-

* Работа выполнялась под руководством канд. техн. наук С.Н. Лекаха.

Табл. 1. Состав лигатур

Лигатура	Содержание элементов, % (по массе)						
	Mg	Ca	Al	Si	Σ РЗМ	Fe	Ti
ФСМг7	6,5...8,5	0,2...1	1,2	45...55	0,3...1	Ост.	—
ФСМг3	2,0...4	1...1,5	1,5	60	6,0...9	Ост.	4

ляли в специальной составной литейной форме при температурах 1390...1460 °С с лигатурами ФСМг7 и ФСМг3 (ТУ 14-5-134-86) (табл. 1).

Литейная форма изготавливалась из ХТС и включала модифицирующий блок с реакционной камерой, установленный на рабочую форму, в которой последовательно заполнялись шесть отливок ступенчатых плит с толщиной ступеней 10, 30, 45 мм, а также три цилиндрических образца диаметром 30 мм.

Размеры реакционной камеры определялись по методике, используемой для расчета литниковой системы при внутрiformенном модифицировании ЧШГ. Площадь сечения каналов на входе в реакционную камеру и выходе из нее составляла соответственно 6 см² и 3,14 см², что обеспечивало средний массовый расход расплава 2...2,3 кг/с при продолжительности заполнения формы 17...19 с. Для получения в опытных отливках структуры высокопрочного чугуна расход модификатора ФСМг7 фракции 1...5 мм составлял 1 % (по массе) металлоемкости формы при площади горизонтального сечения реакционной камеры 7,8 см².

Одним из способов получения графита вермикулярной формы в чугуне является уменьшение расхода модификатора, т.е. создание условий неполной сфероидизации графитных включений. Для достижения указанной цели последовательно уменьшали площадь горизонтального сечения реакционной камеры до 50 % при прочих равных условиях заливки форм.

Результаты исследований при использовании лигатуры ФСМг7 представлены на рис. 1, а. Из приведенных данных следует, что кристаллизация графита вермикулярной формы (в соответствии с ГОСТ 3443-87) происходит в очень узком интервале площадей горизонтальных сечений реакционных ка-

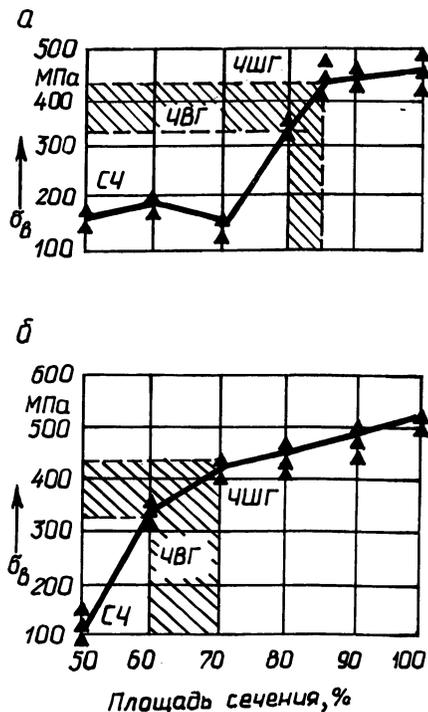


Рис. 1. Влияние площади горизонтального сечения реакционной камеры на форму графита и свойства чугуна при обработке:
а — лигатурой ФСМг7; б — лигатурой ФСМг3

мер (80...85 %). При меньших размерах площадей реакционных камер в структуре чугуна образуется графит переохлажденной эвтектики.

Известно, что применение редкоземельных металлов и элементов-деглобуляризаторов позволяет стабилизировать процесс получения ЧВГ [1, 2]. Поэтому для более эффективной обработки и расплава использовали лигатуру ФСМгЗ с пониженным содержанием магния, повышенным содержанием редкоземельных металлов и титана (табл. 1). При подборе оптимального состава лигатуры исходили из следующих соображений: магний используется для рафинирования расплава от серы и кислорода, а вермикулярная форма графита достигается с помощью РЗМ. Применение данной лигатуры для внутрiformенного модифицирования оказалось более эффективным с точки зрения стабилизации технологии. Область образования графита вермикулярной формы смещена в сторону меньших площадей реакционных камер. Характерной особенностью процесса модифицирования с использованием лигатуры ФСМгЗ является значительное расширение пределов площадей горизонтальных сечений реакционных камер, при которых устойчиво образуется графит вермикулярной формы, что свидетельствует о стабилизации технологии получения ЧВГ (рис.1, б).

Полученные результаты показали принципиальную возможность применения процесса внутрiformенной обработки расплава для получения чугуна с графитом вермикулярной формы с использованием низкомагниевых с РЗМ и Ti лигатур.

Опытные плавки при модифицировании в форме металлоемкостью 720 кг подтвердили лабораторные исследования, показав возможность получения отливок из ЧВГ с использованием модификаторов данного типа. Однако в сравнении с технологией внутрiformенного модифицирования чугуна с шаровидным графитом данный процесс отличается большей чувствительностью к изменению технологических режимов модифицирования, главными из которых являются температура заливки металла и содержание серы в исходном чугуне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров Н.Н., Мильман Б.С., Андреев В.В., Соленков В.Т. Современные способы получения и свойства высокопрочных чугунов // Технология, организация пр-ва и управления. – 1977. – № 37. 2. Захарченко Э.В., Левченко Ю.Н., Горенко В.Г., Вареник П.А. Отливки из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. – Киев, 1986.

УДК 621.74.043

Г.Ф. АНДРЕЕВ, Д.Н. ХУДОКОРМОВ, д-р техн. наук,
В.А. ШЕЙНЕРТ, А.А. НИКИФОРОВ (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЗДНЕГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЧУГУНОВ И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ МОДИФИКАТОРОВ

Известно, что наибольший эффект как графитизирующего, так и сфероидизирующего модифицирования чугуна наблюдается в первые моменты (до 3...5 мин) после усвоения модификатора расплавом. Причем эффект супермодифицированного состояния сохраняется в первые 3...20 с, после ввода