

Ю. Д. Бачинский, Хоружий В. Я., С. Н. Медведь, В. Д. Бачинский

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ПЛАВЛЕНИЯ ФЕРРОСИЛИЦИЯ ФС75 В ЖИДКОМ ЧУГУНЕ

При получении высокопрочного чугуна определяющей технологической операцией является модифицирование расплава, которое обеспечивает получение включений графита шаровидной формы, предотвращает образование эвтектического цементита в структуре тонкостенных отливок, служит средством достижения оптимальных механических и служебных свойств отливок без их термической обработки. Ферросилиций – основной графитизирующий сплав, который также является основой FeSiMg лигатур для сфероидизирующего модифицирования.

Цель работы состояла в экспериментальном определении величины скорости плавления твердого ферросилиция в зависимости от температуры жидкого чугуна и длительности выдержки ферросилиция в расплаве.

При погружении в жидкий чугун ферросилиций нагревается до температуры плавления, плавится и растворяется в железоуглеродистом расплаве. В ходе этого процесса происходит физико-химическое взаимодействие компонентов ферросилиция и чугуна, результатом которого на начальной стадии растворения твердого образца является изменение его фазового состава, который влияет на кинетику перехода кремния и других химических элементов в жидкий чугун. Легкоплавкие фазы первыми начинают плавиться и интенсивно растворяться в чугуне. Диффузия компонентов чугуна в образец приводит к переходу некоторых тугоплавких фаз в более легкоплавкие и ускоряет процесс плавления. На границе «твердый ферросилиций – расплав чугуна» вследствие взаимной диффузии образуются легкоплавкие эвтектики, ускоряющие плавление.

Ферросилиций ФС75 имеет микроструктуру, состоящую из двух фаз: кремния и лебита. Вследствие интенсивно протекающей встречной диффузии железа (из чугуна в ферросилиций) и кремния (из ферросилиция в чугун) уменьшается количество кристаллов кремния с высокой температурой плавления (~1414 °С). Образуются новые фазы – Fe₂Si (~1220 °С) и небольшое количество FeSi (~1410 °С). Наиболее активно происходит диффузия углерода из чугуна в ферросилиций. Выдержка образца ферросилиция в чугуне при 1380 °С в течение 7 с приводит к увеличению массовой доли углерода с 0,1 % в

исходном образце до 1,2 % в поверхностном слое и до 0,7 % в его центре. Вследствие встречной диффузии содержание железа в поверхностном слое образца увеличивается в 2 раза, по сравнению с его центром, а кремния примерно в такой же пропорции уменьшается при движении от центра образца к поверхности.

Интенсивно протекающие диффузионные процессы способствуют формированию мелкодисперсной структуры при охлаждении плавящегося поверхностного слоя образца ферросилиция на воздухе. Учитывая достаточно высокую температуру жидкого чугуна, параллельно с процессом встречной диффузии происходит плавление поверхностного слоя образца ФС75.

В зависимости от температуры чугуна и времени выдержки в расплаве остатки образцов ферросилиция ФС75 имеют вид почти полностью или частично расплавившихся тел с характерной грубой шероховатостью поверхности, образуемой локальными выступами, затвердевшими каплями, углублениями. При значительном локальном переохлаждении расплава чугуна, возникающем в зоне контакта при погружении ферросилиция (в случаях относительно низкой температуры чугуна, большой массы образцов, а также кратковременного погружения ферросилиция), образцы в зоне нагрева представляют собой разбухшие тела с каплевидным выпуклым рельефом поверхности. Размеры и масса их в начальном периоде взаимодействия с чугуном увеличены по сравнению с исходным состоянием (табл.).

Таблица – Начальный вес образцов ферросилиция ФС75, условия проведения исследования и полученные результаты

Начальная масса, г	Температура металла в печи, °С	Время выдержки, с	Масса образца после испытаний, г	Изменение массы, г
11,45	1300	5,0	25,00	+13,55
10,54	1350	5,2	10,65	+0,11
11,55	1400	5,3	8,34	-4,46
12,80	1450	5,0	4,18	-7,37

Установлено, что повышение температуры жидкого чугуна в интервале 1350-1450 °С эффективно способствует увеличению массовой скорости плавления ферросилиция ФС75 в результате интенсифицирования тепло- и массообменных процессов в системе «жидкий чугун – твердый ферросилиций».