

**Ясинский А.А., Бубликов В.Б., Берчук Д.Н., Зеленая Л.А.**  
(ФТИМС НАН України, г. Киев)

## **СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ПРИ КОВШОВОМ И ВНУТРИФОРМЕННОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ**

Внутриформенное модифицирование проводили в специальной литейной форме с литниково-модифицирующей системой, состоящей из стояка, проточного реактора и шлакоуловителя, соединенных литниковыми каналами.

Влияние модифицирования на структуру высокопрочного чугуна изучалось на шлифах, вырезанных из пластин гребенчатой пробы размером 50×50 мм и толщиной в середине их высоты на модели 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 10,0 мм. Заполнение расплавом вертикально расположенных пластин гребенчатой пробы осуществлялось снизу через основание пробы толщиной 15 мм. Металлографический анализ проводили в поперечных сечениях пластин от их центра до боковой наружной поверхности, а также в центре основания пробы.

При содержании в высокопрочном чугуне 1,5 % Si в структуре пластин толщиной 2,0 и 3,0 мм образуется цементит в количестве 27 и 15 % соответственно. Кристаллизация пластин большей толщины проходит без образования цементитной фазы. При повышении содержания кремния до 2,0 % количество цементита в структуре пластин толщиной 2,0 мм уменьшается до 15 %, а в пластинах толщиной 3 мм – до 5 %. При содержании в высокопрочном чугуне 2,5 % Si цементит не образовывался даже в структуре самой тонкой пластины толщиной 2,0 мм.

В опытах с содержанием 1,5 и 2,0 % Si в пластинах с отбелом формируется преимущественно перлитная металлическая основа. При содержании 2,5 % Si, когда кристаллизация проходит без образования цементитной фазы, во всех сечениях гребенчатой пробы формируется преимущественно ферритная металлическая основа. В условиях проведенного исследования при содержании в высокопрочном чугуне более 2,5 % Si, в структуре пластин гребенчатой пробы толщиной от 3,0 до 15,0 мм обеспечивается получение преимущественно ферритной металлической основы (более 90 % феррита). Характерным для данных условий исследования является также экспериментально установленная закономерность увеличения количества включений шаровидного графита с повышением содержания кремния в высокопрочном чугуне.

Для сравнения была исследована структура пластин гребенчатых проб, отлитых из высокопрочного чугуна, полученного модифицированием магниевой лигатуры ФСМг7 в ковше в количестве 2,5 %. Экспериментальные данные свидетельствуют, что в идентичных условиях эксперимента при одинаковом содержании в высокопрочном чугуне кремния (~2,5 %), в отличие от внутриформенного, при ковшовом модифицировании в структуре пластин толщиной 2,5; 3,0; 5,0; 10,0 мм образуется цементитная фаза в количестве соответственно 20; 13; 10; 3 %, количество включений шаровидного графита уменьшается в несколько раз и формируется перлитно-ферритная металлическая основа. Кристаллизация основания гребенчатой пробы толщиной 15 мм проходит без образования цементита, что позволяет корректно сравнить влияние условий модифицирования на процессы графитизации при эвтектическом и эвтектоидном фазовых превращениях. В условиях проведенного исследования при кристаллизации расплава, модифицированного в литейной форме, в основании гребенчатой пробы формируется в 4 раза больше центров кристаллизации шаровидного графита, чем при модифицировании в ковше и образуется в 2 раза больше феррита в металлической основе. В целом, по сравнению с ковшовым, внутриформенное модифицирование, проводимое в предкристаллизационном периоде, интенсифицирует инокуляцию и в 3...6 раз повышает плотность распределения в структуре включений шаровидного графита, что сокращает пути диффузии углерода из аустенита к графитовым включениям и обеспечивает увеличение количества феррита в металлической основе в 1,5...2 раза и более.

