

МОДИФИЦИРОВАНИЕ МАГНИЕВОГО ЧУГУНА  
ГРАФИТИЗИРУЮЩИМИ ПРИСАДКАМИ

Широкое применение магниевого чугуна для производства тонкостенного литья сдерживается отсутствием эффективных графитизирующих присадок.

В работе изучалось влияние комплексных модификаторов на основе ферросилиция ФС75 на склонность к отбелу и механические свойства высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

Чугун (3,53% С, 3,02% Si, 0,35% Mn, 0,1% P, 0,05% Cr, 0,029% S) плавился в индукционной печи ИСТ 0,06 с кислой футеровкой. Обработку чугуна железомагниевогой лигатурой производили в 10 кг при температуре 1480°C. Для вторичного модифицирования применялись механические смеси из ферросилиция ФС75, силикомишметалла (30–33% РЗМ, 47–49% Si, 4,2–4,5% Al, 1,8–3,0% Ca) и черного графита, составленные в различных комбинациях и соотношениях. Механическую смесь с фракцией 0,6–1,5 мм вводили под струю металла при переливе в предварительно разогретый разливочный ковш при температуре 1380–1420°C.

При исследовании структуры и механических свойств чугуна образцы диаметром 30 мм и длиной 350 мм заливались в сырую песчаную форму. Склонность чугуна к отбелу контролировалась с помощью клина (ширина 25 мм, высота 55 мм) в сухой песчаной форме.

Для выбора оптимального состава комплексной графитизирующей присадки были проведены эксперименты по отдельному вводу силикомишметалла и ферросилиция в количествах от 0,1% до 1,0% от веса чугуна. Введение присадки графита не эффективно ввиду его низкой плотности ( $\rho = 1,9\text{--}2,3 \text{ г/см}^3$ ) и нестабильности усвоения чугуном, с этой точки зрения целесообразнее использовать силикомишметалл ( $\rho = 5 \text{ г/см}^3$ ).

Влияние графитизирующих присадок на физико-механические свойства магниевого чугуна показаны на рис. 1, 2. При вводе в чугун силикомишметалла наибольшее графитизирующее действие было получено при величине присадки ( $P_p$ ) 0,1%, а дальнейшее увеличение добавки силикомишметалла вызывало повышение склонности чугуна к отбелу ( $h_o$ ). Использование ферросилиция в количестве 1% привело к уменьшению глубины отбела с 55 мм в исходном чугуне до 0 мм.

Таким образом, из опробованных присадок полное устранение отбела в магневом чугуне возможно лишь при введении 1% ферросилиция. Однако введение таких больших количеств графитизирующих присадок крайне

нежелательно, так как значительно понижается температура жидкого чугуна. Уменьшить величину вводимой добавки можно только путем создания комплексной графитизирующей присадки.

В основу комплексной присадки решено взять оптимальное содержание силикомишметалла 0,1% и переменное количество ферросилиция. Как видно из графика на рис. 1 (кривая 3), добавка 0,1% силикомишметалла и 0,4% ферросилиция снизила глубину отбела с 55 мм до 0,5 мм. Кроме того, комплексная присадка по сравнению с ферросилицием обеспечивает более высокий (на 6–10%) предел прочности на изгиб.

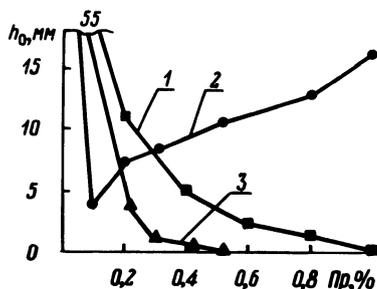


Рис. 1. Влияние вторичного модифицирования на склонность к отбелу высокопрочного чугуна:

1 — ферросилиций ФС75; 2 — силикомишметалл СММ; 3 — ферросилиций ФС75 + 0,1% СММ.

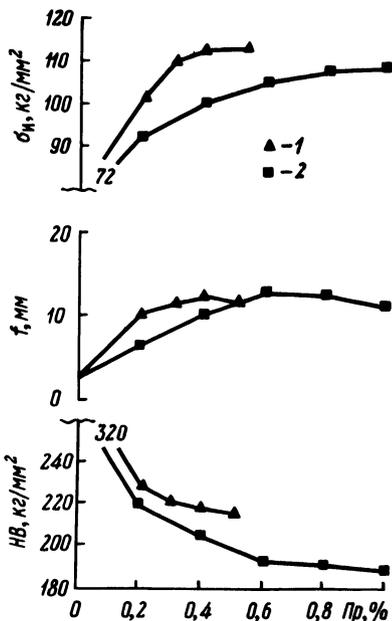


Рис. 2. Влияние вторичного модифицирования на физико-механические свойства высокопрочного чугуна:

1 — ферросилиций ФС75 + 0,1% СММ; 2 — ферросилиций ФС75.

Следовательно, наибольшее графитизирующее и упрочняющее действие получено при обработке магниевого чугуна 0,5% комплексного модификатора, содержащего в своем составе 20% силикомишметалла и 80% ферросилиция ФС75, который полезен и тем, что снижает действие антиглобуляризаторов и позволяет вводить в качестве сфероидизирующей добавки чистый магний, а не сплав магния с церием.

Опытная проверка разработанного модификатора проводилась в литейной лаборатории Минского автомобильного завода. Наряду с заливкой образцов для испытания физико-механических свойств чугуна проверялась склонность чугуна к отбелу с помощью специальной пробы, которая представляет собой тонкую пластину толщиной 4 мм и двух ступеней высотой 14 и 24 мм. Расстояние между ступенями 55 мм и общая длина пластины 110 мм. Конфигурация пробы позволяла с достаточной точностью воспроизвести условия формирования структуры в реальных тонкостенных отливках из магниевого чугуна с шаровидным графитом. Эффективность действия модификатора определялась площадью, занимаемой структурно-свободным цементитом в сечении тонкой стенки между двумя утолщениями. Так, в сечении тонкой стенки полностью отсутствовал структурно-свободный цементит при добавке 1% ферросилиция ФС75, а использование комплексной присадки позволило получить такой же результат при вдвое меньшей величине добавки (0,1% силикошиметалла и 0,4% ферросилиция ФС75). Следовательно, комплексная присадка не только меньше захламляет чугун при обработке, но и сокращает продолжительность обработки.

УДК 621.745.34

*В.М.Королев, И.Ю.Сапонько, Е.В.Герливанов,  
В.М.Попов, А.П.Жуков, О.Д.Бунаков, А.И.Мерзляков*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА В ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ШИХТЕ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ**

Значительные перспективы для упрощения технологии получения высокопрочного чугуна открывает применение в качестве шихтового материала низкосернистых науглероженных металлизированных окатышей.

Разработка технологии производства чугуна в дуговых электрических печах на основе шихты, включающей окатыши, проводилась в литейных цехах Минского автомобильного завода и завода "Ижтяжбуммаш". Металлизированные окатыши вводились в состав шихты взамен стального лома и доменного чугуна.

При получении чугуна с высоким содержанием углерода плавки проводились в литейном цехе № 30 завода "Ижтяжбуммаш" в дуговой электропечи емкостью 25 т. Футеровка печи — основная. Металлическая часть шихты состояла из литейного чугуна марки ЛК-4, металлизированных окатышей и возврата собственного производства. Металлизированные окатыши, полученные на Белорещком металлургическом комбинате, имели следующий