

УЛУЧШЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ПЛАСТИНЧАТОГО ГРАФИТА В ЧУГУНЕ ИЗЛОЖНИЦ ДЛЯ РАЗЛИВКИ ЧЕРНОВОЙ МЕДИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ

В литейном цехе ОАО «Среднеуральский металлургический завод» (ОАО «СУМЗ») в 2000–2001 гг. была проведена работа по снижению удельного расхода изложниц за счет улучшения морфологии графита.

В результате ранее проведенных в Уральском институте металлов работ было установлено, что пластинчатый графит благоприятной для изложниц морфологии (укрупненный, прямолинейный, разноориентированный, изолированный, с притупленными краями) формируется при повышенном содержании в чугуне неметаллических включений, таких как оксиды кремния или алюминия. Эти характеристики зависят от сырьевой базы и режима доменной плавки и в значительной мере определяют наследственные свойства чугуна, которые сохраняются и после переплава.

Поскольку приобретение чугуна с необходимой наследственностью затруднительно, возникает задача получения графита благоприятной морфологии за счет искусственного увеличения содержания в чугуне необходимых неметаллических включений.

Поскольку чугун является многокомпонентной системой, представляет интерес порядок окисления его компонентов (таблица).

Изменение стандартных термодинамических потенциалов

Оксид	ΔG^0 , кал/(г · ат), при температурах, К		
	1500	1650	1800
FeO	–39850	–37550	–36000
CO	–58370	–61440	–64480
MnO	–65600	–62450	–59300
SiO ₂	–73100	–70000	–66600
Al ₂ O ₃	–95370	–91500	–87630

Из приведенных данных следует, что наибольшим средством к кислороду обладают алюминий и кремний, значит, они и будут окисляться в первую очередь. Реакция окисления кремния является экзотермической

и имеет максимальную скорость при 1300 °С, что удачно вписывается в температурный режим плавки чугуна для изложниц.

В институте были разработаны моно- и смесевые модификаторы, способствующие улучшению морфологии графита, а также различные способы их введения в расплав в печи и в ковше. Лабораторными, а затем и промышленными опытами по модифицированию чугуна добились увеличения содержания диоксида кремния в чугуне с 0,0012–0,0015% до 0,0054–0,0072%, т. е. в 4–6 раз. При этом (по результатам металлографических исследований) заметно укрупнился графит, уменьшилась его разветвленность, притушились концы его пластинок, повысилась их изолированность.

Исходя из полученных данных и производственных условий литейного цеха ОАО «СУМЗ» было принято решение использовать обработку чугуна окислительным модификатором в ковше с принудительным интенсивным перемешиванием расплава.

В электродуговой печи плавил чугун следующего химического состава, %: >3,2 С; 1,4–2,8 Si; до 0,5 Mn; до 0,05 S; до 0,12 P. Чугун перегревали до 1320–1360 °С, а затем выпускали в ковш, предварительно нагретый до 600–700 °С. В ходе экспериментов были определены оптимальные параметры обработки. Исходя из соотношения «цена – трудоемкость – качество» был выбран окислительный модификатор УИМ1. Время замешивания модификатора составило 40–60 с.

Для изучения микроструктуры чугуна из тела каждой изложницы с помощью кольцевого полого сверла отбирали пальчиковую пробу диаметром 10–12 мм и длиной 20–30 мм, зажимали ее в струбцину и вдоль ее оси готовили шлиф. В результате изучения микроструктуры чугуна было установлено следующее. До обработки чугуна окислительным модификатором имела место неблагоприятная для изложниц морфология графита (рис. 1). После обработки модификатором морфология графита значительно улучшилась (рис. 2). На основании изучения сотен шлифов была составлена шкала морфологии графита чугуна изложниц, которая позволила организовать 100%-й контроль микроструктуры чугуна изложниц. Содержание перлита в подавляющем большинстве случаев было выше 80%.

С конца 2000 г. началось промышленное производство изложниц по предложенной технологии. В ходе работы был проведен статистический анализ химического состава чугуна изложниц за 2001 г. и его результаты сравнены с результатами аналогичного исследования за 1997 г. (рис. 3).



Рис. 1. Средние и мелкие пластины графита малой и средней толщины с острыми и волосовидными краями, в значительной мере ориентированные, разветвленность высокая (исходное состояние), не травлено ($\times 100$)



Рис. 2. Крупные и средние неориентированные пластины графита с притупленными краями, разветвленность низкая (после воздействия на морфологию графита), не травлено ($\times 100$)

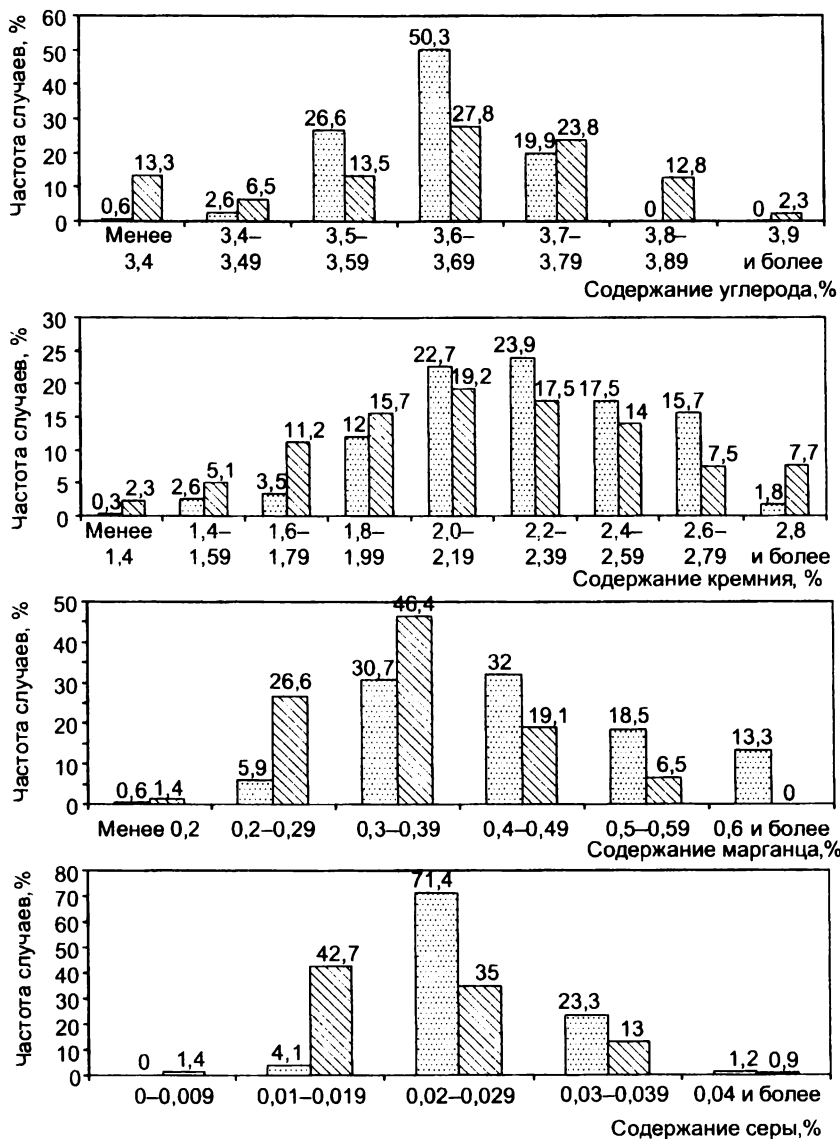


Рис. 3. Содержание элементов в чугунах изложниц:

▨ по результатам исследования 1997 г.; ▨ по результатам исследования 2001 г.

Как видно, в 2001 г. увеличилось количество изложниц с содержанием углерода менее 3,5% и более 3,7%, что свидетельствует о нестабильном содержании углерода в компонентах шихты. Разброс по содержанию кремния также увеличился.

Благодаря исключению присадки в печь ферромарганца снизилось количество изложниц с содержанием марганца более 0,4%. Поскольку для предупреждения образования легкоплавкого сульфида железа требуется 0,1% Mn на 0,01% S, это безопасно, так как содержание серы практически не превышает 0,039%. С экономической точки зрения исключение из шихты ферромарганца ведет к снижению себестоимости чугуна.

Содержание фосфора почти не изменилось и находится на низком уровне (до 0,12%).

В результате улучшения морфологии графита удельный расход изложниц снизился на 30% (с 14,9 кг/т за базовый период 1999 г. до 10,5 кг/т в 2001 г.). Фактический экономический эффект за период проведения научно-исследовательских работ (июль 2000 г. – январь 2002 г.) составил 4,31 млн р.

Г. П. Барышников

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕКУЧЕСТИ НАЛИВНЫХ ГИПСОСОДЕРЖАЩИХ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ

При получении сложных тонкостенных отливок весьма перспективным является способ изготовления литейных форм с применением наливных гипсосодержащих формовочных смесей. Важным свойством этих смесей является текучесть, которая не остается постоянной во времени. Характер ее изменения определяется кинетикой гидратации, кристаллизации и структурообразования гипса [6, 7]. Условно считается, что эти изменения протекают в три периода: текучести, пластичности, полного затвердевания [5, 7].

Одним из условий изготовления качественной формы является использование смесей в течение первого периода [4], когда они обладают наиболее высокой текучестью. Продолжительность этого периода измеряется временем, отсчитываемым от момента затвердевания смесей до начала их схватывания.

В ходе исследований установлено, что общая продолжительность технологически необходимого времени изготовления форм из гипсосодер-