



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4281075/31-02
(22) 13.07.87
(46) 30.01.89, Бюл. № 4
(71) Белорусский политехнический институт
(72) В.К.Михайловский, М.М.Бондарев, И.М.Громыко и В.Н.Рыбаков
(53) 669.15-196(088.8)
(56) Патент Франции № 1362572, кл. С 22 С 37/00, 1972.

Авторское свидетельство СССР
№ 836186, кл. С 22 С 37/10, 1981.

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

в условиях трения и ударно-циклических нагрузок. Целью изобретения - повышение ударно-усталостной долговечности при сохранении уровня износостойкости. Новый чугун содержит, мас. %: С 3,2-4,5; Si 2-2,8; Mn 0,1-0,4; Cr 0,6-1,2; Cu 0,8-1,4; Mo 0,6-1,0; V 0,2-0,6; P 0,2-0,6; N 0,01-0,02; Sb 0,02-0,04; Nb 0,4-0,8; PЗМ 0,005-0,01 и Fe остальное. Дополнительный ввод в состав чугуна Sb, Nb и PЗМ обеспечил по сравнению с известным составом повышение ударно-усталостной долговечности в 1,36-1,56 раза при сохранении уровня износостойкости чугуна. 2 табл.

Изобретение относится к металлургии, в частности к разработке составов чугуна для отливок, работающих в условиях трения и ударно-циклических нагрузок.

Цель изобретения - повышение ударно-усталостной долговечности (УУД) при сохранении уровня износостойкости.

Выбор граничных пределов содержания компонентов, входящих в состав предложенного чугуна, обусловлен следующими соображениями.

Углерод и кремний: нижние пределы (3,2 и 2,0 мас. % соответственно) выбраны исходя из технологичности сплава и обеспечения его достаточной жидкотекучести. Верхние пределы (4,5 и 2,8 мас. % соответственно) выбраны исходя из необходимости обеспечения

требуемой стойкости и износостойкости чугуна.

5 Марганец - карбидостабилизирующий элемент, упрочняющий сплав. При этом он не образует собственные карбиды, в связи с чем содержание марганца ограничено в пределах 0,1-0,4 мас. %. Превышение содержания марганца выше 10 верхнего предела не приводит к существенному упрочнению сплава.

15 Наличие хрома в составе чугуна в пределах 0,6-1,2 мас. % обеспечивает кристаллизацию сплава по метастабильной диаграмме с образованием ледебуритной эвтектики. Хром относится к сильным карбидообразующим элемен- 20 там, существенно повышающим твердость и износостойкость чугунов. Нижний предел содержания хрома (0,6 мас. %) обусловлен отсутствием

эффекта повышения твердости, верхний (1,2 мас.%) ограничен снижением жидкотекучести и увеличением склонности чугуна к пленообразованию.

Медь в составе чугуна вызывает эффект дисперсионного твердения, что способствует измельчению перлитно-цементитной эвтектики. Нижний предел содержания меди (0,8 мас.%) - минимальная концентрация, вызывающая эффект дисперсионного твердения. Верхнее содержание меди в чугуне (1,4 мас.%) ограничено стабилизацией дисперсионного твердения и незначительным повышением УУД сплава. Молибден и ванадий - упрочняющие элементы, действие которых связано с измельчением графитных включений, стабилизацией перлитной составляющей структуры за счет увеличения дисперсности и микротвердости перлита. Содержание молибдена и ванадия ниже нижнего предела (< 0,6 мас.% и < 0,2 мас.%) приводит к резкому снижению прочностных характеристик, а содержание их выше верхнего предела (> 1,0 мас.% и > 0,6 мас.%) экономически нецелесообразно.

Сурьма стабилизирует перлитную составляющую структуры чугуна, способствует также переохлаждению расплава, изменяет форму и размеры графитных включений. Общее число включений графита с добавкой сурьмы увеличивается, что благоприятно сказывается на повышении износостойкости чугуна. Верхний предел содержания сурьмы (0,04 мас.%) ограничен малым приростом перлитизирующего эффекта, нижний (0,02 мас.%) обусловлен достижением требуемой прочности.

Фосфор существенно повышает жидкотекучесть высокоуглеродистых сплавов и усредняет число графитных включений. Общее число включений графита становится меньше, но располагаются они в металлической основе чугуна более равномерно. Кроме того, в присутствии сурьмы и азота фосфор в чугуне образует сложную азотсодержащую фосфидно-сурьмянистую эвтектику, обладающую большей твердостью ($H_{\mu} \approx 735 \text{ кг/мм}^2$), по сравнению с обычной фосфидной ($H_{\mu} \approx 580 \text{ кг/мм}^2$), которая, располагаясь по границам зерен в виде разорванной сетки и обладая большей температурой плавления ($\approx 1100^{\circ}\text{C}$),

способствует повышению износостойкости чугуна. Обычная (Fe - Fe₃P) эвтектика, располагаясь сплошной сеткой по границам зерен, имеет невысокую температуру плавления ($T_{\text{пл}} \approx 950^{\circ}\text{C}$). При длительной работе чугун нагревается до температур, близких к температуре плавления эвтектики, происходит подплавление эвтектики по границам зерен и затем резкое повышение темпа износа, материал разрушается.

Верхний предел содержания фосфора (0,6 мас.%) ограничен достижением максимума твердости сплава, нижний предел (0,2 мас.%) обусловлен снижением жидкотекучести чугуна.

Дополнительный ввод в состав износостойкого чугуна ниобия способствует измельчению структуры металлической основы за счет образования мелкодисперсных карбидов ниобия, равномерно расположенных по сечению отливки, предотвращая микроликвационную неоднородность сплава. При этом существенно повышается УУД чугуна.

Нижний предел содержания ниобия в чугуне (0,4 мас.%) установлен необходимым количеством карбидов ниобия для уменьшения микроликвационной неоднородности. Верхний предел (0,8 мас.%) ниобия не вызывает существенного увеличения дисперсности карбидов и повышения УУД.

РЗМ введенные в состав чугуна, относятся к сильным рафинирующим элементам, связывают O_2 и S (примеси чугуна) в неметаллические включения и изменяют топографию их расположения, вытесняя с границ зерен и переводя последние непосредственно внутрь зерна. При этом значительно повышаются силы молекулярно-механического сцепления. УУД повышается вследствие удаления неметаллических включений с границ зерен, препятствующих движению дислокаций. Нижний предел содержания РЗМ (0,005 мас.%) - минимальная концентрация, при которой осуществляется его положительное влияние. Верхний предел (0,01 мас.%) установлен исходя из принципа экономичности. Выше верхнего предела эффект прироста УУД и износостойкости незначительный.

Пример. Плавку исходного расплава чугуна осуществляли в индук-

ционной тигельной печи емкостью 50 кг с кислой футеровкой тигля. После перегрева расплава до 1450°C осуществляется доводка химического состава по основным и легирующим элементам. В качестве ферросплавов использовали: азотированный феррохром ФХ 40СН (Cr 68%, N 5%), ферромарганец ФМп 0,5 (85% Mn), ферромolibден ФМ2 (Mo 55%), феррониобий ФН-3 (Nb 55,6%), феррованадий Вг1 (V 40%), катодную медь МЧ, кристаллическую сурьму Су2, цериевый мипметалл МЦ-40 (Ce 36%).

Усвоение элементов из ферросплавов, %: Cr 65-75; N 65-75; Mn 85-90; V 70; Mo 80; Nb 85. Усвоение Cu 90%, Sb 90%, PЗМ 60-70%.

Для сравнительных испытаний известного и предложенного чугунов на УУД использовали специальную установку, реализующую односторонний изгиб ударного образца без надреза

сосредоточенным ударом в центре с частотой 400 ударов в минуту. Образцы для испытаний на ударную устойчивость имели размеры 10×10×55 мм. Испытания проводили при постоянной нагрузке 0,3 кг. За критерий УУД принимали количество циклов нагружения до разрушения образца.

Износостойкость оценивали весовым методом. Образец диаметром 10 мм перемещали 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 таблице 1 приведены химические составы предлагаемого и известного чугунов, в таблице 2 - результаты испытаний.

Т а б л и ц а 1

Сплав	Пределы содержания	Химический состав, мас.%													Fe
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	V	P	N	Sb	Nb	PЗМ	
Известный	Средний	3,8	2,3	0,75	0,9	0,6	1,15	0,6	0,4	0,5	0,05	-	-	-	Остальное
Предлагаемый	Нижний	3,2	2,0	0,1	0,6	-	0,8	0,6	0,2	0,2	0,01	0,02	0,4	0,005	Остальное
	Средний	3,8	2,4	0,25	0,9	-	1,1	0,8	0,4	0,4	0,015	0,03	0,6	0,0075	Остальное
	Верхний	4,5	2,8	0,4	1,2	-	1,4	1,0	0,6	0,6	0,02	0,04	0,8	0,01	Остальное

Т а б л и ц а 2

Чугун	Пределы содержания	Свойства	
		УУД, $N_k \times 10^2$ циклов до разрушения	Износ, г
Известный	Средний	110	1,8
Предлагаемый	Нижний	150	1,4
	Средний	166	1,1
	Верхний	172	1,0

Как видно из полученных результатов испытаний, чугун предложенного состава отличается более высокой УУД (в 1,36 - 1,56 раза) при сохранении достаточно высокого уровня износостойкости.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, медь, молибден, ванадий, фосфор, азот и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения ударно-усталостной долговечности при сохранении уровня износостойкости, он дополнительно содержит сурьму, ниобий и редкоземельные элементы при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	3,2 - 4,5
Кремний	2,0 - 2,8
Марганец	0,1 - 0,4
Хром	0,6 - 1,2

	7	1454873	8
Медь	0,8 - 1,4		Сурьма 0,02 - 0,04
Молибден	0,6 - 1,0		Ниобий 0,4 - 0,8
Ванадий	0,2 - 0,6		Редкоземельные
Фосфор	0,2 - 0,6	5	элементы 0,005 - 0,01
Азот	0,01 - 0,02		Железо Остальное

Редактор М. Циткина Составитель Н. Косторной
 Техред М. Дидык Корректор И. Муска

Заказ 7413/31 Тираж 576 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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