



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4235369/31-02

(22) 27.04.87

(46) 30.03.89. Бюл. № 12

(71) Белорусский политехнический институт

(72) М.М.Бондарев, В.М.Михайловский, В.Н.Рыбаков, И.М.Громько и Н.Б.Кузнецова

(53) 669.15-196 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 555163, кл. С 22 С 37/10, 1975.

Патент Англии № 1149401, кл. С 7 А, 1966.

(54) ЧУГУН

(57) Изобретение относится к области металлургии и может быть использовано для получения литых деталей, работающих при высоких температурах под нагрузкой. Цель изобретения -

повышение критической нагрузки, вызывающей пластическую деформацию в интервалах температур 673-813К, износостойкости, термостойкости и жидкотекучести. Предлагаемый чугун содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: С 3,0-3,6; Si 1,8-2,4; Mn 0,005-0,04; V 0,05-0,14; Mo 0,1-0,5; Al 0,1-0,5; Ni 0,1-0,6; Cr 0,1-0,5; Ta и/или Nb 0,15-0,35; Ti 0,01-0,50; Zr 0,2-0,8; Sb 0,05-0,10; As 0,1-0,4; Fe ост. Чугун имеет следующие свойства: жидкотекучесть 128-135 мм; износ 0,093-0,0132 г, термостойкость 52-60 циклов до разрушения, критическая нагрузка пластической деформации при 673 К 301-368 МПа, при 873 К 278-346 МПа. 2 табл.

1

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано для получения литых деталей, работающих при высоких температурах под нагрузкой.

Цель изобретения - повышение критической нагрузки, вызывающей пластическую деформацию в интервалах температур 673 - 873 К, износостойкости, термостойкости и жидкотекучести.

Пределы содержания элементов в составе чугуна установлены экспериментально. Содержание углерода и кремния определено, исходя из обеспечения требуемой графитизации сплава. Минимальное их содержание обес-

2

печивает получение в чугуне при максимальном содержании карбидообразующих элементов, не более 10% структурно-свободных карбидов. Максимальное содержание углерода и кремния обусловлено снижением износостойкости и величины критической нагрузки, вызывающей пластическую деформацию при содержании легирующих элементов на нижнем уровне, так и в термообработанном виде. Минимальное содержание ванадия и молибдена обеспечивает требуемый запас прочности и износостойкости при высоких температурах. Верхние пределы содержания этих элементов ограничены вследствие

их сильного отбеливающего действия, из-за чего снижается критическая нагрузка, вызывающая пластическую деформацию.

Сурьма в чугунах в количествах 0,05-0,1% способствует получению высокодисперсной перлитной структуры с количеством феррита не более 10%. Содержание сурьмы менее 0,05% приводит к ферритизации металлической основы чугуна, а выше 0,1% огрубляет перлитную составляющую и снижает износостойкость и приводит к уменьшению критической нагрузки при пластической деформации.

Алюминий в составе сплава является сильным графитизатором. Оксиды алюминия являются подложками для кристаллизации графита. Добавка алюминия выше 0,5% приводит к сильной ферритизации матрицы, а ниже 0,1% не оказывает влияния на эффект графитизации. Содержание алюминия в пределах 0,1-0,5% измельчает включения графита. Положительное влияние алюминия на износостойкость связано с появлением в составе чугуна эвтектоидной структуры сложного карбида Fe_3AlC_x взамен цементита. Присутствие алюминия в пределах 0,1-0,5% исключает также образование газовой пористости в отливках.

Никель, введенный в сплав в количестве 0,1-0,6% за счет снижения температуры $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения замедляет диффузию атомов углерода и образование графита в процессе перлитного превращения, тем самым повышая прочность и "горячую" твердость сплава.

Наличие в сплаве указанного элемента способствует, кроме того, более равномерному распределению свойств по сечению отливки.

Ниобий и тантал очень близки между собой как по химическим свойствам, так и по влиянию на свойства сплавов системы Fe-C. Введение в состав чугуна ниобия и тантала способствует перлитизации металлической матрицы и повышает дисперсность фаз за счет образования сложных устойчивых карбидов $Nb_{23}C_6$ и $Ta_{23}C_6$, твердость которых соответственно равна 83 и 82 ед HRA. Располагаясь вдоль границ эвтектических зерен, они препятствуют их росту, что повышает критическую нагрузку пластической деформации

и способствует снижению износостойкости чугуна. Содержание ниобия или (и) тантала на уровне 0,15% соответствует существенному увеличению порога начала пластической деформации. При содержании свыше 0,35% данные элементы ухудшают жидкотекучесть и износостойкость сплава вследствие образования сплошной сетки карбидов.

Титан, начиная с добавок 0,01%, оказывает сильное графитизирующее действие на чугун. Обладая большим сродством к азоту и кислороду, растворенным в чугунах, он образует многочисленные подложки для кристаллизации графитной фазы, измельчая графит. При содержании свыше 0,5% титан способствует образованию первичных карбидов, снижающих критическую нагрузку пластической деформации.

Хром при содержании до 0,5% упрочняет металлическую основу чугуна. При концентрации свыше 0,5% хром повышает износостойкость, но снижает жидкотекучесть и критическую нагрузку пластической деформации за счет образования большого числа карбидов $Cr_{23}C_6$ и $Cr_{7}C_3$, имеющих кубическую форму и служащих концентраторами напряжений при деформации и ухудшающих течение расплава по каналам литейной формы.

Цирконий при вводе его в чугун в количестве 0,2-0,8% измельчает включения графита и оказывает положительное воздействие на металлическую основу чугуна. Повышение дисперсности матрицы и ее гомогенизации приводят к повышению критической нагрузки пластической деформации и износостойкости. При содержании свыше 0,8% цирконий приводит к образованию карбидов. Такая структура способствует снижению прочностных свойств сплава при высоких температурах. Добавка циркония менее 0,2% способствует измельчению включений графита, но не упрочняет металлическую основу сплава.

Ввод мышьяка в количестве 0,1-0,4% вызывает снижение температуры эвтектического превращения на 293 К и повышает температуру эвтектоидного превращения на 288 К и тем самым оказывает существенное влияние не только на графитообразование, но и

на металлическую основу чугуна, что позволяет существенно повысить износостойкость, жидкотекучесть и термостойкость сплава, а также увеличить критическую нагрузку, при которой начинается пластическая деформация.

Выплавку чугунов производят в тигельной печи ЛШЗ-67. В качестве шихтовых материалов применяют металлизированные окатыши, возврат собственного производства, электродный бой, кристаллический кремний и ферросплавы. После расплавления окатышей и скачивании шлака в жидкую ванну догружают возврат и расплав перегревают до температуры 1723-1753 К. Хром, молибден, ванадий и мышьяк вводят в расплав в виде ферросплавов ФМ1 (58% Мо) и Вg - 1 (35% V), ферромышьяка (32% As) и феррохрома ФХ.

Цирконий, сурьму, алюминий и никель в виде кристаллической сурьмы СуО, электролитического никеля Н-3, алюминия АВ97 и циркония.

Расчет шихты для получения чугуна предлагаемого состава осуществляется с учетом усвоения кремния сурьмы, циркония и алюминия на уровне 85-90%, хрома, ванадия, никеля и молибдена на уровне 75-80%. Ниобий и тантал и сплав вводят в виде лигатуры ЖНБ (ВТУ) (КЗФ-6-67) с содержанием Nb+Ta - 25%. Усвоение лигатуры ЖНБ при температуре 1753 К составляет 65%. Усвоение мышьяка из ферромышьяка составляет 70-80%.

Составы чугунов приведены в табл.1.

Испытания на износостойкость проводят в режиме сухого трения скольжения ($V = 1,2$ м/с, $P = 30$ кг/см²) на машине МТ-2.

Критическую нагрузку пластической деформации определяют на образцах

диаметром 16 мм и высотой 100 мм по следующей методике.

Образец, закрепленный в приспособление, нагружают последовательно при одновременном нагреве по центру (673-873 К) и фиксируют нагрузку, при которой происходит деформация чугуна.

Свойства сплавов представлены в табл.2. Как видно из табл.2, введение в состав сплава мышьяка и циркония повышает жидкотекучесть, критическую нагрузку пластической деформации сплава, а также его износостойкость и термостойкость.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, ванадий, молибден, алюминий, никель, хром, ниобий и/или тантал, титан, цирконий и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения критической нагрузки, вызывающей пластическую деформацию в интервале 673-873 К, износостойкости, термостойкости и жидкотекучести, он дополнительно содержит сурьму и мышьяк при следующем соотношении ингредиентов, мас. %:

Углерод	3,0-3,6
Кремний	1,8-2,4
Марганец	0,005-0,04
Ванадий	0,05-0,14
Молибден	0,1-0,5
Алюминий	0,1-0,5
Никель	0,1-0,6
Хром	0,1-0,5
Тантал и/или ниобий	0,15-0,35
Титан	0,01-0,50
Цирконий	0,2-0,8
Сурьма	0,05-0,10
Мышьяк	0,1-0,4
Железо	Остальное

Т а б л и ц а I

Состав стали		Содержание компонентов, мас.%																	
		C	Si	Mn	V	Mo	Al	Ni	Cr	Nb/Ta	Ti	Zr	V	B	Be	Te	As	Sb	Fe
1	2,75	1,26	1,05	0,5	0,5	0,055	2,5	0,5	0,5	0,08	0,016	0,5	0,06	0,011	0,025	-	-	-	Остаток
2.	3,0	1,8	0,005	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,01	0,2	-	-	-	-	-	0,1	0,05	"
3	3,3	2,1	0,022	0,10	0,3	0,3	0,35	0,3	0,25	0,26	0,5	-	-	-	-	-	0,25	0,07	"
4	3,6	2,4	0,04	0,14	0,5	0,5	0,6	0,5	0,35	0,5	0,8	-	-	-	-	-	0,4	0,1	"
5	3,0	1,6	0,005	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,01	0,1	-	-	-	-	-	0,05	0,02	"
6	3,7	2,5	0,06	0,16	0,6	0,65	0,8	0,6	0,4	0,6	0,9	-	-	-	-	-	0,5	0,12	"

Т а б л и ц а 2

Состав чугуна	Жидко- текучесть, мм	Износ, г	Критическая нагрузка пласти- ческой деформации, МПа		
			673 К	873 К	Термостой- кость, коли- чество циклов до разрушения
1(2)	105	0,128	295	270	44
2	135	0,0093	301	278	52
3	132	0,0101	319	298	60
4	128	0,0132	368	346	56
5	141	0,0120	287	263	68
6	117	0,0148	356	332	52

Составитель А.Османцев

Редактор И.Сегляник Техред М.Дидык Корректор О.Кравцова

Заказ 1320/27 Тираж 576 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