

шение износостойкости высокопрочного чугуна путем легирования карбидообразующими элементами или путем кристаллизации при более высоких скоростях охлаждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К л ю ч н и к о в С.И. Ковка и штамповка чугуна // Кузнечно-штамповоч. пр-во. — 1961. — № 3. 2. Износостойкие деформируемые чугуны / Ю.Т. Антонышин, Л.Р. Дудецкая, В.И. Гуринович, А.И. Покровский: Информлисток БелНИИНТИ. Сер. 55.09.31. — 1987. — № 87-104.

УДК 621.74:669.131

С.С. ГУРИН, Г.И. КЛЕЩЕНОК, кандидаты техн. наук,
В.О. СТРУЧКОВ (БПИ)

СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕГИРОВАННОГО СЛОЯ С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ

При поверхностном модифицировании магнием тонкостенных чугунных отливок получение слоя с шаровидным графитом затруднено из-за большой скорости кристаллизации заливаемого расплава. Быстрое образование корочки затвердевшего металла на поверхности отливки практически полностью исключает приток атомов из покрытия, так как скорость массопереноса магния в твердом металле на несколько порядков ниже, чем в жидком. Повышение эффективности процесса можно обеспечить введением в модифицирующий состав экзотермических добавок на основе алюминия и оксидов хрома, молибдена и ванадия. При этом в результате протекания восстановительных реакций происходит разогрев зоны контакта покрытие — металл и легирование поверхностного слоя отливки элементами, восстановленными из оксидов. В зависимости от толщины образующегося слоя и степени его легированности изменяется количество, размер и форма графитных включений, а также физико-механические свойства поверхности отливки. Процесс формирования на чугунных отливках легированного слоя с шаровидным графитом при использовании модифицирующих покрытий с фтористым магнием и экзотермической добавкой на основе алюминия и оксидов хрома, молибдена и ванадия схематично по стадиям можно представить следующим образом (рис. 1).

В процессе заливки металла 4 в форму 1 и в течение некоторого времени после ее заполнения происходит прогрев компонентов модифицирующего покрытия 2 до температуры начала экзотермической реакции. Время достижения этой температуры зависит от массы отливки и толщины покрытия, а также температуры заливки. С увеличением массы отливки и температуры заливки, а также уменьшением толщины покрытия продолжительность прогрева сокращается.

После заполнения металлом полости литейной формы в течение прогрева покрытия может образоваться корочка затвердевшего металла 3 толщиной δ (рис. 1, а). При достижении температуры начала экзотермической реакции между компонентами добавки начинается взаимодействие, приводящее к вы-

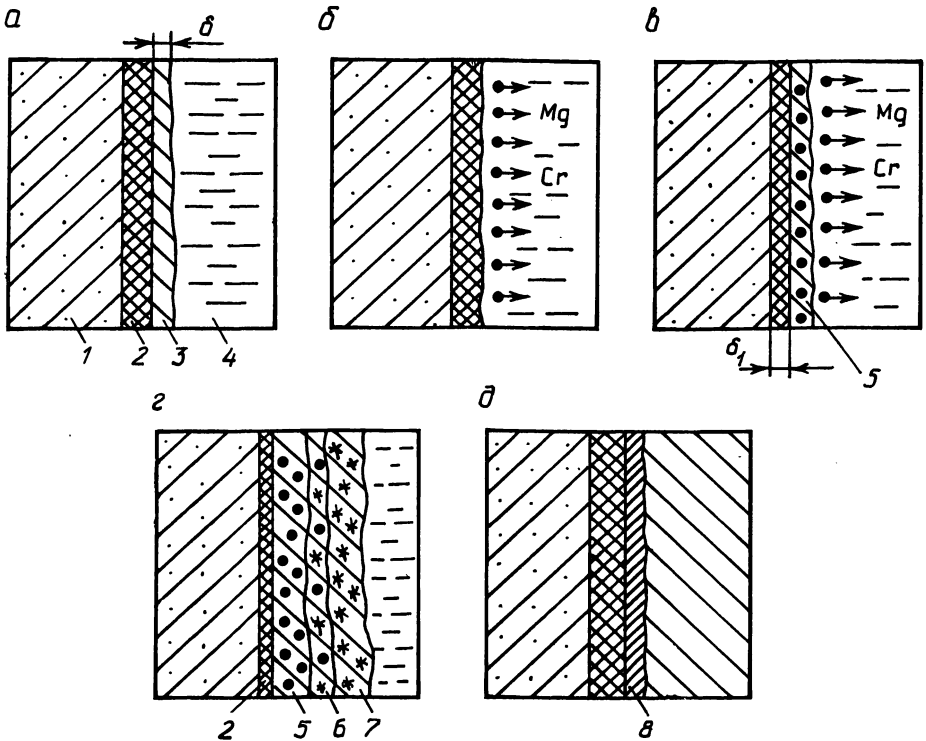


Рис. 1. Схема формирования легированного слоя с шаровидным графитом при поверхностном модифицировании отливок:

1 – литейная форма; 2 – модифицирующее покрытие; 3 – корка твердого металла; 4 – жидкий металл; 5 – слой с шаровидным графитом; 6 – переходная зона; 7 – фронт кристаллизации серого чугуна с пластинчатым графитом; 8 – легированная корка

делению большого количества теплоты. За счет этой теплоты и ее притока из сердцевины отливки покрытие разогревается до температур начала протекания восстановительных процессов, приводящих к выделению активного атомарного магния и легирующего элемента. Повышение температуры в зоне контакта покрытие – отливка приводит к расплавлению корочки (рис. 1, б). Это активизирует процессы массопереноса, в результате чего магний и хром (или Mo и V) начинают проникать в металл.

При достаточно высокой температуре заливки и большой массе отливки первая предкристаллизационная корочка может не образовываться. Тогда массоперенос магния и легирующих элементов начинается раньше, минуя первый этап.

При понижении температуры до температуры ликвидус на поверхности отливки начинается кристаллизация твердой корочки 5 толщиной δ_1 с образованием включений графита шаровидной формы (рис. 1, в). С данного момента определяющими являются процессы массопереноса, протекающего перед фронтом кристаллизации.

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.