

The article describes influence of prespheroidizing modifying on structure formation in spherulitic iron. Alpha-iron cast ingots of 25 mm diameter were received.

Е. И. МАРУКОВИЧ, В. Ю. СТЕПЕНКО,
А. Г. СОЛОВЕЙ, ИТМ НАН БЕЛАРУСИ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРАФИТИЗИРУЮЩЕГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ЛИТЬЕ

УДК 621. 74: 669.14

По технологическим причинам графитизирующее модифицирование чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) обычно проводят лигатурой ФС75 в ковше совместно со сфероидизирующей обработкой расплава [1]. В настоящее время такой способ широко используется для непрерывного горизонтального литья ЧШГ и позволяет получить без отбела литые заготовки диаметром не менее 40 мм. При этом применяются легкие сфероидизирующие лигатуры на основе кремния типа ЖКМК и ФСМг, а в качестве графитизирующего модификатора — ФС75 в количестве 0,3—0,5 %. Но получить без отбела непрерывнолитые заготовки диаметром 25 мм при ковшевом графитизирующем модифицировании не удается даже при содержании кремния в чугуне 3,2 %. Увеличение количества ФС75 в ковше до 1% существенным образом не изменяет структуру отливки

(рис. 1). Но при этом уменьшается время живучести сфероидизирующего модификатора. Повысить эффективность графитизирующего модифицирования ЧШГ при непрерывном горизонтальном литье предполагалось с помощью предсфероидизирующей обработки расплава в печи графитизирующими лигатурами, поскольку эффективность их усвоения (растворения) с ростом температуры жидкого чугуна увеличивается.

В качестве шихты использовали передельный чугун, сталь и ФС45. Плавки проводили в индукционной печи ИСТ-016 с кислой футеровкой. При перегреве расплава до 1530°C в него вводили следующие графитизирующие добавки: для первой плавки — 1% ФС75, для второй — 1% СК15, для третьей — 0,8% ФС75+0,12% Al. После растворения лигатуры модифицированный расплав подвергался сфероидизирующей обработке в ковше "сэндвич"-процессом модификатором ФСМг-4 в количестве 2%. Он имел следующий химический состав, мас. %: магний — 4, РЗМ — 6, кремний — 50, алюминий — до 1, остальное — железо. После окончания сфероидизирующего модифицирования расплав каждой плавки разливали на машине непрерывного горизонтального литья. Длительность процесса составляла 17 мин. Полученные отливки имели диаметр 25 мм и примерно одинаковый химический состав по основным определяемым элементам (см. таблицу).

После выхода из кристаллизатора отливки охлаждали на воздухе до полного остывания. Структурный анализ полученных литых заготовок проводили с помощью оптического микроскопа "Neophot-2". Шлифы вырезали на расстоянии 6 м от начала отливки. Анализ микроструктуры каждого цилиндри-

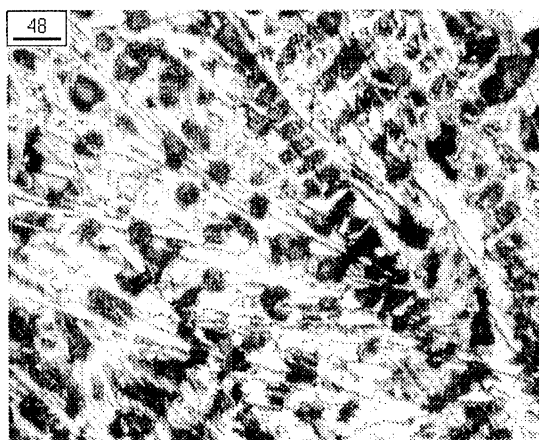


Рис. 1. Микроструктура непрерывнолитых заготовок ЧШГ после графитизирующего модифицирования в ковше (1400°C) 1% ФС75. $\times 167$

Состав исследуемых отливок

| Номер плавки | Химический состав, мас. % | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|------|------|------|------|-----|------|-------|--------|
| | C | Si | Mn | Cr | P | Ni | Cu | Mg | S |
| 1 | 3,33 | 3,31 | 0,50 | 0,10 | 0,10 | сл. | 0,13 | 0,052 | 0,0154 |
| 2 | 3,20 | 3,16 | 0,50 | 0,10 | 0,12 | сл. | 0,11 | 0,056 | 0,0154 |
| 3 | 3,29 | 3,20 | 0,56 | 0,10 | 0,11 | сл. | 0,19 | 0,052 | 0,0154 |

ческого шлифа проводили в кольцевой зоне, отстоящей от его центра на расстоянии 15—22 мм (средняя часть шлифа). Результаты металлографических исследований представлены на рис. 2—4. Установлено, что предсфероидизирующее графитизирующее модифицирование расплава чугуна в печи позволяет получать непрерывнолитые заготовки ЧШГ диаметром 25 мм без отбела. Использование в качестве графитизирующих модификаторов ФС75 и СК15 приводит к получению перлитно-ферритных отливок соответственно со средними твердостями 298НВ и 288НВ. Графитизирующая смесь ФС75+Al позволяет получать ферритные литые заготовки (рис. 4). Они имели твердость в среднем 265НВ. Использование указанных выше лигатур в количестве 1% не уменьшало время живучести сфероидизирующего модификатора.

Более высокая эффективность предсфероидизирующего графитизирующего модифицирования по сравнению с обычным (ковшевым) при прочих равных условиях объясняется исходя из различных скоростей растворения частиц ФС75 и СК15 в печи и разливочном ковше, где температура графитизирующего модифицирования составляла 1400°С. Установлено, что в этих условиях частица ФС75 диаметром 10 мм будет растворяться за 5 с, а такая же частица СК15 — более чем за 60 с [2].

Силикокальций усваивается жидким чугуном с приемлемой скоростью при температуре 1450—1480°С. Температура графитизирующего модифицирования в печи составляла 1500°С. В этих условиях скорость растворения (усвоения) графитизирующих лигатур гораздо выше, чем в разливочном ковше (при 1400°С). При растворении модификатора вокруг него образуется область расплава, обогащенная кремнием, который, как известно, повышает активность углерода и способствует его выделению в виде первичных микрочастиц графита (графитных зародышей) [3]. Этот процесс инициируют и ускоряют элементы—активные раскислители и десульфураторы (ЩЗМ, РЗМ, Al) [4]. Чем выше скорость растворения графитизирующего

модификатора при равном содержании в нем кремния, тем выше его локальная концентрация, тем больше микрочастиц графита образуется в расплаве. В связи с этим при предсфероидизирующей обработке графитизирующими лигатурами жидкого чугуна в нем образуется больше зародышей графита, чем при ковшевом графитизирующем модифицировании. При одинаковой скорости затвердевания, чем выше в расплаве концентрация центров графитизации, тем меньше переохлаждение при эвтектической кристаллизации ЧШГ. Поэтому, применяя графитизирующее модифицирование жидкого чугуна в печи непосредственно перед сфероидизирующей обработкой, удалось получить непрерывнолитые заготовки диаметром 25 мм без отбела. При этом можно использовать и труднорастворимые при ковшевом модифицировании лигатуры, не заботясь об их составе и форме частиц, поскольку скорость растворения модификаторов при 1500°С достаточно велика.

Таким образом, существенное повышение эффективности графитизирующего модифицирования ЧШГ при непрерывном горизонтальном литье было достигнуто при применении предсфероидизирующей обработки расплава графитизирующими лигату-

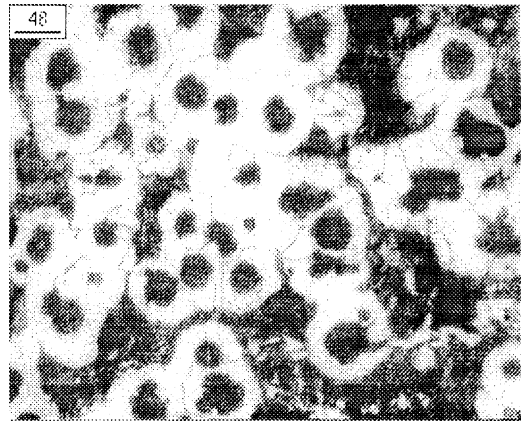


Рис. 3. Микроструктура непрерывнолитых заготовок ЧШГ после графитизирующего модифицирования в печи (1500°С) 1% СК15. $\times 167$

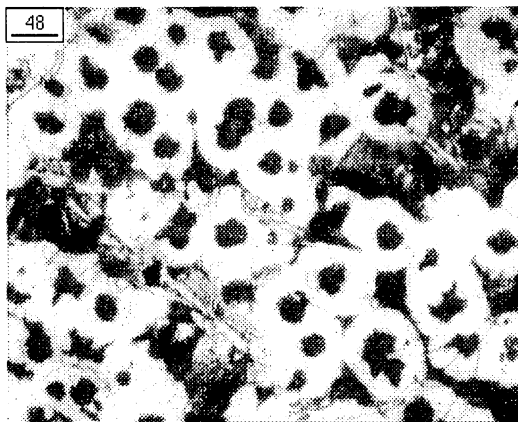


Рис. 2. Микроструктура непрерывнолитых заготовок ЧШГ после графитизирующего модифицирования в печи (1500°С) 1% ФС75. $\times 167$

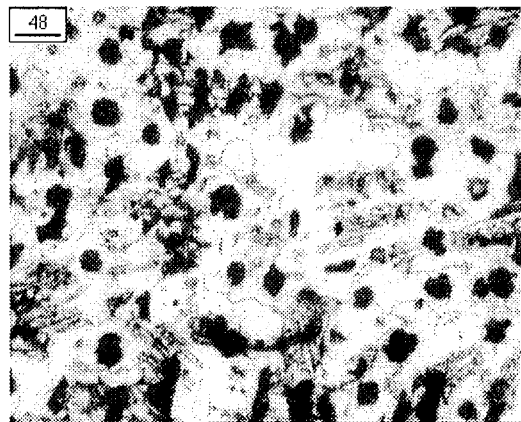


Рис. 4. Микроструктура непрерывнолитых заготовок ЧШГ после графитизирующего модифицирования в печи (1500°С) 0,8%ФС75+0,12%Al. $\times 167$

рами (ФС 75 и СК15) в количестве 1% от массы плавки. Используя различные модификаторы, их количественные комбинации в сочетании с небольшими добавками (до 0,2 %) Al, можно получить непрерывнолитые заготовки ЧШГ малого диаметра (<30 мм) без отбела с заданной структурой (от перлитной до ферритной) и высокими механическими свойствами.

Литература

1. Чугун. Справочник / Под ред. А. Д. Шермана и А. А. Жукова. М.: Металлургия, 1991. 567 с.
2. Лекаж С. Н., Шейнерт В. А., Калиниченко А. С., Худокормов Д. Н., Жавый Н. П. Чипс-процесс модифицирования чугуна // Литейное производство. 1991. № 2. С. 5—6.
3. Лекаж С. Н., Шейнерт В. А. Методы повышения эффективности графитизирующего модифицирования чугунов // Литейное производство 1994. № 9. С. 4—6.
4. Марукович Е. И., Стеценко В. Ю., Дозма-ров В. В. Механизм графитообразования в расплаве чугуна // Литейное производство. 1999. № 9. С. 30—31.

2nd International Foundry Congress Istanbul

Organized by
TÜDÖKSAD
 Foundrymen's Association of Turkey
 Yasemin Sokak Birlik Sitesi No:7/3
 TR-80280 Gayrettepe, Istanbul / TURKEY

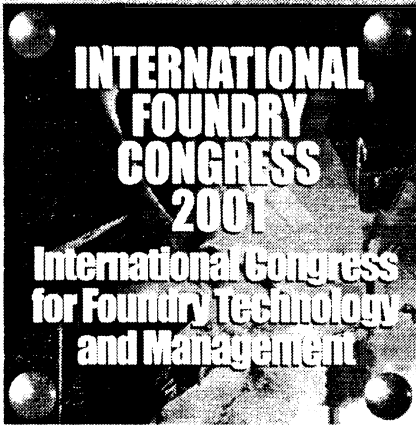
<http://www.tudoksad.org.tr>
 E-mail: congress@tudoksad.org.tr
 Phones : +90 212 267 1398
 +90 212 267 1387
 Fax : +90 212 213 0631

ANKIROS 2001 & ANNOFER 2001

6th International Iron-Steel &
 Foundry Technology, Machinery and
 Products Trade Fair

Organized by
SADA LTD.
 Resat Nuri Sokak 122/6
 TR-06540 Y Ayranci ANKARA TURKEY

<http://www.sada.com.tr>
 E-mail: ankiros@sada.com.tr
 Phones : +90 312 440 8800
 Fax : +90 312 440 8803

First Announcement

Beylikdüzü - ISTANBUL
22-24 March 2001

22—24 марта 2001 г. в Стамбуле (Турция) состоится Международный конгресс по литейным технологиям и управлению, организуемый Ассоциацией литейщиков Турции. Официальные языки — английский и турецкий. Планируются технические экскурсии на литейные заводы. За дополнительной информацией просьба обращаться в НПП “Интерфаундри” или в Оргкомитет по вышеуказанному адресу.