

Д.Н.ХУДОКОРМОВ, В.М.КОРОЛЕВ, М.Н.МАРТЫНЮК,
Г.Т.ДУДАРЧИК, М.М.БОНДАРЕВ, С.В.ДОРОЖКО

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ

Загрязненность промышленных чугунов примесями — деглобуляризаторами затрудняет получение качественных отливок из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) и является одной из причин, сдерживающих рост их производства. Большой научный и практический интерес для модифицирования чугуна представляет использование комплексных присадок, в состав которых входят компоненты, рафинирующие расплав, нейтрализующие вредное влияние примесей и сфероидизирующие включения графита.

В работе исследовали процесс получения качественных отливок из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом на базе промышленных высокоуглеродистых сплавов железа с использованием комплексных модификаторов, содержащих 40–60% кремния, 8–20% кальция, 2–6% магния, 1–12% церия, остальное железо. Модификаторы с различным соотношением принятых компонентов выплавляли в лабораторных условиях путем сплавления ингридиентов.

Чугун состава 3,1–3,5% С, 2,4–2,6% Si, 0,3–0,6% Mn, 0,02–0,08% S, 0,08–0,17% P и 0,1–0,2% Cr выплавляли в индукционной печи ЛПЗ–67В. В качестве шихты применяли чушковые литейные чугуны — 60%, чугунный лом — 30%, стальной лом — 10% и ферросплавы. Лигатуру в чистом виде и в смеси с 0,8–1,0% плавикового шпата марки Ф75 вводили под струю металла при температуре 1400–1410°C.

Оптимальный состав модификатора определяли методом математического планирования эксперимента Бокса–Уилсона [1].

Исследованиями установлено, что наиболее эффективна обработка чугуна модификатором, содержащим 40–45% Si, 10–16% Ca, 4,0–5,0% Mg, 7,0–7,5% Ce в смеси с 0,8–1,0% плавикового шпата. Процесс модифицирования отличается хорошей технологичностью и обеспечивает стабильное получение ЧШГ с высокими механическими свойствами.

Эффект действия модификатора проверяли на чугунах до- и заэвтектических составов с различным содержанием серы. Исследования показали, что комплексный модификатор позволяет получать шаровидную форму графита в чугуне в широком диапазоне углеродного эквивалента (3,6–5,0%). Графит правильной шаровидной формы образуется в чугунах заэвтектического состава. При этом число включений снижается за счет укрупнения их размеров. Увеличение количества феррита в виде оторочки вокруг глобулей

графита приводит к некоторому снижению прочности и твердости, но повышает пластичность чугуна в литом состоянии (рис. 1).

Обработка чугуна комплексным модификатором в количестве 2,5% снижает содержание в сплаве серы с 0,076 до 0,017%, кислорода с 0,0046 до 0,0016% и азота с 0,0081 до 0,0064%.

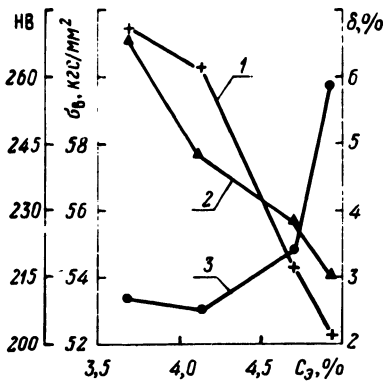


Рис. 1. Влияние химического состава на механические свойства высокопрочного чугуна:
1 — σ_B ; 2 — HV; 3 — δ .

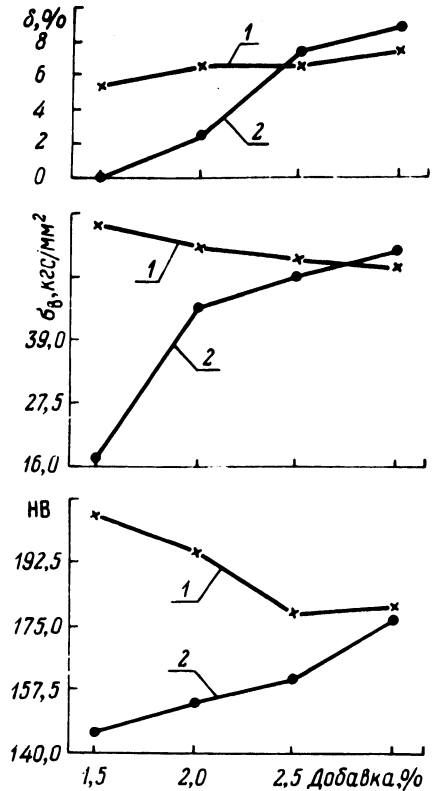


Рис. 2. Влияние количества вводимого модификатора на механические свойства чугуна:
1 — 0,02%S; 2 — 0,08%S.

Расход модификатора зависит в основном от содержания серы в исходном чугуне и скорости охлаждения сплава при затвердевании (толщины стенки отливки). При содержании серы в расплаве 0,02% шаровидную форму графита и высокие прочностные характеристики чугуна обеспечивает введение 1,5% модификатора. В чугуне с содержанием 0,08% S расход его увеличивается в 1,5–2,0 раза (рис. 2). Шаровидная и компактная форма графита стабильно получается при остаточном содержании $Mg_{ост} = 0,01–0,02\%$.

В литейном цехе серого чугуна Минского автозавода по разработанной технологии из высокопрочного чугуна изготовлена опытно-промышленная партия отливок номенклатуры цеха ковкого чугуна и сталелитейного цеха. Развес отливок находится в пределах от 0,8 до 40 кг с толщинами стенок 10–50 мм. Исходный чугун состава С – 3,22%, Si – 1,90%, Mn – 0,55%, S – 0,064%, P – 0,109% получали дуплекс-процессом вагранка – дуговая электропечь. Обработку расплава комплексным модификатором производили в раздаточном ковше емкостью 1,7 т при температуре металла 1430°С. Химический состав чугуна после модифицирования: С – 2,88%, Si – 3,13%, Mn – 0,45%, S – 0,012%, P – 0,117%, Cr – 0,10%, Ni – 0,20%, Ti – 0,05%,

Т а б л и ц а 1. Стендовые испытания отливок из высокопрочного чугуна

Наименование детали	Вид испытаний	Образец	
		серийный	опытный
500 – 3105071А	Статическая прочность, кгс	7400	9300
Седло запасного колеса 500–2912444	”	49700	53000
Кронштейн задней рессоры (передний) 500–2912447	”	28700	31450
Кронштейн задней рессоры (задний) 500А–3103015	”	64700	81400
Ступица переднего колеса 500–1001049В	”	15300	16750
Опора рессоры передней 500–1001042А	Усталостная прочность, кгс $P_{max} - 3 \text{ т}; P_{min} - 2 \text{ т}$	5176	12700
Опора рессоры задней 500–2912444	Статическая прочность, кгс	8130	11600
Кронштейн задней рессоры (передний) 500–2912447	Усталостная прочность, кгс $P_{max} - 2 \text{ т}, P_{min} - 1 \text{ т}$	462	1128
Кронштейн задней рессоры (задний)	Нагружение на внутреннюю проушину, кгс	7800	8330
	Нагружение на наружную проушину, кгс	6450	9400
	Нагружение на внутреннюю проушину, кгс	5500	10100
	Нагружение на наружную проушину, кгс	3920	6300

П р и м е ч а н и е. Серийные отливки 500–2912444 и 500–2912447 изготовлены из стали 40Д, а остальные – из ковкого чугуна КЧ37–12.

$Mg_{\text{ост}} - 0,022\%$. Расход комплексного модификатора составлял 2,5% и плавикового шпата 1,0% от веса расплава.

Металлографические исследования показали, что микроструктура чугуна состоит из графита шаровидной и компактной формы типа $G_{\text{Ф}}10-G_{\text{Ф}}13$, перлита П45, феррита $Fe55$, цементита ЦП1000Ц2. Наличия участков скопления сульфидов и других неметаллических включений в структуре не обнаружено.

Механические характеристики определяли на стандартных образцах, вырезанных из трещиноватых проб и непосредственно из отливок. В литом состоянии чугун имел следующие показатели механических свойств: $\sigma_B = 51,7 - 68,4$ кгс/мм², $\delta = 2,0-2,7\%$, $HV = 197-229$.

После термической обработки тонкостенного литья (низкотемпературного отжига) и механической обработки отливки проходили стендовые испытания в экспериментальном цехе. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Из результатов проведенных исследований следует, что применение комплексного модификатора для обработки чугуна обычного ваграночного состава позволяет получать качественные отливки из высокопрочного чугуна, превосходящие по показателям прочности аналогичные отливки из ковкого чугуна марки КЧ37-12 и не уступающие стали 40Л. ЧШГ не обладает в принятом для исследования перечне отливок склонностью к образованию в отливках черных пятен, характерных для магниевого высокопрочного чугуна. Это исключает необходимость предварительной обработки расплава специальными рафинирующими добавками.

Разработанный процесс может быть рекомендован для серийного производства отливок из высокопрочного чугуна при использовании чугунов обычной ваграночной плавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н а л и м о в В.В., Ч е р н о в а Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. — М.: Л., 1965.

УДК 669.14

В.Ф.СОБОЛЕВ, А.С.ЧАУС, А.П.ДУБКО

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТОГО ИНСТРУМЕНТА

Настоящая работа посвящена изучению возможности более широкого использования литой быстрорежущей стали. Исследованы основные свойства и характер разрушения литой быстрорежущей стали Р6М5К5 электрошлакового переплава после закалки и отпуска.