

**Бачинский Ю.Д., Бубликов В.Б.**  
(ФТИМС НАН України, г. Киев)

## **ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КРЕМНИЯ В FeSiMg ЛИГАТУРЕ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА**

При получении шаровидных включений графита в чугунах для обработки исходного расплава применяют преимущественно магнийсодержащие лигатуры, в большинстве которых содержание кремния находится на уровне 43...48%. Такое содержание кремния является достаточным для формирования повышенного количества стабильных силицидов химически активных элементов (Mg, Ca, Ce, и др.), которые выступают центрами инокуляции и роста шаровидного графита. При производстве тонкостенных отливок металлоемкость форм оказывается небольшой, в результате чего сокращается длительность заливки одной литейной формы до 5...10 с. Разрабатываемые применительно к указанным условиям процессы модифицирования в предкристаллизационном периоде должны быть малоинерционными, что ставит задачу разработки высокоэффективных быстрорастворимых модифицирующих сплавов.

На основе проведенных исследований фазового состава FeSiMg лигатуры изучения их влияния на структурообразование высокопрочного чугуна разработана и запатентована железо-кремний-магниева лигатура с высоким содержанием кремния (60%). Структура такой лигатуры состоит из ~69% FeSi<sub>2</sub>, также присутствуют 22,5% кремния и ~9% Mg<sub>2</sub>Si.

Модифицирование высококремниевой лигатурой ФСМг7 в количестве 1,0% от массы расплава обеспечивает в стенке толщиной 2,0 мм получение высокопрочного чугуна с феррито-перлитной металлической основой (~55% феррита) без структурно-свободного цементита. В стенках толщиной более 3,0 мм количество феррита достигает 90...95%.

Критерием оценки графитизирующего действия магнийсодержащих лигатур при модифицировании считается плотность распределения включений шаровидного графита в структуре высокопрочного чугуна. Так, модифицирование высококремниевой магниевой лигатурой обеспечивает высокий уровень графитизации структуры тонкостенных отливок из высокопрочного чугуна – в структуре стенки толщиной 2,0 мм количество включений шаровидного графита составило 1683 шт/мм<sup>2</sup>, а в структуре 3,0 мм и 12,0 мм ступеней – 1183 шт/мм<sup>2</sup> и 785 шт/мм<sup>2</sup>, соответственно.

Разработанный состав высококремниевой магниевой лигатуры был также применен в опытно-производстве при изготовлении из высокопрочного чугуна отливок с толщиной стенки 12 мм. Данные о химическом составе, структуре и механических свойствах отливок из высокопрочного чугуна, полученного модифицированием расплава в литейных формах стандартной и разработанной лигатурами, приведены в таблице. Механические свойства определялись на стандартных образцах Ø5,0 мм, заготовки которых вырезали из отливок.

Таблица 1 – Химический состав, структура и механические свойства высокопрочного чугуна, модифицированного в литейной форме FeSiMg лигатурами с различным содержанием кремния

% Si в лигатуре	Содержание элемента, %				Структура металлической основы	Механические свойства		
	C	Si	Mn	Mg		σ <sub>B</sub> , МПа	σ <sub>0,2</sub> , МПа	δ <sub>2</sub> , %
45,6	3,81	2,48	0,43	0,041	П30 (Ф70)	564	418	8,6
60,0	3,86	2,73	0,39	0,039	П10 (Ф90)	541	396	12,7

Таким образом, внутриформенное модифицирование высококремниевой лигатурой ФСМг7 обеспечивает более значительный прирост содержания кремния в чугунах, что свидетельствует о меньшей инерционности взаимодействия и, следовательно, о большей скорости плавления самой лигатуры в начальном периоде. Также следует отметить, что полученное среднее значение относительного удлинения значительно превышает требуемое по стандарту к марке высокопрочного чугуна ВЧ500-7.