



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4729032/02
(22) 08.08.89
(46) 23.11.91. Бюл. № 43
(71) Белорусский политехнический институт
(72) С.Н.Леках, В.Ф.Дурандин, А.Н.Шалай,
Л.Л.Счисленок, В.А.Гольдштейн и Н.К.Муханов
(53) 669.13.018(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1084331, кл. С 22 С 37/08, 1983.
Авторское свидетельство СССР
№ 1135790, кл. С 22 С 37/08, 1983.
(54) ЧУГУН
(57) Изобретение относится к литейному
производству, а именно к составам высоко-
углеродистых сплавов железа, и может быть

2

использовано для получения ответственных
литых заготовок. Целью изобретения явля-
ется повышение жидкотекучести, сопротив-
ляемости задиру при сохранении
износостойкости. Предлагаемый чугун со-
держит, мас. %: углерод 3,2-3,6; кремний
1,8-2,8; марганец 0,5-1,0; хром 0,2-0,35; ни-
кель 0,1-0,6; медь 0,55-1,2; ванадий 0,05-
0,2; титан 0,02-0,08; ниобий 0,05-0,2;
фосфор 0,25-0,6; барий 0,005-0,02; висмут
0,002-0,015; железо - остальное. Предлага-
емый состав целесообразно использовать
для изготовления гильз цилиндров без по-
следующей закалки ТВЧ для дизельных дви-
гателей воздушного охлаждения. 2 табл.

Изобретение относится к металлургии,
а именно к составам высокоуглеродистых
сплавов железа, и может быть использовано
для получения ответственных литых загото-
вок, например, гильзы цилиндров дизель-
ных двигателей воздушного охлаждения, к
материалу которых предъявляются повы-
шенные требования в плане износостойко-
сти, жидкотекучести (так как стенка гильзы
цилиндра тонкая, ребристая), сопротивляе-
мости задиру.

Цель изобретения - повышение сопро-
тивляемости задиру, жидкотекучести и
снижение стоимости при сохранении из-
носостойкости.

Указанная цель достигается тем, что чу-
гун преимущественно для гильз цилиндров
дизельных двигателей воздушного охлажде-
ния содержит углерод, кремний, марганец,
хром, никель, медь, ванадий, титан, ниобий,

фосфор и железо, барий, висмут при следую-
щем соотношении ингредиентов, мас. %:

Углерод	3,2-3,6
Кремний	1,8-2,8
Марганец	0,5-1,0
Хром	0,2-0,35
Никель	0,1-0,6
Медь	0,55-1,20
Ванадий	0,05-0,20
Титан	0,02-0,08
Ниобий	0,05-0,20
Фосфор	0,25-0,60
Барий	0,005-0,020
Висмут	0,002-0,015
Железо	Остальное

Совместный ввод бария и висмута в ука-
занных пределах улучшает сопротивляе-
мость задиру при снижении суммарного
вклада пары трения за счет комплексного
влияния на распределение и размеры вклю-

чений графита и строение металлической матрицы. В частности обеспечивается измельчение включений графита до 45–90 мкм при одновременном исключении отбела в тонких сечениях, характерных для ребристой гильзы цилиндров двигателей воздушного охлаждения. Измельчение эвтектического зерна за счет совместного ввода висмута и бария приводит к улучшению строения фосфидной эвтектики, которая играет важную роль в формировании задиристости, износостойкости.

Ниобий усиливает стабилизирующее действие таких элементов, как хром, ванадий, титан, а также изменяет морфологию структурно-свободных карбидов и фосфидной эвтектики, играющих важную роль в формировании задиристости, износостойкости и твердости металлической основы.

Наличие в составе предлагаемого чугуна фосфора в указанных пределах (0,25–0,6 мас. %) приводит к формированию в структуре фосфидной эвтектики в виде разорванной сетки (Фр1, Фр2), повышает жидкотекучесть, твердость.

Медь (0,55–1,2%) в предлагаемом составе совместно с никелем устраняет неравномерность свойств по сечениям отливки, улучшает прочностные и технологические характеристики чугуна. Комплексное легирование суммой ниобия, висмута, фосфора при предлагаемой концентрации меди и хрома способствует снижению износа контртела (кольца) из высокопрочного чугуна, особенно в присутствии абразивных частиц, и повышению сопротивляемости задиру. Ванадий, марганец, хром и титан в указанных пределах, оказывая эффективное влияние на первичную кристаллизацию, эвтектическое и эвтектоидное превращение, способствуют получению чугуна с мелкодисперсной матрицей и равномерно распределенными включениями графита, что, в свою очередь, обеспечивает снижение склонности сплава к выкрашиванию структурных составляющих в процессе износа.

Нижние пределы по углероду (3,2 мас. %) и кремнию (1,8 мас. %) обусловлены необходимостью исключения структурно-свободного цементита. Превышение верхних пределов концентрации данных элементов приводит к ухудшению формы, размеров и распределения графита. Наличие в чугуне марганца ниже 0,5 мас. % не обеспечивает требуемого упрочнения матрицы, а при добавках выше 1,0 мас. % увеличивается склонность сплава к усадочным явлениям. При концентрации ванадия, титана, ниобия и хрома ниже указанных пред-

елов (0,05; 0,02; 0,05; 0,2 мас. %, соответственно) в структуре чугуна появляется феррит, существенно снижающий твердость сплава, износостойкость и сопротивляемость задиру. Добавки в сплав этих же элементов выше верхних пределов (0,2; 0,08; 0,2; 0,35 мас. % соответственно) резко ухудшают обрабатываемость и, кроме того, приводят к удорожанию отливок. Введение хрома более 0,35 мас. % может приводить к выделению эвтектических карбидов, что вызывает уменьшение жидкотекучести и износостойкости. Нижние пределы по никелю 0,1 мас. % и меди 0,55 мас. % выбраны, исходя из получения равномерной твердости в сечениях отливки. При концентрациях этих элементов выше верхних пределов (0,6 и 1,2 мас. %, соответственно) степень их влияния на перлитизацию сплава незначительна и экономически нецелесообразна. При содержании фосфора 0,25–0,6 мас. % в структуре образуется равномерно распределенная эвтектика, существенно влияющая на достижение поставленной цели. При концентрации фосфора ниже 0,25 мас. % в структуре не образуется разорванная фосфидная сетка. Добавка указанного элемента выше 0,6 мас. % охрупчивает сплав, что приводит к повышенному браку по трещинам. Выбранные пределы содержания бария (0,005–0,02 мас. %) и висмута (0,002–0,015 мас. %) обеспечивают за счет эффективного модифицирования исключение в тонких сечениях отливок из предлагаемого сплава структурно-свободного цементита и измельчения графита. Указанные элементы благоприятно влияют на форму и морфологию сложнoleгированной фосфидной эвтектики.

Оптимальный состав предлагаемого чугуна содержит, мас. %:

	углерод	3,4;
	кремний	2,3;
	марганец	0,75;
	хром	0,26;
45	никель	0,35;
	медь	0,85;
	ванадий	0,12;
	титан	0,05;
	барий	0,012;
50	ниобий	0,12;
	висмут	0,0085;
	фосфор	0,42.

Примечание. Для получения чугуна выплавляют три состава предлагаемого чугуна на нижнем, среднем и верхних пределах, два состава с пределами содержания ингредиентов ниже нижнего и выше верхнего пределов. Для сравнительных испытаний используют известный чугун, содержащий ингредиенты на среднем пределе.

Плавки проводят в индукционной печи с кислой футеровкой. В качестве шихты используют литейный чугун ЛЗ, стальной лом, ферросплавы марганца, кремния, ванадия, титана, хрома, ниобия, фосфора, гранулированный никель, катодную медь, барийсодержащую лигатуру (типа Фс65Ва10, 10 мас. % бария) и лигатуру с висмутом на основе меди (В1 до 10 мас. %). Шихту загружают в печь, после расплавления и перегрева до 1460°C вводят ферросплавы в требуемых количествах с учетом степени их усвоения (марганец, медь, никель, хром, ванадий 85-95 мас. %, фосфор, титан, ниобий 70-80 мас. %). Перед разливкой жидкий металл обрабатывают барийсодержащей лигатурой и лигатурой с висмутом на основе меди, усвоение 70-80 мас. %.

Чугун заливают в разовые песчаные формы. Из полученных заготовок вырезают образцы шириной 50 мм, длиной 150 мм и толщиной 5 мм для испытаний на износ, которые проводят на машине трения с возвратно-поступательным движением в условиях граничного трения. При испытании применяют дизельное масло при 400 двойных ходов в минуту. В качестве контртела применяют высокопрочный чугун марки ВЧ50 (200 НВ). Критерием интенсивности истирания принята величина износа, выраженная в мг/100 ч. Оценку сопротивляемости задиру предлагаемого сплава проводят на установке, оборудованной специальным приспособлением. Образцы закрепляют в стальные обоймы и прижимают к рамкам диаметром 40 мм и шириной 20 мм, изготовленным из стали 45 (твердостью 55 НRc). Перед началом испытаний, которые проводят без применения смазки, образцы и ролики обезжиривают бензином. Скорость вращения ролика 0,4 м/с, нагружение образцов осуществляют путем увеличения удельного давления ступенями по 5 МПа через каждую минуту. Момент наступления задира определяют по удельной нагрузке, при которой резко увеличивается коэффи-

циент трения. Жидкотекучесть сплава определяют по спиральной пробе с площадью сечения 40 мм².

Химический состав и результаты испытаний сплавов приведены в табл. 1 и 2. Как видно из табл. 1 и 2, введение в состав сплава бария и висмута позволяет существенно повысить износостойкость, сопротивление задиру и жидкотекучесть.

Структура предлагаемого сплава перлитная с равномерно распределенной разорванной сеткой фосфидной эвтектики сложного состава и равномерно распределенных включений графита с размером до 90 мкм.

Предлагаемый состав целесообразно использовать для изготовления гильз цилиндров без последующей закалки ТВЧ для дизельных двигателей воздушного охлаждения.

Формула изобретения

Чугун преимущественно для гильз цилиндров дизельных двигателей воздушного охлаждения, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, никель, медь, ванадий, титан, ниобий, фосфор и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения жидкотекучести, сопротивляемости задиру и снижения стоимости при сохранении износостойкости, он дополнительно содержит барий и висмут при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	3,2-3,6
Кремний	1,8-2,8
Марганец	0,5-1,0
Хром	0,2-0,35
Никель	0,1-0,6
Медь	0,55-1,20
Ванадий	0,05-0,20
Титан	0,02-0,08
Ниобий	0,05-0,20
Фосфор	0,25-0,60
Барий	0,005-0,020
Висмут	0,002-0,015
Железо	Остальное.

Т а б л и ц а 1

Состав	Содержание элементов, мас. %									
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	V	Ti	Ba	
1 (Известный)	3,1	2,1	0,6	0,13	0,8	1,6	0,5	0,5	-	
2	3,2	1,8	0,5	0,2	0,1	0,55	0,05	0,02	0,005	
3	3,4	2,3	0,75	0,26	0,35	0,85	0,12	0,05	0,012	
4	3,6	2,8	1,0	0,35	0,6	1,20	0,2	0,08	0,02	

Продолжение табл.1

Состав	Содержание элементов, мас. %						
	Nb	P	Bi	B	Ce	La	Fe
1 (Известный)	1,05	0,17	-	0,04	0,02	0,03	Остальное
2	0,05	0,25	0,002	-	-	-	Остальное
3	0,12	0,42	0,085	-	-	-	"
4	0,20	0,6	0,015	-	-	-	"

Т а б л и ц а 2

Состав	Износ, мг/100 ч	Сопротивляемость задиру, МПа	Жидкотекучесть
1.	42	51,0	390
2	51	46,4	550
3	43	50,1	630
4	39	52,9	660

Редактор Н.Яцولا

Составитель Н.Шепитько
Техред М.Моргентал

Корректор Н.Король

Заказ 4054

Тираж

Подписное

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

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