

**В. Б. Бубликов, Д. Н. Берчук, Ю. Д. Бачинский,  
В. А. Овсянников, Е. С. Болдырева**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

## **ВЛИЯНИЕ МАГНИЕВЫХ ЛИГАТУР ПРИ ВНУТРИФОРМЕННОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА**

Известно, что магниевые лигатуры различных производителей, с аналогичным содержанием магния, значительно отличаются эффективностью действия на параметры структуры отливок из высокопрочного чугуна (степень сфероидизации графита, отсутствие цементита или его количество, соотношение феррита и перлита в металлической основе), которые в свою очередь определяют уровень механических свойств, обрабатываемость резанием, необходимость проведения термообработки для улучшения структуры и свойств изделий. Различная модифицирующая способность магниевых лигатур является следствием действия металлургической наследственности, обусловленной природой применяемых шихтовых материалов, методами плавки и ввода модифицирующих элементов, наличием и количеством примесных химических элементов, условиями кристаллизации и охлаждения. Отличие качественного и количественного фазового состава лигатур влияет на кинетику их растворения и степень перехода модифицирующих элементов в расплав чугуна. Магниевые лигатуры также могут значительно отличаться степенью окисленности магния и других модифицирующих элементов.

Учитывая вышеизложенное, представляется актуальным исследование влияния внутриформенного модифицирования магниевыми лигатурами близкими по содержанию магния на формирование структуры высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

Изучали модифицирующую способность четырех магниевых лигатур, химический состав которых представлен в таблице, при внутриформенном модифицировании расплава. Расход лигатур составлял 1 % от массы заливаемого в литейную форму чугуна. В исследовании применяли ступенчатые пробы с размером ступеней 60×60 мм и толщиной 2,5; 5 и 10 мм. Металлографическим анализом определяли степень сфероидизации графита, плотность распреде-

ления включений шаровидного графита, количество структурно-свободного цемента, количество феррита в металлической матрице.

Таблица – Химический состав магниевых лигатур

Магниевая лигатура	Массовая доля элементов, %				
	Mg	Ca	PЗМ	Si	Fe
Лигатура 1	6,9	1,5	0,6	45,0	ост.
Лигатура 2	7,0	0,5	0,5	53,0	ост.
Лигатура 3	5,8	1,0	1,0	45,1	ост.
Лигатура 4	7,7	6,7	1,2	52,1	ост.

Сравнительное исследование 4-х магниевых лигатур показало, что исследованные лигатуры, обеспечивают высокую степень сфероидизации включений графита (более 90 %), но отличаются влиянием на графитизацию структуры тонкостенных отливок. Экспериментально установлено, что высокая степень инокуляции и графитизации обеспечиваются при модифицировании лигатурами 1 и 2 - структура ступеней толщиной 2,5 мм состоит из шаровидного графита с плотностью распределения 1350-2000 шт/мм<sup>2</sup> и перлитно-ферритной металлической основы с количеством перлита от 50 до 80 %, структурно-свободный цементит отсутствует. При модифицировании лигатурой 3 в структуре ступени толщиной 2,5 мм образуется 1-2% цементита, а при модифицировании лигатурой 4 цементит образуется в структуре ступеней толщиной 2,5; 5; 10 мм в количестве 30; 10; 5% соответственно. Низкая графитизирующая способность лигатуры 4 объясняется образованием вязкого тугоплавкого шлака, состоящего преимущественно из окислов химических элементов (SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), который покрывает поверхность частиц и тормозит реакционное взаимодействие, что резко снижает скорость растворения и эффективность графитизирующего модифицирования.

Определены параметры процесса внутриформенного модифицирования для получения отливок с минимальной толщиной стенки 2,5 мм, которые обеспечивают формирование измельченной литой структуры, состоящей из включений шаровидного графита с плотностью распределения более 1800 шт/мм<sup>2</sup>, металлической основы из тонкопластинчатого перлита (Пд 0,3) и мелкозернистого феррита (7...9 балл), что способствует улучшению качества и повышению механических свойств литых изделий.