

УДК 669.275:54-14:538.245

*Ю. Д. Бачинский, В. Б. Бубликов, В. П. Латенко, В. В. Суменкова,  
Е.П. Нестерук*

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
Киев*

### **ОСОБЕННОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЧУГУНА ФЕРРОСИЛИЦИЕМ**

Стабильность структуры и высокий уровень механических и служебных свойств отливок из высокопрочного чугуна достигается применением высококачественных шихтовых материалов, прогрессивных процессов плавки, модификаторов с гарантированным узкоинтервальным содержанием Mg и других модифицирующих элементов, высокоэффективных методов модифицирования, легирования и термической обработки.

Важнейшим показателем уровня технологии и качества тонкостенных чугуновых отливок является отсутствие в их структуре цементитной фазы. Модифицирование управляет формированием структуры и свойств чугуна посредством минимизации величины интервала переохлаждения и увеличения количества центров кристаллизации графита. Важнейшей функцией модифицирования является предотвращение образования цементита в структуре тонкостенных отливок. Это достигается исключением возможности переохлаждения расплава ниже температуры образования метастабильной эвтектики (ледебурита).

Самыми распространенными модификаторами чугуна являются ферросилиций и магниевые лигатуры на основе ферросилиция. Графитизирующий эффект от модифицирования ферросилицием ФС75, изготовленного разными заводами, неодинаков, что объясняется различием в содержании некоторых примесных элементов, являющихся модификаторами чугуна. Наличие в составе ФС75 таких активных модифицирующих элементов как кальций, алюминий, титан, барий и др. может в значительной мере влиять на результативность модифицирования. Основным источником примесных элементов в ФС75 является исходное сырье. При выплавке одновременно с кремнием восстанавливаются и другие элементы, которые входят в состав ферросилиция. Алюминий, кальций, титан, фосфор, магний и некоторые другие вносятся кварцитом и золой коксика. Стальная стружка, которую используют в шихте, и, частично, контактные щеки, которые обычно отливают из сплавов на медной основе, служат основными источниками попадания в ферросилиций хрома, марганца, меди, сурьмы. Кроме природы сырьевых материалов на содержание примесей в ферросилиции также влияет различие в технологических приемах его выплавки и рафинирования.

На ход эвтектической кристаллизации также влияет способ введения модифицирующих добавок в жидкий чугун. Когда металл находится в ковше,

эффект модифицирования теряется со временем. Считается, что выдержка расплава в ковше в течение 5 мин снижает эффективность модифицирования на 50 %. Принципиальное отличие внутриформенного и ковшового методов обработки расплава состоит в том, что в первом случае реализуется эффект позднего модифицирования, когда время между модифицированием и началом кристаллизации отливок сведено к минимуму. Особенно эффективно позднее модифицирование влияет на зарождение и рост графитной фазы. При вводе ферросилиция возникает термическая и химическая неоднородность в расплаве чугуна, образуются микрозоны, обогащенные кремнием. Модифицирующая способность ферросилиция повышается, если в его составе имеется небольшое количество таких активных модифицирующих элементов как Ca, Al, Ba, Sr, Zr, Ce и Mn, способствующих образованию дополнительных центров кристаллизации, что позволяет эффективно управлять формированием графитной фазы, величиной эвтектического переохлаждения, и, в целом, структурой и свойствами чугуновой отливки.

Модифицирование обеспечивает получение в структуре чугуна определенной морфологии графитных включений, предотвращает образование отбела в охлаждающихся с высокой скоростью отливках, повышает технологичность, механические и служебные свойства литых изделий. В последнее время для изготовления небольших литейных форм широко применяются высокопроизводительные автоматические линии с длительностью заливки одной формы примерно 5-10 с. Разрабатываемые применительно к указанным условиям процессы позднего модифицирования должны быть малоинерционными, что ставит задачу создания новых быстрорастворимых модификаторов на основе ферросилиция.

УДК 669.715:621.9.048:66.067

*Д. М. Беленький, Н. С. Пионтковская*

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
Киев*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОФЛЮСОВОЙ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ СТРУЙНОМ ЗАМЕШИВАНИИ РАФИНИРУЮЩИХ РЕАГЕНТОВ**

Для очистки алюминиевых сплавов от водорода и твердых неметаллических включений применяют различные методы адсорбционного рафинирования: обработка газами, флюсами, фильтрование расплавов. При этом один