

Н. А. Свидунович, профессор; Д. В. Куис, ассистент;
Л. З. Писаренко, вед. специалист ОГМ ОАО «МЗОО»

РАЗРАБОТКА СОСТАВА МОДИФИКАТОРА ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

The modification of cast-iron was invented, which provides the improvement of cast's structure and qualities, has an increasing term of an act, keeps structural inheritance after the melting of modified cast-iron.

Современное понимание сущности явления «наследственности» в сплавах [1] позволяет выбирать меры воздействия на жидкий металл с целью изменения его свойств, более глубоко понимать рассматриваемого явления и тем самым открывать возможности активно влиять на наследственность, программировать структуру и физико-механические свойства чугуна.

Целесообразность развития этого направления определяется повышением требований к надежности готовых изделий, необходимостью снижения материальных и энергетических затрат на доводку чугуна по механическим свойствам, обрабатываемости и т. д.

Одним из способов активного влияния на исправление отрицательной наследственности чугуна является модифицирование. Как известно, общим недостатком модификаторов типа ферросилиция является их способность «улетучиваться» из расплава, т. е. действие их ослабевает с течением времени, а спустя 10–20 мин после введения в чугун вообще прекращается. Было высказано предположение, что, вероятно, существуют также добавки или их сочетание, которые образуют устойчивые зародыши, обеспечивающие большую продолжительность действия модификаторов.

В последние годы широкое распространение получили барийсодержащие модификаторы. По имеющимся данным [2] эти модификаторы имеют более высокую продолжительность действия и с успехом используются в литейном производстве взамен ферросилиция.

Для изыскания модификаторов, имеющих более высокую продолжительность эффекта модифицирования, использовали чугун одинакового состава, содержащего: С – 3,3%; Si – 2,0%; Mn – 0,6%; S – 0,03%. Использовались наиболее эффективные модификаторы ФС75, ФС65Ba22. Для сравнения был использован алюминий, который, как показано в работе [3], имеет высокую живучесть. Модифицирование производили непосредственно в индукционной печи. Температура жидкого чугуна выдерживалась постоянной в двух диапазонах температур 1360°C и 1430°C в течение проведения эксперимента с каждым видом модификатора. Через определенные промежутки времени в пределах от 1 до 25 мин производили отбор проб для ус-

тановления числа эвтектических зерен и величины отбела как основных критериев, определяющих эффект модифицирования.

На рис. 1 показано изменение числа эвтектических зерен и величины отбела при выдержке чугуна, модифицированного по 0,2% ФС75, ФС60Ba22 и алюминия при постоянных температурах 1360°C и 1430°C. Из приведенных результатов следует, что при температуре модифицирования чугуна 1360°C и 1430°C и выдержке при этих температурах добавки 0,2% ФС60Ba22 по сравнению с аналогичными добавками ФС75 показали более высокий уровень числа эвтектических зерен и уменьшения величины отбела. В обоих случаях максимальный эффект модифицирования наблюдается через 1–2 мин после ввода добавок, затем резко снижается и примерно через 20–25 мин он полностью исчезает. Однако, как видно из рис. 1, ферросиликобарий имеет более высокую продолжительность действия по сравнению с добавками ферросилиция. Своеобразным является поведение алюминия, когда воздействие его в течение примерно 6–7 мин на увеличение числа эвтектических зерен резко возрастает, а затем при достижении пика несколько убывает, являясь значительным даже после 25 мин выдержки. Аналогично изменяется и глубина отбела.

Более продолжительные выдержки, обеспечивающие сохранение эффекта модифицирования добавок алюминия и силикобария, по сравнению с добавками ферросилиция связаны, вероятно, с природой образующихся неметаллических включений, служащих центрами кристаллизации графита.

Полученные результаты исследований по установлению факта более продолжительного, чем другие модификаторы, действия алюминия позволяют установить причину более продолжительного действия ферросиликобария по сравнению с ферросилицием. Это можно объяснить наличием в составе ферросиликобария ФС60Ba22 значительного количества алюминия (3–6%), который обеспечивает несколько большую продолжительность и эффективность его действия по сравнению с добавками ферросилиция ФС75, имеющего в своем составе примеси алюминия в меньших количествах (1,5–2%).

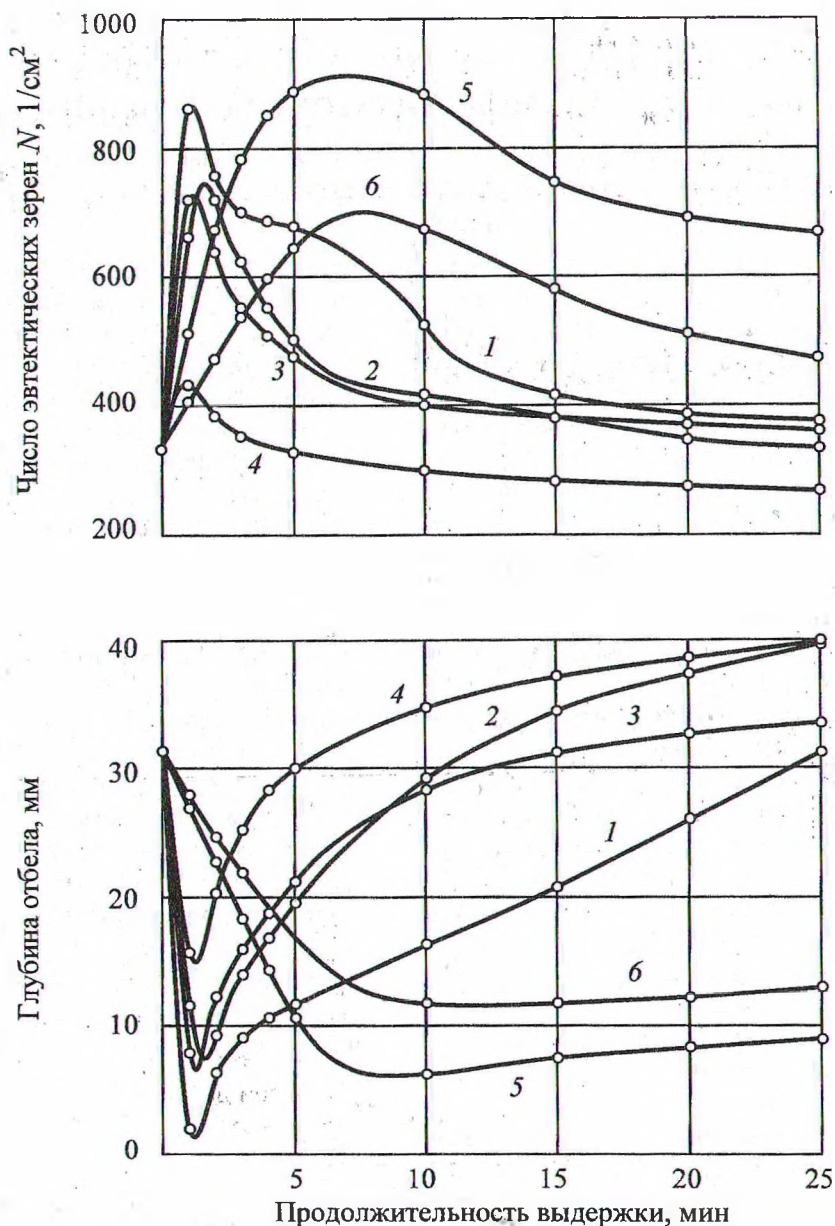


Рис. 1. Влияние продолжительности выдержки расплава на число эвтектических зерен и глубину отбела чугуна, модифицированного по 0,2% ФС60Ba22 (1, 2), ФС75 (3, 4) и Al (5, 6) при 1360°C и 1430°C соответственно

Полученные результаты исследований дают предпосылку использовать алюминий, ферросиликобарий и другие добавки для создания смесового модификатора длительного действия.

На рис. 2 показаны результаты сравнительных исследований влияния продолжительности выдержки чугуна при температуре 1400°C на число эвтектических зерен и величину отбела чугуна модифицированного 0,2% ФС75; 0,2% ФС60Ba22, 0,1%Al + 0,2% ФС75, 0,06% Al + 0,3% ФС75 и 0,1% Al + 0,2% ФС60Ba22.

Как видно из рис. 2, обеспечивается достаточно высокая «живучесть» смесовых модификаторов. При этом наиболее высокую

«живучесть» обеспечили совместные добавки 0,1% Al и 0,2% ФС60Ba22 (рис. 2, д), которые имеют практически одинаковую величину отбела и сохранения числа эвтектических зерен на протяжении 20 мин выдержки модифицированного чугуна.

В связи с вышеизложенными результатами исследований для разработки смесового модификатора длительного действия были приняты добавки ферросиликобария и алюминия. Учитывая то, что в процессе длительной выдержки, а также переплава модифицированного чугуна может иметь место угар углерода, в состав ингредиентов был введен графит в виде графитированного коксика.

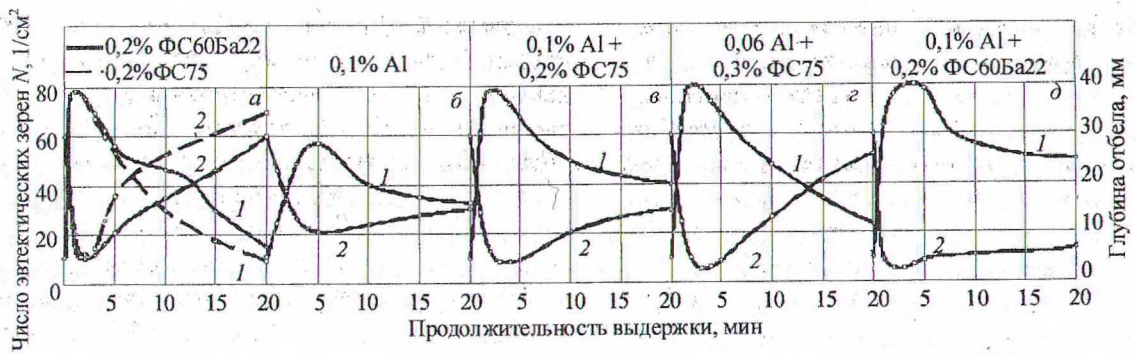


Рис. 2. Влияние продолжительности выдержки расплава при температуре 1400°С на число эвтектических зерен (1) и глубину отбела (2) чугуна, модифицированного 0,2% FeSi75, 0,2% FeSiBa22 (а), 0,1% Al (б), 0,1% Al+0,2% FeSi75 (в), 0,06% Al+0,3% FeSi75 (г) и 0,1% Al + 0,2% FeSiBa22 (д)

Чугун, содержащий, мас. %: углерод – 3,4; кремний – 1,8; марганец – 0,6; сера – 0,03, выплавляли в индукционной печи ИСТ-1.0. После расплавления чугун перегревали до 1500°С, охлаждали до температуры 1400°С, при которой модифицировали в печи известным модификатором по а. с. 1098970, содержащим, мас. %: ферросиликобария – 0,19; алюминия – 0,015; графита – 0,1 в количестве 0,3% от массы жидкого чугуна, и разрабатываемым модификатором, содержащим, мас. %: ферросиликобария – 0,15; алюминия – 0,82 и графита – 0,068 также в количестве 0,3% от массы жидкого чугуна.

Использовали средние составы как известного, так и разрабатываемого модификатора. Производили разливы металла в формы с одновременным отбором проб для определения микро- и макроструктуры и механических свойств.

После 10-й минутной выдержки отбирали чугун из печи для последующего переплава чугуна обработанного известным и разрабатываемым модификатором.

Результаты исследования эффекта модифицирования и его сохранение после переплава модифицированных чугунов приведены на рис. 3.

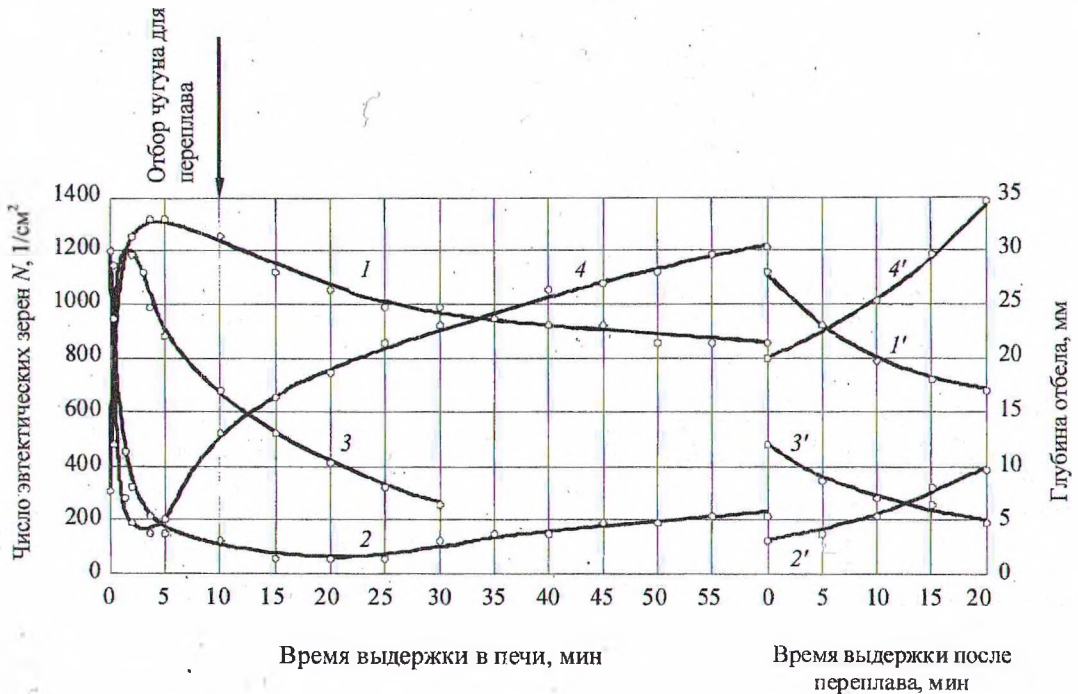


Рис. 3. Влияние времени выдержки чугуна в печи и в печи после переплава на: число эвтектических зерен в чугуне обработанном:

1 – разрабатываемым модификатором; 3 – известным модификатором; 1' – разрабатываемым модификатором после переплава чугуна; 3' – известным модификатором после переплава чугуна; глубину отбела: 2 – разрабатываемым модификатором; 4 – известным модификатором; 2' – разрабатываемым модификатором после переплава чугуна; 4' – известным модификатором после переплава чугуна

Наблюдается также закономерность, полученная в предыдущих исследованиях. В чугунах, обработанных известным модификатором, содержащим минимальное количество алюминия, величина отбела и число эвтектических зерен изменяется по закономерности, подобной при единичных добавках ферросиликобара. Добавка же разрабатываемого модификатора сохраняет достаточно высокий эффект модифицирования даже после часовой выдержки модифицированного чугуна.

При вторичном переплаве чугуна, модифицированного разрабатываемым модификатором, сохраняется структурная наследственность чугуна – достаточно высокое число эвтектических зерен (≈ 1000 шт.) и низкое значение величины отбела (4–5 мм). В то же время чугун, обработанный для сравнения известным модификатором, практически не обеспечил сохранение эффекта модифицирования и передаче наследственных свойств после переплава.

На основании полученных результатов исследованием установлен состав модификатора,

содержащий ферросиликобарий, алюминий и графит. При следующем соотношении компонентов, мас. %: ферросиликобарий – 45–55, алюминий – 30–25, графит – 25–20, который обеспечивает улучшение структуры и свойств отливок, имеет увеличенную продолжительность действия, сохраняет структурную наследственность после переплава модифицированного чугуна. На разработанный модификатор получен патент РБ № 7538 по заявке а20030367 от 22.04.2003 г.

Литература

1. Никитин В. И. Наследственность в литых сплавах. – Самара: СамГТУ, 1995. – 248 с.
2. Повышение эффективности модифицирования серого чугуна: Тез. докл. Четвертого съезда литейщиков России, 20–24 сентября 1999 г. – М., 1999 – С. 75.
3. Писаренко Л. З. Новые модифицирующие смеси для улучшения структуры и свойств чугуна в отливках. – Мн.: Институт прикладных исследований, 1992. – 70 с.