



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4313058/31-02  
(22) 05.10.87  
(46) 07.05.89. Бюл. № 17  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) Л.Л. Счисленок, Е.И. Шитов, М.М. Бондарев, В.М. Михайловский и М.С. Коладынская  
(53) 669.13.018.24.3.73 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1090751, кл. С 22 С 37/10, 1983.  
Авторское свидетельство СССР № 1151583, кл. С 22 С 37/10, 1983.  
(54) ЧУГУН  
(57) Изобретение относится к металлургии, в частности к литейному производству, а именно к составам высокоуглеродистых сплавов железа, и мо-

жет быть использовано для литых деталей, предназначенных для работы в агрессивных жидкометаллических средах. Цель - снижение износа и повышение термостойкости при работе в жидкометаллической среде. Чугун содержит, мас. %: углерод 2,5-3,4; кремний 1,5-2,0; марганец 0,005-0,04; сурьма 0,04-0,08; хром 0,2-2,0; молибден 0,5-1,0; алюминий 0,06-2,0; никель 0,1-1,0; бор 0,004-0,07; свинец 0,008-0,04; медь 0,3-1,0; церий 0,005-0,008; железо остальное. При испытании чугуна в жидкометаллическом потоке расплава силумина АЛЧ при 820°С износ составляет 2,9-3,6 г/ч, а термостойкость до появления первой трещины равна 1930-2084 циклов. 1 табл.

1

Изобретение относится к металлургии, в частности к литейному производству, а именно к составам высокоуглеродистых сплавов железа, и может быть использовано для литых деталей, предназначенных для работы в агрессивных жидкометаллических средах.

Целью изобретения является снижение износа и повышение термостойкости при работе в жидкометаллической среде.

Пределы содержания всех компонентов (по массе) установлены, исходя из получения благоприятного сочетания свойств и структуры металла.

Нижний предел по содержанию углерода 2,5 мас. %, кремния 1,5 мас. %, алюминия 0,06 мас. %, свинца

2

0,008 мас. % обеспечивает получение металлической основы с включениями ледебурита не более 5%.

Верхний предел по содержанию углерода 3,4 мас. %, кремния 2,0 мас. %, сурьмы 0,08 мас. %, хрома 2,0 мас. %, никеля 1,0 мас. % и бора 0,07 мас. % вызван необходимостью получения высокодисперсной перлитной структуры с количеством феррита не более 10 мас. %.

Свинец при содержании его в чугуне в пределах 0,008-0,04 мас. % обеспечивает получение однородной структуры в различных сечениях отливки. Повышение содержания свинца (свыше 0,04 мас. %) приводит к анизотропии свойств в отливке, что вызвано укруп-

нением графита и отрицательно сказывается на термостойкости и износостойкости чугуна.

Повышение молибдена в сплаве (свыше 1 мас.%) приводит к образованию карбидов и обеднению матрицы молибденом. Содержание молибдена ниже 0,5 мас.% не оказывает существенного влияния на термостойкость и износостойкость при высоких температурах.

Нижний предел по содержанию сурьмы 0,04 мас.% и бора 0,004 мас.% обеспечивает значительное повышение свойств материала при минимальной степени легирования.

Никель и хром в количествах 0,1 и 0,2 мас.% соответственно позволяют получить при затвердевании чугуна твердый расплав  $\alpha$ -фазы с относительно небольшим количеством карбидов сложного состава, расположенных внутри эвтектических зерен. Карбиды при длительной выдержке в интервале температур 780–820°С, являющихся рабочими температурами чугуна предлагаемого состава, растворяются в матрице и дополнительно легируют ее. Увеличение содержания никеля (свыше 1,0 мас.%) вызывает ферритизацию сплава. К такому же результату приводит повышение алюминия (более 2 мас.%) и марганца (сверх 0,04 мас.%).

Дополнительный ввод в чугун меди гарантирует получение перлитной структуры и повышает дисперсность перлита, что улучшает износостойкость чугуна. Кроме того, медь, повышая теплопроводность сплава, положительно влияет на увеличение термостойкости чугуна. Повышению теплопроводности чугуна, а следовательно, и термостойкости способствует также наличие в сплаве церия. В данном случае положительный эффект достигается за счет измельчения включений графита и обеспечения более равномерного их распределения в объеме металлической основы чугуна. Верхний предел по содержанию меди 1,0 мас.% обеспечивает получение высокодисперсной перлитной структуры и подавляет образование феррита вокруг включений графита. Превышение содержания меди (сверх 1,0 мас.%) сопровождается малым ростом перлитизации металлической матрицы и износостойкости и, хотя и сопровождается некоторым ростом теплопроводности и термостой-

кости, дальнейшая добавка меди экономически нецелесообразна. Понижение содержания меди (ниже 0,3 мас.%) приводит к ферритизации металлической основы чугуна.

Содержание церия в чугуне в пределах 0,005–0,008 мас.% способствует распаду цементитных включений с образованием перлита. Добавка церия приводит к измельчению графитных включений, начиная с величины 0,005 мас.%, что и является нижним пределом содержания церия. Ниже содержания 0,005 мас.% церия термостойкость чугуна ухудшается.

Верхний предел по церию 0,008 мас.% ограничен карбидообразующим действием церия. При содержании церия более 0,008 мас.% в твердом растворе образуются нерастворимые карбиды церия, которые, располагаясь по границам зерен, снижают прочность и износостойкость чугуна как в горячем, так и в холодном состояниях.

Для исследования структуры и свойств чугуна предлагаемого состава выплавляют составы, содержащие компоненты на нижнем, среднем и верхнем уровнях. Известный сплав содержит компоненты на среднем уровне.

Технология плавки чугуна заключается в расплавлении высокоуглеродистых металлизированных окатышей, науглероживании расплава и ввода ферросплавов (по массе) кремния (75%), хрома (45%), молибдена (45%), бора (17%), церия (45%), кристаллической сурьмы, электролитического никеля, технического алюминия, катодной меди и свинца.

Расчет шихты (по массе) для получения чугуна предлагаемого состава осуществляется с учетом усвоения кремния, сурьмы, никеля, свинца, меди и алюминия на уровне 85–90%, хрома, молибдена и бора на уровне 75–85% и церия 50%.

Испытания на стойкость материала в условиях износа в жидкометаллическом потоке проводят по следующей методике. Образцы погружают в ванну, содержащую расплав силумина АЛЧ с температурой 820°С, и вращают со скоростью 750 об/мин. Стойкость образцов оценивают весовым методом. Термостойкость сплава оценивают по числу циклов до появления первой сквозной трещины. Образцы имеют фор-

му шайб с наружным диаметром 30 и внутренним 20 мм, толщиной 6 мм. Образцы периодически охлаждают в воде.

Составы сплава и свойства приведены в таблице.

Как видно из данных таблицы, предлагаемый чугун обеспечивает повышение термостойкости в жидкометаллической среде в 1,12-1,20 раз, и уменьшает износ материала в 1,11-1,38 раза по сравнению с известным.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я 15

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, сурьму, хром, молибден, алюминий, никель, бор, свинец, железо, отличающийся 20

тем, что, с целью снижения износа и повышения термостойкости при работе в жидкометаллической среде, он дополнительно содержит медь и церий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	2,5-3,4
Кремний	1,5-2,0
Марганец	0,005-0,04
Сурьма	0,04-0,08
Хром	0,2-2,0
Молибден	0,5-1,0
Алюминий	0,06-2,0
Никель	0,1-1,0
Бор	0,004-0,07
Свинец	0,008-0,04
Медь	0,3-1,0
Церий	0,005-0,008
Железо	Остальное

Сплав	Содержание компонентов, мас. %						
	Углерод	Кремний	Марганец	Сурьма	Хром	Молибден	Алюминий
Известный	3,2	1,9	0,022	0,01	1,75	0,25	0,3
Предлагаемый							
1	2,5	1,5	0,005	0,04	0,2	0,5	0,06
2	2,95	1,75	0,022	0,06	1,1	0,75	1,03
3	3,4	2,0	0,04	0,08	2,0	1,0	2,0

Продолжение табл. 1

Сплав	Содержание компонентов, мас. %						Свойства чугуна	
	Никель	Бор	Свинец	Медь	Церий	Железо	Износ чугуна, г/ч	Образование первой трещины, циклы
Известный	0,55	0,11	0,075	-	-	Остальное	4,0	1729
Предлагаемый								
1	0,1	0,004	0,008	0,3	0,005	"	3,6	1930
2	0,55	0,037	0,024	0,65	0,0065	"	3,1	2084
3	1,0	0,07	0,04	1,0	0,008	"	2,9	1960

Составитель А. Зенцов

Редактор Н. Гунько

Техред Л. Олийнык

Корректор А. Обручар

Заказ 2317/26

Тираж 577

Подписное

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

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101