

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СФЕРОИДИЗИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ  
ЧУГУНА \*

В работах [1, 2] показано, что предварительная обработка расплава РЗМ повышает стабильность последующего внутрiformенного модифицирования магнием за счет рафинирования расплава. Исследования данного процесса проводили с использованием метода ЭДС, хорошо зарекомендовавшим себя при анализе активности кислорода в сталях. ЭДС, возникающую в кислородно-концентрационном элементе с твердым электролитом состава (массовая доля): 83 %  $ZrO_2$  и 17 %  $Y_2O_3$  и электродом сравнения 9 % Mo и 1 %  $MoO_2$ , измеряли высокоомным цифровым вольтметром.

Активность кислорода  $a_0$  рассчитывали по формуле

$$\lg a_0 = 2,685 - \frac{10,087 + 5661}{T},$$

где  $T$  — температура металла, К.

Плавка чугуна, содержащего 3,2–3,4 % С и 2,2–2,6 % Si, осуществлялась в силитовой печи сопротивления из материалов промышленной степени чистоты, что обеспечивало исходное содержание серы в пределах 0,04 %. Предварительная обработка расплава осуществлялась алюминием, ферроцерием и силикобанием (15 % Ва). Последующее модифицирование проводилось в тигле железо-кремний-магниевого лигатуры (7 % магния).

Обработка расплава алюминием, церием и барием приводит к снижению активности кислорода (рис. 1, а). Причем присадки ферроцерия и силикобария, составляющие до 0,5 % массы расплава, снижают активность растворенного кислорода более чем в 3 раза. Сравнение экспериментальных значений активности кислорода с расчетными равновесными по реакциям с углеродом и кремнием в исходном чугуне показывает, что в условиях плавки на воздухе расплав пересыщен по кислороду. Ввод алюминия и других раскислителей сопровождается снижением  $a_0$ .

При этом оценка константы раскисления чугуна алюминием  $K_{Al} = a_{Al}^2 \cdot a_0^3$  выполнялась с учетом зависимости активности алюминия ( $a_{Al}$ ) от состава чугуна и расхода алюминия на раскисление сплава по методике [2] в предположении отсутствия вторичного окисления алюминия:

$$K_{Al} = f_{Al}^2 \left( [Al]^H - \frac{2M_{Al} \Delta a_0}{3M_o f_o} \right)^2 (a_0^P)^3,$$

где  $f$  — коэффициент активности элементов в чугуне;  $\Delta a_0$  — изменение активности кислорода при раскислении, равное разности начальной активности кислорода ( $a_0^H$ ) и конечной ( $a_0^P$ );  $[Al]^H$  — добавка алюминия в сплав;  $M_{Al}$  и  $M_o$  — соответствующие атомные массы.

\* Исследования выполнены под руководством д-ра техн. наук Д.Н.Худокормова и канд. техн. наук С.Н.Лекаха.

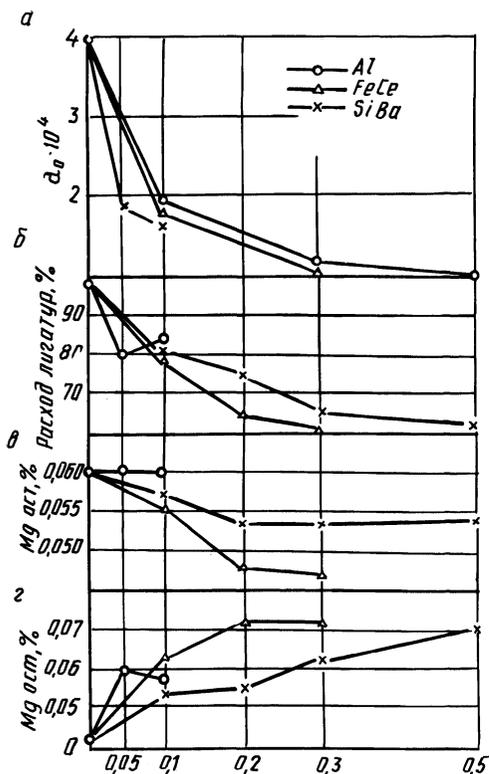


Рис. 1. Влияние предварительного рафинирования на степень раскисления расплава и на параметры сфероидизирующей обработки: —x— Al; —Δ— FeCe; —o— SiBa

(рис. 1, г). Отмечено также, что ферроцерий и силикобарий приводят к снижению критической концентрации, когда образуется шаровидный графит (рис. 1, в). По-видимому, это связано с тем, что Ba и Ce, помимо раскисления и десульфурации расплава, способствуют сфероидизации включений графита.

Исследования показали, что предварительная обработка расплава активными добавками позволяет повысить эффективность сфероидизирующей обработки чугуна магнием.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Повышение стабильности получения отливок из высокопрочного чугуна/С.Н. Лекаш, Ю.В. Мищенко, Д.Н. Худокормов, Н.И. Бестужев. — Литейное производство, 1982, № 6, с. 9–10.
2. Худокормов Д.Н., Лекаш С.Н., Мищенко Ю.В. Влияние РЗМ на сфероидизирующее модифицирование чугуна магнием в литейной форме. — Изв. вузов. Черная металлургия, 1984, № 1, с. 111–114.

По-видимому, присадки активных по отношению к кислороду элементов (Al, Ba, Ce) способствуют за счет образования взвеси тугоплавких оксидов осаждения на них включений  $\text{SiO}_2$  из пересыщенного кислородом расплава. При обработке Ce и Ba параллельно с раскислением может идти и процесс десульфурации.

Оценка влияния предварительной обработки расплава на процесс последующего сфероидизирующего модифицирования магнием производилась путем анализа структуры чугуна, полученного при возрастающих присадках железо-кремний-магниевого лигатуры. Критерием служили минимальный расход лигатуры, обеспечивающий образование шаровидного графита, и степень усвоения магния. Результаты представлены на рис. 1, б–г.

Предварительная обработка расплава ферроцерием и силикобарием (0,1–0,5 %) снижает на 10–30 % критический расход магниевого лигатуры. Причем при равном расходе лигатуры предварительная обработка всеми исследованными присадками способствует повышению степени усвоения магния