



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1395687 A1

(51) 4 С 22 С 37/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4143566/31-02

(22) 06.11.86

(46) 15.05.88. Бюл. № 18

(71) Белорусский политехнический институт и Производственное объединение "Павлодарский тракторный завод" им. В.И.Ленина

(72) В.М.Михайловский, М.М.Бондарев, Н.И.Бестужев, Е.И.Шитов, А.М.Руденко, Я.И.Гельбштейн, В.А.Чайкин и В.М.Ткаченко

(53) 669.15-196 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 956594, кл. С 22 С 37/10, 1982.

Авторское свидетельство СССР № 618442, кл. С 22 С 37/08, 1976.

(54) ЧУГУН

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

производстве отливок, работающих в условиях повторяющихся ударных нагрузок и абразивного износа. Цель изобретения - повышение ударно-усталостной долговечности, снижение склонности к образованию горячих трещин и улучшение износостойкости. Новый чугун содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: С 2,8-3,2; Si 0,8-1,2; Mn 0,3-1,0; Cr 10-15; Ni 0,3-1,0; Ti 0,05-0,1; Ce 0,005-0,1; N 0,01-0,02; V 0,2-0,5; Ba 0,05-0,10; Fe - остальное. Дополнительный ввод в состав чугуна V и Ba повысил ударно-усталостную долговечность в 1,16-1,44 раза, снизил склонность к трещинообразованию в 1,18-1,43 раза и улучшил износостойкость в 1,33-2,03 раза. 2 табл.

(19) SU (11) 1395687 A1

Изобретение относится к металлургии, в частности к разработке состава чугуна для отливок, работающих в условиях повышенных ударно-циклических нагрузок и абразивного износа.

Цель изобретения - повышение ударно-усталостной долговечности, снижение склонности к образованию горячих трещин и улучшение износостойкости.

Нижние пределы углерода и кремния (2,8 и 0,8 мас.%) соответственно выбраны исходя из технологичности сплава - обеспечения достаточной жидкотекучести сплава (как правило сплав идет на изготовление тонкостенного литья - дробеметные лопатки, бронеплиты трубных мельниц и т.д., толщина стенок которых не превышает 5-10 мм и поэтому обеспечение хорошей жидкотекучести является важным фактором получения качественного литья. Верхние пределы (3,2 и 1,2 мас.%) соответственно выбраны исходя из необходимости обеспечения требуемой стойкости и износостойкости, вследствие образования при превышении верхнего предела хрупких сложных эвтектических карбидов и менее термостойкого карбида типа Me_3C .

Марганец - карбидостабилизирующий элемент, упрочняющий сплав. При этом он не образует собственные карбиды, в связи с чем содержание марганца ограничено в пределах 0,3-1,0 мас.%. При содержании марганца ниже нижнего предела образовавшийся при кристаллизации аустенит в случае быстрого охлаждения, что имеет место при изготовлении тонкостенных отливок, частично распадается на перлит и мартенсит. Наличие перлита в структуре чугуна ведет к резкому повышению износа деталей. Присадка марганца выше верхнего предела не приводит к существенному упрочнению.

Содержание хрома в пределах 10 - 15 мас.% обеспечивает кристаллизацию сплава по метастабильной диаграмме. Хром и ванадий - сильные карбидообразующие элементы, причем их собственные карбиды обладают значительно большей микротвердостью, чем карбиды железа и оказывают значительное влияние на твердость и износостойкость чугунов.

Нижний предел по содержанию хрома (10 мас.%) гарантирует требуемую

микроструктуру сплава (достаточное количество и распределение карбидов, для обеспечения износостойкости). Выше верхнего предела (15 мас.%) ухудшается форма и происходит укрупнение карбидов, что обуславливает снижение износостойкости и служебных свойств сплава.

Дополнительный ввод в состав предложенного чугуна ванадия в количествах 0,2-0,6 мас.% приводит к образованию карбидов и карбонитридов, которые равномерно расположены в металлической матрице сплава. Карбиды и карбонитриды ванадия характеризуются высокой дисперсностью (5-10 мкм) и микротвердостью ($H_{кв}$ 9000-10000 МПа), что способствует повышению износостойкости сплава. Вместе с тем ввод в состав чугуна ванадия улучшает его теплофизические свойства. Это связано с тем, что при кристаллизации повышается дисперсность продуктов распада аустенита, увеличивается количество карбидной фазы, что оказывает положительное влияние на улучшение теплопроводности. Склонность к образованию горячих трещин снижается.

Никель - сильный упрочняющий элемент. Нижний предел 0,3 мас.% обеспечивает достаточное упрочнение металлической матрицы. При верхнем пределе 1,0 мас.% в сочетании с суммарным содержанием ванадия, титана, марганца и хрома обеспечивается максимальный упрочняющий эффект.

Церий и титан - сильные рафинирующие элементы, способствуют связыванию O_2 , S и P в неметаллические включения и изменяют топографию их расположения, вытесняя с границ зерен и переводят непосредственно внутрь зерна. При этом значительно повышаются силы молекулярно-механического сцепления. Ударно-усталостная долговечность повышается вследствие отсутствия неметаллических включений, препятствующих движению дислокаций. Наряду с этим церий и титан способствуют измельчению и улучшению формы карбидных включений и равномерному их распределению в матрице, что также повышает стойкость чугуна в условиях ударно-абразивного износа. Нижние пределы 0,005 и 0,05 мас.% соответственно - минимальная добавка, при которых ощущается их положительное

влияние. Верхние пределы (0,1 0,1 мас.%) установлены исходя из принципа экономичности. Выше верхних пределов эффект прироста УУД и износостойкости незначительный.

Азот - элемент, образующий прочные соединения с титаном, ванадием, такие как нитриды и карбонитриды, равномерно располагаясь в матрице, они способствуют увеличению общей твердости чугуна и особенно износостойкости. Нижний предел его содержания 0,01 мас.% обеспечивает достаточное количество нитридов и карбонитридов для повышения износостойкости сплава. Верхний предел (0,02 мас.%) установлен исходя из ограниченной растворимости азота в жидких железоуглеродистых сплавах. Барий частично рафинирует чугун от примесей. Основное назначение бария в составе износостойкого чугуна - снижение различий в коэффициентах теплового расширения фаз при кристаллизации и затвердевании чугуна, повышение его теплопроводности. Установленные пределы содержания бария в чугуне (0,05-0,10 мас.%) обеспечивают снижение образования горячих трещин.

П р и м е р. Плавка исходного расплава чугуна осуществляется в индукционной тигельной печи емкостью 50 кг с кислой футеровкой тигля. После перегрева расплава до 1450°С осуществлялась доводка химического состава по основным и легирующим элементам. В качестве ферросплавов использовались: азотированный феррохром ФХ 400Н, ГОСТ 4757-67 (Cr 68%, N 5%), ферромарганец ФМп 0,5, ГОСТ 4755-70 (Mn 85%); ферротитан Тн 1, ГОСТ 4761-67 (Ti 30%); феррованадий Вд 1, ГОСТ 4760-49 (V 40%); электролитический никель, цериевый мишметалл МЦ-40, ЦМТУ-05-20-67 (Ce 36%); барий в виде ферросилиция с барием ФС 65 Ба7, ТУ 14-5-160-84 (Ba 8%). Усвоение элементов из ферросплавов, %: Cr 65-75; N 65-75; Mn 85-90; V 70; Ti 60-70. Усвоение Ni 85-90%, Ce 60-70%, Ba 70-80%. Для сравнительных испытаний известного и предложенного чугунов на ударно-усталостную долговечность использовали специальную установку, реализующую односторонний изгиб ударного образца без надреза сосредоточенным ударом в центре с частотой 400 уда-

ров в минуту. Образцы для испытаний на ударную усталость имели форму с размерами 10·10·55 мм. Испытания проводили при постоянной нагрузке 0,3 кГ. За критерий УУД принималось количество циклов нагружения до разрушения образца N_k . Склонность чугуна к образованию горячих трещин определялась с помощью прибора конструкции ЦНИИТМАШ с усовершенствованной электрической схемой. Принцип действия этого прибора основан на преобразовании усилий деформации пружины, тормозящей линейную усадку залитого образца при его охлаждении, в пропорциональные изменения разности потенциалов.

Данная методика позволяет получать качественные зависимости склонности сплава к образованию горячих трещин от различных металлургических факторов в виде усилия P, вызывающего образование горячих трещин в термическом узле образца. Исследования проводились на образце длиной 500 мм и диаметром 16 мм, переходящего в термический узел диаметром 50 мм.

Износостойкость оценивали весовым методом. Образец диаметром 10 мм перемещался по поверхности абразивного материала. Дисперсность корунда, который служил в качестве абразивного материала, составляла 250-320 мкм. Нагрузка на образец 1,5 кГ. Путь образца по поверхности составлял 50 м. Скорость движения 0,8 м/с.

В табл.1 приведены химические составы предложенного и известного чугунов, в табл.2 - результаты испытаний.

Как следует из табл.1, дополнительный ввод в состав предложенного чугуна V и Ba обеспечивает по сравнению с известным повышение ударно-усталостной долговечности в 1,16-1,44 раза, снижает склонность к образованию горячих трещин в 1,18-1,43 раза и улучшает износостойкость в 1,33-2,03 раза.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, никель, титан, церий, азот и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения ударно-усталостной долговечности,

снижения склонности к образованию горячих трещин и улучшения износостойкости, он дополнительно содержит ванадий и барий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	2,8-3,2
Кремний	0,8-1,2
Марганец	0,3-1,0

Хром	10-15
Никель	0,3-1,0
Титан	0,05-0,1
Церий	0,005-0,1
Азот	0,01-0,02
Ванадий	0,2-0,6
Барий	0,05-0,10
Железо	Остальное

10

Т а б л и ц а 1

Чугун	Пределы содержания	Химический состав, мас. %											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	N	Ce	Sb	V	Ba	Fe
Известный	Средний	2,8	1,8	4,3	7	1,8	0,3	0,15	0,25	0,25	-	-	Остальное
Предложенный	Нижний	2,8	0,8	0,3	10	0,3	0,05	0,01	0,005	-	0,2	0,05	"-
	Средний	3,0	1,0	0,6	12	0,6	0,07	0,015	0,005	-	0,4	0,07	"-
	Верхний	3,2	1,2	1,0	15	1,0	0,1	0,02	0,1	-	0,6	0,1	"-

Т а б л и ц а 2

Чугун	Пределы содержания	Свойства			
		УУД, $N_k \cdot 10^2$ циклов	Усилие образования горячих трещин, P, кГ	Линейная усадка, %	Износостойкость, г
Известный	Средний	105	102	2,18	1,2
Предложенный	Нижний	122	121	2,0	0,9
	Средний	140	137	1,88	0,66
	Верхний	152	146	1,80	0,59

П р и м е ч а н и е. Испытания проводились на образцах, подвергнутых закалке с последующим охлаждением в струе воздуха. Температура аустенизации $920 \pm 10^\circ \text{C}$.

Редактор Т.Лазоренко Составитель Н.Косторной
 Техред Л.Сердюкова Корректор И.Муска

Заказ 2468/27

Тираж 594

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