



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1337435 A1

(5D) 4 С 22 С 37/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4042032/31-02

(22) 24.03.86

(46) 15.09.87. Бюл. № 34

(71) Белорусский политехнический институт

(72) М.М.Бондарев, В.М.Михайловский, С.Н.Леках, В.М.Королев и А.И.Сарока

(53) 669.15-196 (008.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 1035084, кл. С 22 С 37/10, 1983.

Авторское свидетельство СССР № 910829, кл. С 22 С 37/10, 1980.

(54) ЧУГУН

(57) Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при

изготовлении отливок сельхозмашиностроения. Цель изобретения - повышение пластичности и снижение склонности к отбелу. Новый чугун содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: С 2,5-3,9; Si 1,2-1,4; Mn 0,008-0,03; Ce 0,005-0,07; Ba 0,05-0,15; Ca 0,05-0,15; Mg 0,02-0,05; Sr 0,05-0,10; Ti 0,01-0,03; Zr 0,01-0,05 и Fe остальное. Дополнительный ввод в состав чугуна Ti и Zr обеспечивает повышение пластичности в 1,5-1,8 раза в литом и в 1,2-1,4 раза в термообработанном состоянии, а также снижает отбел с 15 мм до 0-1,5 мм. 2 табл.

(19) SU (11) 1337435 A1

Изобретение относится к металлургии, в частности к разработке составов чугуна для отливок сельхозмашиностроения.

Цель изобретения - повышение пластичности и снижение склонности к отбелу.

Выбор граничных пределов компонентов чугуна обусловлен следующим.

Низкий углеродный эквивалент ( $C_3 = 2,9-4,2$ ) за счет снижения концентрации кремния в чугуне (до 1,2-1,4%) и марганца (до 0,008-0,03%) обеспечивает получение чугуна, обладающего высокими механическими свойствами.

Магний при остаточном содержании его в чугуне 0,02-0,05% обеспечивает получение сферондальной формы графита. Нижний предел содержания магния (0,02%) обусловлен получением в структуре до 80% включений графита шаровидной формы. Верхний предел содержания магния (0,05%) обеспечивает получение в чугуне не менее 92% глобулярного графита. Более высокое содержание магния ограничено возможностью образования структурно-свободных карбидов в структуре чугуна тонкостенных отливок, а также неблагоприятного по форме графита, особенно при повышенном исходном содержании серы.

Барий и кальций в железоуглеродистых сплавах обладает высоким рафинирующим и модифицирующим воздействием на расплав в процессе кристаллизации, что обусловлено их высоким сродством к кислороду, сере и азоту, относительно высокой температурой кипения и поверхностной активностью в расплавах железа. Кальций и барий в количестве 0,05-0,15% каждого из элементов обеспечивают получение чугуна, обладающего высокими механическими свойствами за счет улучшения формы неметаллических включений в сплаве с одновременной ферритизацией матрицы. Верхний предел содержания в чугуне кальция и бария (0,15%) обусловлен малым ростом положительного эффекта при дальнейшем повышении их содержания. Нижний предел (0,05%) ограничен отсутствием эффекта влияния этих элементов на форму неметаллических включений в расплаве.

Стронций в состав чугуна введен для повышения графитизирующего эффекта, а также измельчения эвтектического зерна металлической основы. Осо-

бенно эффективно совместное влияние стронция в комплексе с РЗМ, кальцием и барием, обладающими высоким химическим сродством к кислороду и сере. Для обеспечения модифицирующего действия стронция его содержание в чугуне должно быть 0,05-0,1%. Меньшее содержание этого элемента не обеспечивает образование дополнительных центров графитизации и не оказывает заметного влияния на количество и размер эвтектических зерен. Содержание стронция выше верхнего предела (0,1%) вследствие ограниченной растворимости в чугуне приводит к микроликвации данного элемента по границам зерен и снижению механических свойств металла.

Титан из-за большого сродства к сере и кислороду оказывает графитизирующее действие на чугун, что выражается в заметном уменьшении количества первичных и вторичных карбидов, измельчении структуры чугуна и увеличении количества феррита. Наибольший графитизирующий эффект наблюдается при 0,03% титана, что и обуславливает верхний предел его содержания в чугуне. При дальнейшем росте его содержания в структуре наряду с шаровидным графитом появляется компактный и пластинчатый графит, что снижает свойства чугуна. Нижний предел содержания титана в сплаве (0,01%) ограничен ввиду отсутствия приращения графитизирующего эффекта.

Церий при содержании его в чугуне в пределах 0,005-0,07% выполняет функции элемента-графитизатора. Кроме того, церий оказывает сфероидизирующее действие на графитную фазу, а также исключает возможность десфероидизирующего действия титана. Церий в количестве 0,005%, что соответствует нижнему пределу его содержания, в чугуне полностью исключает появление графита неправильной формы при содержании титана в сплаве на верхнем пределе. Верхний предел содержания церия (0,07%) ограничен возможностью появления отбела в отливках.

Нирковий также обладает сильным графитизирующим действием на чугун. Верхний предел его содержания в чугуне (0,05%) ограничен появлением в структуре чугуна стабилизированных фаз, обуславливающих появление цементита, обогащенного карбидами цир-

коция. Это приводит к повышению прочности чугуна. Выявлен предел содержания циркония (0,01%) соответствует отсутствию графитизирующего эффекта.

Пример. Выплавку чугуна предложенного состава осуществляют в индукционной печи.

В качестве шихты для получения высокопрочного чугуна применялись металлизированные окатыши, обеспечивающие требуемый уровень по содержанию марганца.

Корректировка состава по углероду производится с помощью углеродного боя. Церий и титан вводят в расплав непосредственно перед разливкой в виде промышленного сплава типа МВ-40 (30% церия) по ПМТУ-05-20-67 и ферротитана ТИ1 (30% титана). Величина добавки церия и титана рассчитывается исходя из их содержания в пределах 60-70%.

Модифицированное производим типатурой, содержащей, %: Mg 12,6; Ba 4,3; Ca 5,2; Zr 3,0; Sr 3,0; Fe 24,6; Si остальное. Оптимальная температура явля модификатора составляла 1420-1440°C. При этом достигался максимальный эффект при расходе модификатора 0,8% от веса расплава.

Пробы для изготовления образцов на механические испытания отливали в сырые песчано-глинистые формы. Отбел чугуна оценивали по излому кляшечной пробы, залитой на холодную металлическую шихту.

После разливки из форм часть сплитых проб на механические испытания подвергали термообработке по следующему режиму: нагрев до 950°C; выдержка при 950°C 4 ч; охлаждение на воздухе.

После проведения термообработки из этих проб и проб, не подвергавшихся термообработке, изготавливали образцы на механические испытания.

По изложенной технологии выплавляли 5 составов предлагаемого чугуна (на нижнем, среднем и верхнем, а также ниже нижнего и выше верхнего пределов содержания компонентов) и чугуна известного состава.

Составы известного и предложенного чугунов приведены в табл. 1, а показатели глубины отбела и механических свойств в литом состоянии и после термообработки - в табл. 2.

Как видно из табл. 2, отбел высокопрочного чугуна благодаря наличию большого числа элементов-графитизаторов (Ti, Zr) минимален по сравнению с известным. Пробы на механические испытания толщиной 12 мм в своей структуре не имели структурно-свободных карбидов, а пробы из чугуна известного состава имели до 10% цемента. Показатели механических свойств, в частности относительного удлинения и ударной вязкости, у предложенного чугуна выше, чем у чугуна известного состава на 10-20% в литом и в 1,5 раза в термообработанном состоянии.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, церий, барий, кальций, магний, стронций и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения пластичности и снижения склонности к отбелу, он дополнительно содержит титан и цирконий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	2,5-3,7
Кремний	1,2-1,4
Марганец	0,008-0,03
Церий	0,005-0,07
Барий	0,05-0,15
Кальций	0,05-0,15
Магний	0,02-0,05
Стронций	0,05-0,10
Титан	0,01-0,03
Цирконий	0,01-0,05
Железо	Остальное

Т а б л и ц а 1

Чугун		Содержание элементов, мас. %										
		C	Si	Mn	Mg	Ca	PЗМ	Ba	Sr	Zr	Ti	Fe
Известный		3,45	2,25	В сумме с Al 0,1	0,03	0,005	0,06	0,055	0,035	-	-	Остальное
Предложен- ный	1	2,5	1,2	0,008	0,02	0,05	0,002	0,05	0,05	0,01	0,01	То же
	2	3,1	1,3	0,019	0,035	0,1	0,003	0,1	0,07	0,03	0,02	"-
	3	3,7	1,4	0,03	0,05	0,15	0,004	0,15	0,1	0,05	0,03	"-
	4	2,0	1,0	0,004	0,01	0,03	0,001	0,03	0,025	0,005	0,005	"-
	5	4,0	1,6	0,05	0,06	0,25	0,001	0,25	0,25	0,06	0,05	"-

5

1337435

6

Т а б л и ц а 2

Чугун	В литом состоянии				После термообработки		
	Глубина отбела, мм	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma$ , %	КС, кДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma$ , %	КС, кДж/м <sup>2</sup>
Известный	15	600	4,2	806,0	570	12,0	760,0
Предложен- ный	1	0	6,4	876,0	646	14,4	1542,0
	2	0	7,2	1052,0	669	16,8	1785,0
	3	1,5	6,9	846,0	650	15,2	1442,0
	4	0	5,1	850,0	628	10,4	1346,0
	5	5	7,95	648,0	668	12,6	1332,0

Составитель Н. Косторной

Редактор Н. Швыдкая

Техред И. Попович

Корректор И. Эрдейи

Заряд 40-94/24

Тираж 604

Подписное

ВНИИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113033, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Применено полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4