

Г.А. Анисович, В.Ф. Бевза,  
З.Д. Павленко, Е.М. Марукович

## ВЛИЯНИЕ СУРЬМЫ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ НЕПРЕРЫВНОГО НАМОРАЖИВАНИЯ

Одним из наиболее простых и дешевых методов стабилизации перлита в отливках является легирование чугуна сурьмой. Однако при определенных концентрациях сурьма приводит к снижению прочности. В связи с этим были проведены исследования по определению влияния сурьмы на структуру и свойства чугуновой отливки, полученной методом непрерывного намораживания.

Исходный чугун имел следующий состав: 3,2–3,4% С; 1,9–2,1% Si; 0,5–0,7% Mn; 0,2–0,3% P; 0,1% S. В качестве шихты для получения чугуна применялись передеельный М1 и литейный ЛК-2 чугуны, сталь 45, 45%-ый ферросилиций, 75%-ый ферромарганец, металлическая сурьма. Расплав перед заливкой модифицировался силикошиметаллом в количестве 0,05–0,1% при температуре 1380–1400°C. Отливки получали при оптимальных технологических параметрах с постоянной толщиной стенки 14–15 мм.

Микроструктурный анализ исходного чугуна показал, что на наружной поверхности отливки присутствует междендритный графит. Во внутренней зоне включения графита крупные, прямолинейные и завихренные по форме. В средней зоне по сечению отливки графит имеет промежуточные формы и размеры между наружным и внутренним слоями. Основой структуры чугуна является мелкодисперсный перлит.

В наружной зоне заготовки присутствует до 50% феррита в виде феррито-графитного эвтектоида и свободных включений. С переходом во внутренние слои заготовки количество феррита падает до 15%, появляются отдельные включения фосфидной эвтектики. Плотность чугуна опытных заготовок выше плотности чугуна такого же химического состава, отлитых в кокиль и в землю. Твердость опытных заготовок составляет не менее 200 НВ, предел прочности на разрыв 30–32 кг/мм<sup>2</sup>, а при литье в землю – соответствен о 170 – 180 НВ и 15 – 18 кг/мм<sup>2</sup>.

Для определения оптимального химического состава чугуна, легированного сурьмой, позволяющего получать заготовки с высокими физико-механическими свойствами, был применен метод математического планирования экспериментов. В качестве параметров оптимизации были выбраны: количество перлита

(в процентах) в средних слоях отливки ( $y_1$ ), твердость ( $y_2$ ), предел прочности на разрыв ( $y_3$ ). Среди изменяющихся факторов варьировали содержание сурьмы ( $x_1$ ), кремния ( $x_2$ ), марганца ( $x_3$ ), силикометалла ( $x_4$ ), температуру ввода модификатора ( $x_5$ ), температуру заливки ( $x_6$ ). Получены линейные уравнения регрессии:

$$y_1 = 90,94 + 2,81x_1 - 1,06x_2 + 2,69x_3 - 1,44x_4 + 1,31x_5; \quad (1)$$

$$y_2 = 247,7 + 5,5x_1 - 3,0x_2 + 6,25x_3 + 3,25x_5 + 4,0x_6; \quad (2)$$

$$y_3 = 35,7 - 1,22x_1. \quad (3)$$

Оптимальные структура и свойства были получены при содержании в чугунах  $Sb - 0,1\%$ ;  $Mn - 0,7\%$ ;  $Si - 2,0\%$ ;  $СММ - 0,05\%$ , температуре модифицирования  $1400^\circ C$  и температуре заливки  $1300^\circ C$ . Заготовки с высокими физико-механическими свойствами и перлитной структурой можно получить и при содержании сурьмы  $0,06 - 0,07\%$ , но при повышенном количестве марганца. Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты металлографического анализа и испытаний механических свойств заготовок из чугуна с добавками сурьмы

Si, %	Mn, %	Sb, %	HВ	$\sigma_{B,2}$ кг/мм	Количество феррита по зонам отливки, %		
					наруж- няя	сред- няя	внут- ренняя
1	2	3	4	5	6	7	8
1,7 - 1,9	0,7	0	220	32	25	10	8
		0,05	242	38	10	5	~3
		0,1	248	35	8	~3	Следы
		0,15	250	34	7	~2	0
2,1 - 2,3		0	230	32	50	35	15
		0,05	240	36	20	7	~3
		0,1	241	35	10	~3	Следы
		0,15	242	34	8	Следы	0

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
1,7 - 1,9	1,0	0	230	32	12	8	5
		0,05	240	37	8	5	~2
		0,1	250	36	7	~2	Следы
		0,15	255	34	5	Следы	0
2,1 - 2,3		0	230	32	30	10	5
		0,05	240	38	10	5	~3
		0,1	251	37	8	~2	Следы
		0,15	255	35	7	Следы	0

Таким образом, проведенные исследования показали, что легирование чугуна сурьмой обеспечивает возможность получения методом непрерывного литья намораживанием заготовок типа втулок с заданной структурой и физико-механическими свойствами.

А.М. Дмитриевич, О.С. Комаров,  
В.Д. Тульев

#### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ДИСПЕРСНОСТЬ СТРОЕНИЯ ГРАФИТА ЭВТЕКТИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК

Исследование зависимости дисперсности строения графитного скелета эвтектических ячеек от скорости охлаждения и вида обработки расплава проводилось по следующей методике. Расплавы чугуна, содержащий 3,67% С, 1,83% Si, 0,60% Mn, 0,03% S, 0,05% P заливался в формы, изготовленные из различных материалов. Были использованы медный и чугунный кокили, футерованный кокиль с толщиной покрытия 3 мм, сырая и сухая формы. Отливкой служила плита с размерами 200x150x25мм. В центре каждой плиты устанавливалась платино-платинородиевая термопара, изготовленная из проволоки диаметром 0,5мм. Термопары были защищены кварцевыми наконечниками. Изменения температуры охлаждения плит записывались электронным многоточечным потенциометром. По полученным кривым охлаждения определялись скорости охлаждения образцов. Плиты разрезались в местах установки горячих сплав термопар для приготовления микрошлифов.

Дисперсность строения графитного скелета эвтектических ячеек оценивали с помощью величины межпластинчатых