



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1421795 A1

(51) 4 C 22 C 37/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4216576/31-02

(22) 25.03.87

(46) 07.09.88. Бил. № 33

(71) Белорусский политехнический институт

(72) М.М.Бондарев, В.М.Михайловский, Н.И.Бестужев и О.М.Миланович

(53) 669.15-196 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 998564, кл. С 22 С 37/10, 1981.

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

(54) ЧУГУН

(57) Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при производстве отливок, работающих

в условиях положительных и отрицательных (до -60°C) температур. Цель изобретения - повышение механических свойств и снижение отбела. Предложенный чугун содержит, мас. %: С 3,3-3,7; Si 1,0-1,4; Mn 0,004-0,01; Mg 0,01-0,04; Ca 0,015-0,03; Ce 0,005-0,07; Al 0,02-0,08; Ba 0,015-0,03; Cr 0,01-0,06, N 0,01-0,03, Zr 0,05-0,2, Fe остальное. Дополнительный ввод в состав чугуна N и Zr позволяет повысить механические свойства: σ_b (МПа) в 1,4-1,8 раза, δ (%) в 1,6-3 раза, ударной вязкости в 1,3-3,5 раза и снизить отбел в 1,5-8,0 раза. 2 табл.

(19) SU (11) 1421795 A1

Изобретение относится к металлургии, в частности к разработке составов чугуна для отливок, работающих в условиях положительных и отрицательных температур.

Цель изобретения — повышение механических свойств и снижение отбела.

Выбор граничных пределов компонентов в составе предложенного чугуна обусловлен следующим. Верхние пределы углерода и кремния (3,7 и 1,4 мас.% соответственно) выбраны исходя из необходимости обеспечения высоких показателей механических свойств, а также вследствие образования при превышении верхнего предела хрупких сложных эвтектических карбидов. Нижние пределы содержания по углероду 3,3 мас.% и кремния 1,0 мас.% определены снижением технологических свойств и в первую очередь — жидкотекучести сплава.

Марганец образует устойчивые карбиды марганца, поэтому его содержание в сплаве должно быть минимальным. Содержание марганца 0,004–0,01 мас.% установлено исходя из технологических условий плавки и содержания марганца в шихтовых материалах.

Кальций и барий железосульфидных сплавов в количестве 0,015–0,03 мас.% каждого из элементов обеспечивают получение чугуна, обладающего высокими пластическими свойствами за счет улучшения формы неметаллических включений с одновременной ферритизацией матрицы. Верхний предел содержания в чугуне кальция и бария (0,03 мас.%) обусловлен малым ростом положительного эффекта при дальнейшем повышении их содержания. Нижний предел (0,015 мас.%) ограничен отсутствием сфероидизирующего эффекта влияния этих элементов на форму неметаллических включений и не обеспечивает должную графитизацию сплава.

Стронций в состав чугуна вводят для повышения графитизирующего эффекта. Особенно эффективно влияние стронция проявляется при наличии в чугуне элементов, обладающих высоким химическим сродством в сере и кислороде, таких как церий, барий, кальций. Содержание стронция менее 0,01 мас.% не обеспечивает образования дополнительных центров кристаллизации и не оказывает заметного

влияния на количество и размер эвтектических зерен. Модифицирующее действие стронция проявляется при его содержании в чугуне 0,01–0,05 мас.%. Добавка стронция в количестве более 0,06 мас.% вследствие ограниченной растворимости в чугуне приводит к микроликвации стронция по границам зерен, что снижает пластичность чугуна.

Церий при содержании его в чугуне в пределах 0,005–0,07 мас.% выполняет функции элемента-графитизатора. Кроме того церий в количестве 0,005 мас.%, что соответствует нижнему пределу его содержания в чугуне, исключает появление графита неправильной формы. Верхний предел содержания церия (0,04 мас.%) ограничен возможностью появления отбела в отливках.

Магний при остаточном содержании его в сплаве 0,01–0,04 мас.% в присутствии бария, кальция и церия обеспечивает получение в структуре графита шаровидной формы, что положительно влияет на прочностные характеристики сплава как при положительных, так и при отрицательных температурах. Верхний предел содержания магния (0,04 мас.%) ограничен образованием структурно-свободных карбидов в литом состоянии. При содержании магния на нижнем пределе (0,01 мас.%) в структуре обеспечивается не менее 80% включений графита шаровидной формы.

Ввод в состав чугуна алюминия в количестве 0,02–0,08 мас.% обеспечивает глубокое раскисление расплава. Нижний предел содержания по алюминию обусловлен графитизирующим действием последнего. Выдержка в печи при температуре 1450°С модифицированного нитридами циркония чугуна показывает, что продолжительность эффекта прямо зависит от концентрации Al в металле. Повышение концентрации Al (0,02–0,08 мас.%) удлиняют эффект модифицирования, что необходимо при заливке большого количества форм из ковша. Поступающий из окружающей атмосферы в жидкий металл кислород способствует образованию корунда. При содержании алюминия свыше 0,08 мас.% снижаются технологические свойства чугуна. Цирконий и азот при совместном их вводе в чугун образуют устойчи-

чивые нитриды, упрочняющие структуру чугуна. Предварительный ввод в чугун алюминия в количестве (0,02 - 0,08 мас.%) обеспечивает глубокое раскисление расплава и расход Zr главным образом на реакцию с азотом. При металлографическом исследовании структуры чугуна установлено, что частицы корунда служат подложками при кристаллизации нитрида Zr. В результате модифицирования нитридами существенно измельчается зерно по сечению и высоте отливок, что сопровождается уменьшением концентрации примесей на границах зерен, повышением механических свойств и хладостойкости чугуна. Верхний предел содержания циркония в чугуне (0,2 мас.%) ограничен появлением в структуре чугуна стабилизированных фаз, обуславливающих появление цементита, обогащенного карбидами циркония. Это приводит к повышению хрупкости чугуна. Нижний предел содержания циркония в чугуне 0,05 мас.% соответствует отсутствию эффекта повышения пластичности сплава.

Азот при введении его в чугун измельчает эвтектическое зерно, стабилизирует и упрочняет перлит. В металлической основе исчезает феррит и резко возрастает дисперсность перлита. При этом общая микротвердость перлита возрастает с 274-278 до 340-356 кгс/мм², что повышает общую прочность чугуна. Возрастание микротвердости перлита объясняется микролегированием перлита дисперсными нитридами циркония. Содержание азота менее 0,01 мас.% не оказывает заметного эффекта на упрочнение сплава. При вводе азота более 0,03 мас.% пластичность чугуна падает за счет образования структурно-свободных карбидов. Оптимальным является содержание азота в чугуне 0,01-0,03 мас.%.

Для изучения структуры и свойств предложенного выплавлены чугуны, содержащие основные компоненты на нижнем, среднем и верхнем, а также ниже нижнего и выше верхнего уровней и известный сплав со средним содержанием ингредиентов.

Химический состав выплавленных чугунов приведен в табл.1.

Технология плавки чугунов состоит в расплавлении металлизированных окатышей с содержанием $Fe_{мет} = 89,1\%$

в индукционной печи, науглероживании расплава и введении ферросплавов и модификаторов.

После доводки расплавленного чугуна по содержанию основных компонентов и модифицирование магнием в печи расплав при температуре 1380°C заливают в ковш, включают плазмотрон и производят продувку расплава азотной плазмой в течение 20 с для насыщения чугуна азотом. Режим работы плазмотрона: сила тока 180 А, напряжение дуги 100 В, расход азота 1,1 м³/ч. По истечении указанного времени в плазменную струю питателем вводят в течение 10 с порошок циркония. Общее время продувки составляет 30 с.

Склонность чугуна к отбелу в литом состоянии оценивается по излому клиновидной пробы, залитой на холодную металлическую плиту. Образцы для испытания механических свойств чугуна вырезают из проб, отлитых в сырые песчано-глинистые формы.

Изучение механических свойств производят на образцах, вырезанных из литых проб. Испытание на разрыв производят на машине марки ИРМ-50 мощностью 50 т, испытание на удар - на маятниковом копре типа МК-30А с запасом работы 30 кгм.

Охлаждение образцов до температуры минус 100°C проводят в специальном термостате. Температуру охлаждающей ванны измеряют пентанным термометром с ценой деления 1°C. В качестве охлаждающей жидкости применяют смесь жидкого азота с бензином. Образцы перед испытанием выдерживают в термостате при заданной температуре 20 мин.

Результаты испытаний механических свойств, а также глубина отбела в литом состоянии приведены в табл.2.

Из табл.2 следует, что предел прочности при растяжении благодаря вводу азота и циркония в состав чугуна повышается в 1,4-1,8 раза, пластичности в 1,6-3 раза, ударной вязкости в 1,3-2 раза при +20°C и в 1,5-3,5 раза при -60°C, а также обеспечивается снижение отбела в 1,5-8 раз.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, магний, кальций, цинк, барий, стронций и же-

лезо, отличающийся тем, что, с целью повышения механических свойств и снижения отбела, он дополнительно содержит азот и цирконий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	3,3-3,7
Кремний	1,0-1,4
Марганец	0,004-0,01

5

10

Магний	0,01-0,04
Кальций	0,015-0,03
Церий	0,005-0,07
Алюминий	0,02-0,08
Барий	0,015-0,03
Стронций	0,01-0,06
Азот	0,01-0,03
Цирконий	0,05-0,2
Железо	Остальное

Т а б л и ц а 1

Чугун	Уровень содержания компонентов	Содержание компонентов, мас. %					
		C	Si	Mn	Mg	Ca	Ce
Известный	Средний	3,45	2,25	0,5	0,03	0,06	0,06
Предлагаемый	Нижний	3,3	1,0	0,004	0,01	9,015	0,005
	Средний	3,5	1,2	0,007	0,025	0,017	0,032
	Верхний	3,7	1,4	0,01	0,04	0,03	0,07
	Ниже нижнего	3,1	0,8	0,003	0,008	0,01	0,004
	Выше верхнего	3,9	1,6	0,015	0,05	0,04	0,08

Продолжение табл. 1

Чугун	Содержание компонентов, мас. %					
	Al	Ba	Sr	N	Zr	Fe
Известный	0,5	0,06	0,035	-	-	Остальное
Предлагаемый	0,02	0,015	0,01	0,01	0,05	"
	0,05	0,017	0,035	0,02	0,12	"
	0,08	0,03	0,06	0,03	0,2	"
	0,01	0,01	0,005	0,008	0,04	"
	0,1	0,04	0,07	0,04	0,022	"

Чугун	Уровень содержания компонентов	Глубина отбела, мм	Механические свойства			
			σ_B , МПа,	δ , %	КС, КДж/м ² , при °С	
					+20	-60
Известный	Средний	12	220	1,8	210	40
Предлагаемый	Нижний	8	310	3	270	60
	Средний	3	360	4	390	130
	Верхний	1,5	390	5,5	430	140

Редактор А. Козориз

Составитель Н. Косторной
Техред И. Верес

Корректор А. Тяско

Заказ 4393/27

Тираж 595

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4